

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ENERGIE : PRINCIPES FONDAMENTAUX

PRINTEMPS 2023

... Pour quel niveau de confort?



Florence GREGOIRE
écORce
INGENIEUR EN ARCHITECTURE



- ▶ Identifier les paramètres de conception et d'usage qui influencent le confort
- ▶ Définir « le » niveau de confort souhaité
- ▶ Prendre en compte le potentiel impact d'un choix (technique, esthétique, financier...) sur le niveau de confort



NOTION DE CONFORT

CONFORT « DE BASE »

CONFORT « A LA CARTE »



4 CONFORT : MULTIPLES VISAGES

Lien entre énergie et confort ?

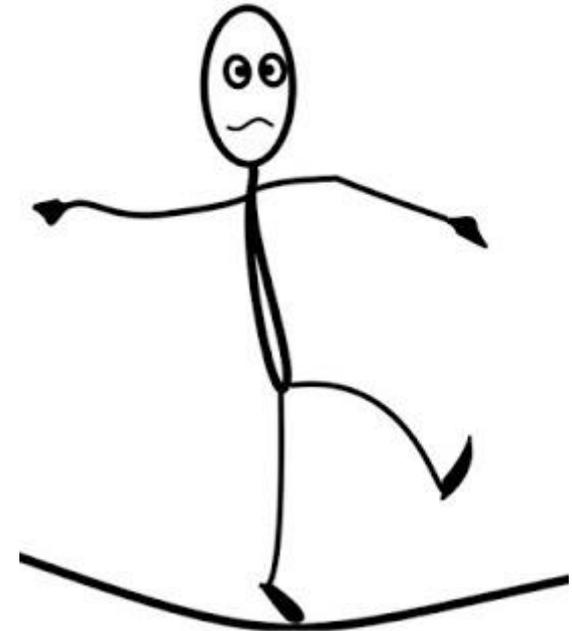


Sources / Bronnen : 1 - © PICSELI / Unsplash.com 2 - © Jason Rosewell / Unsplash.com
3- © pxhere.com 4 - © Eli DeFaria / Unsplash.com



Définition du Guide bâtiment durable

- ▶ État d'équilibre thermique entre le corps humain et les conditions d'ambiance



Source/bron : <https://leguidedelaventure.blogspot.com>



Enjeux majeurs selon le Guide bâtiment durable

- ▶ enjeu sociologique
→ bien-être des occupants
- ▶ enjeu environnemental
→ réactions consommatrices en énergie en cas d'inconfort
- ▶ enjeu économique
→ turnover locatif, productivité et absentéisme des travailleurs...
- ▶ enjeu didactique
→ contre-publicité des bâtiments performants sans confort



Comment objectiver la notion de confort thermique ?

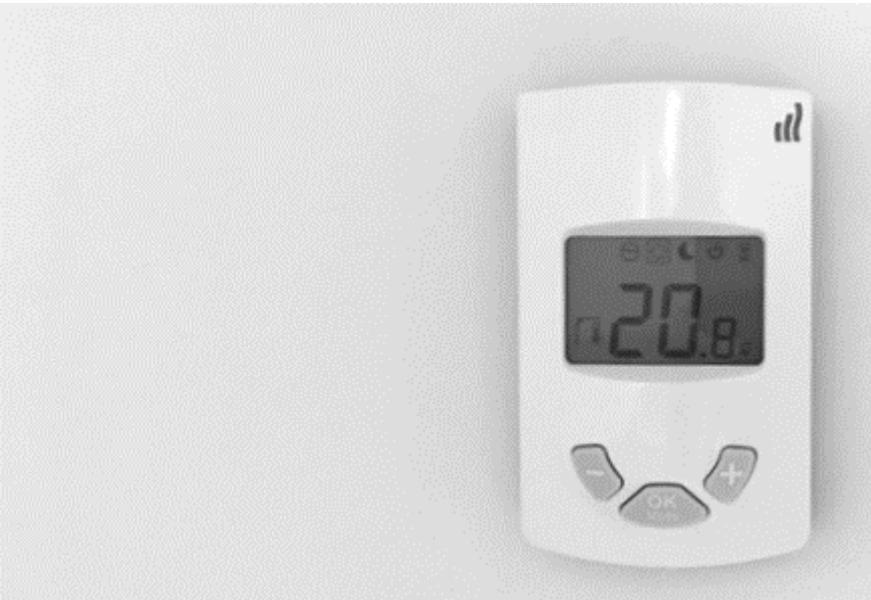
- ▶ 6 paramètres selon P.O. Fanger



Source / Bron : Bruxelles Environment



Paramètres de conception / régulation



La température de l'air

Source / Bron : F. Grégoire

La température des parois

Source / Bron : F. Grégoire



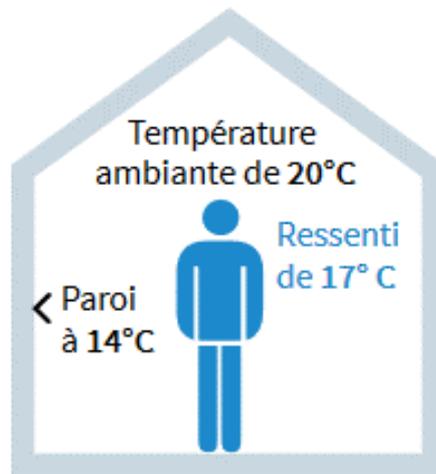
Paramètres de conception / régulation

Température de l'air et des parois

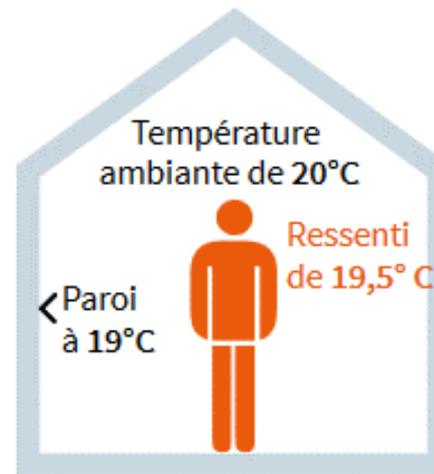
Quel impact sur la température de confort ressentie ? (= température opérative ou température résultante sèche)

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

SITUATION INCONFORTABLE



SITUATION DE CONFORT

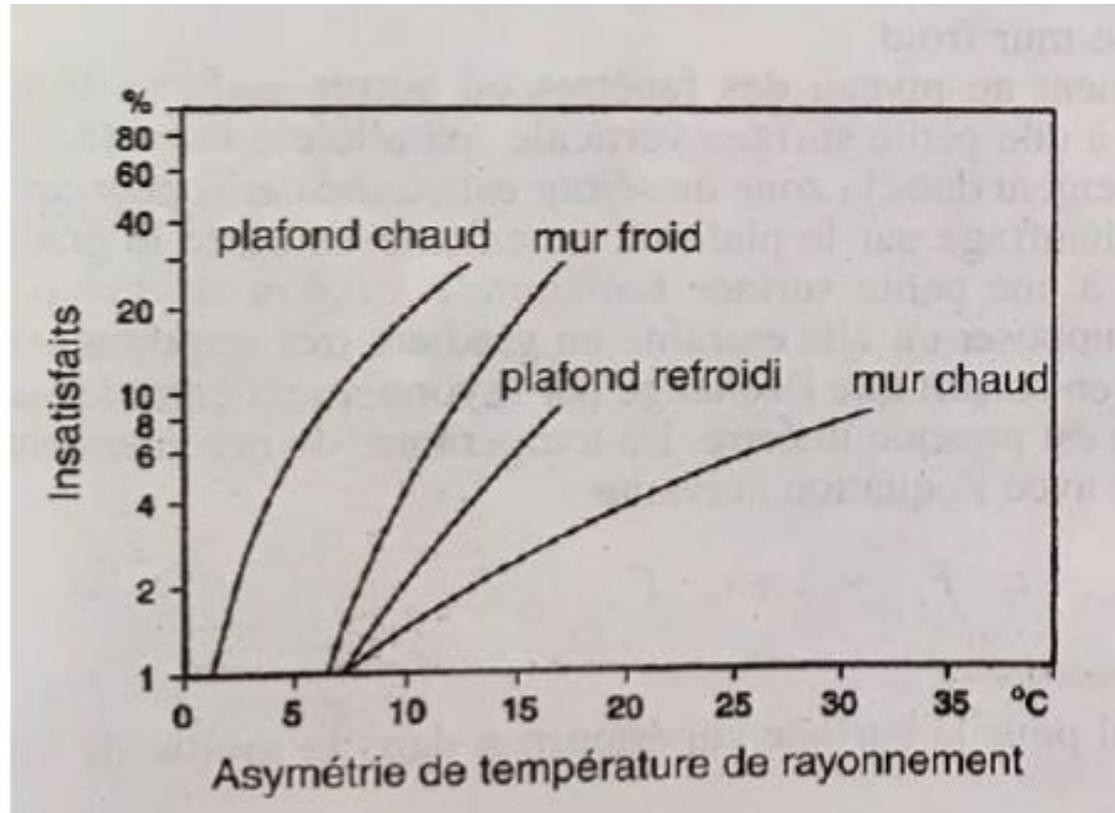


Source / Bron : <http://renov-energetique.sud-aisne.fr/>



Paramètres de conception / régulation

- Température des parois : Chauffage/refroidissement de surface



Pourcentage d'insatisfait pour cause d'asymétrie de température de rayonnement

Source / Bron : Recknagel 5^e Ed.



Paramètres de conception / régulation

- Vitesse de l'air

À l'intérieur, impact négligeable si $< 0,2\text{m/s}$

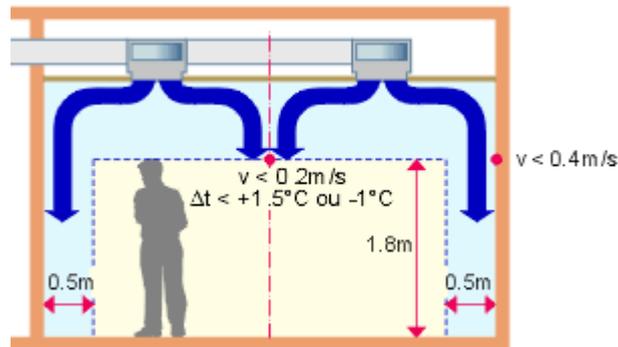
Vitesses résiduelles	Réactions	Situation
0 à 0,08 m/s	Plaintes quant à la stagnation de l'air	Aucune
0,13 m/s	Situation idéale	Installation de grand confort
0,13 à 0,25 m/s	Situation agréable, mais à la limite du confort pour les personnes assises en permanence	Installation de confort
0,33 m/s	Inconfortable, les papiers légers bougent sur les bureaux	Grandes surfaces et magasins
0,38 m/s	Limite supérieure pour les personnes se déplaçant lentement	Grandes surfaces et magasins
0,38 à 0,5 m/s	Sensation de déplacement d'air important	Installations industrielles et usines où l'ouvrier est en mouvement

Source / Bron : énergie plus



Paramètres de conception / régulation

- ▶ Vitesse de l'air
À l'intérieur, impact négligeable si $< 0,2\text{m/s}$

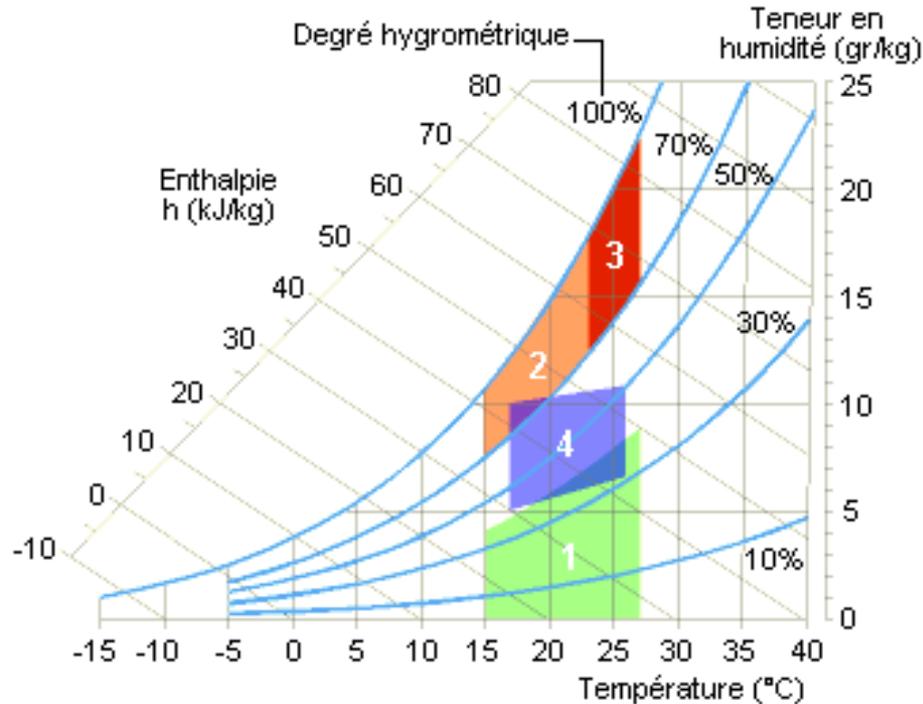


Sources / Bronnen : Energie plus, Trox , SIG air



Paramètres de conception / régulation

- Le couple température de l'air / humidité



Source : R. Fauconnier

Zone 1 : problèmes de sécheresse.

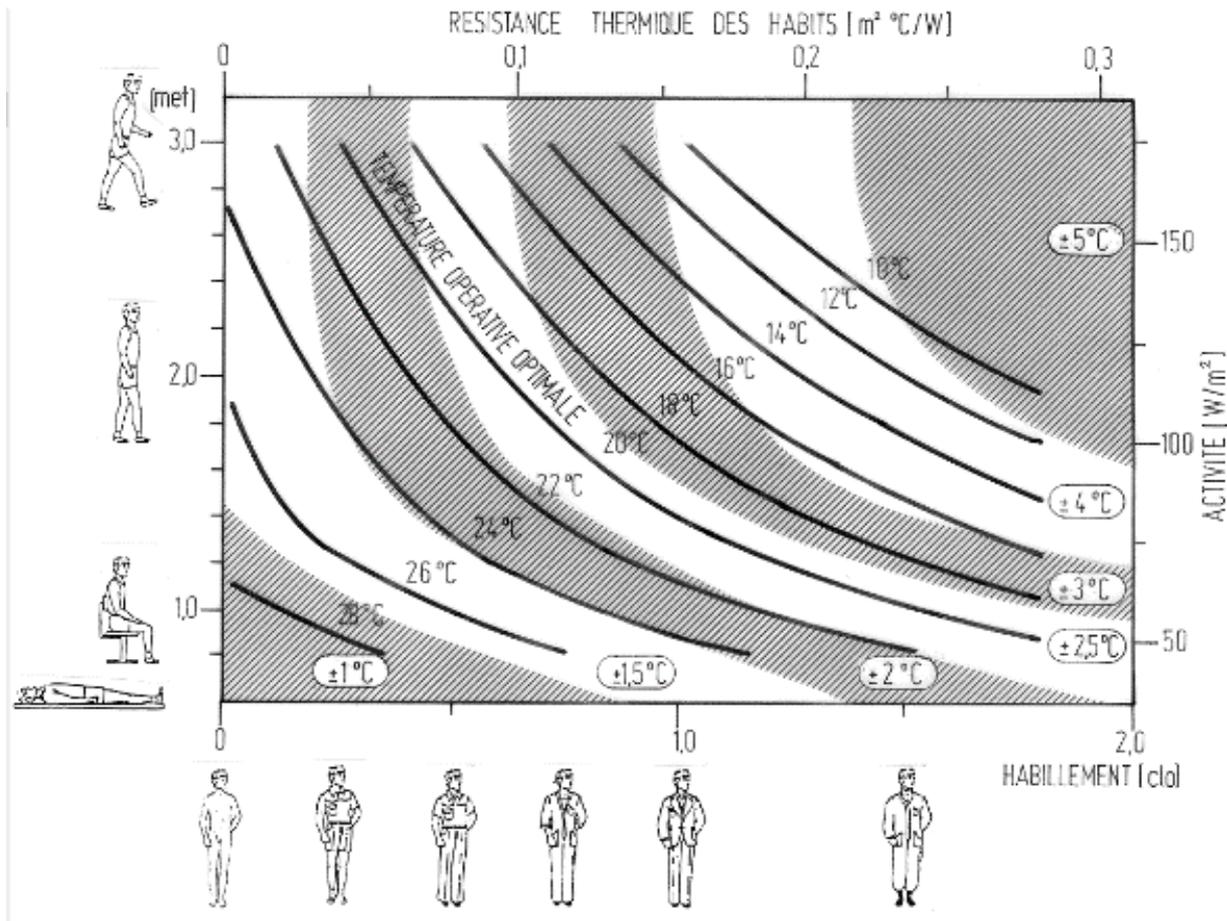
Zones 2 et 3 : développements de bactéries et de micro-champignons.

Zone 3 : développements d'acariens.

Zone 4 : polygone de confort hygrothermique



Paramètres d'usage

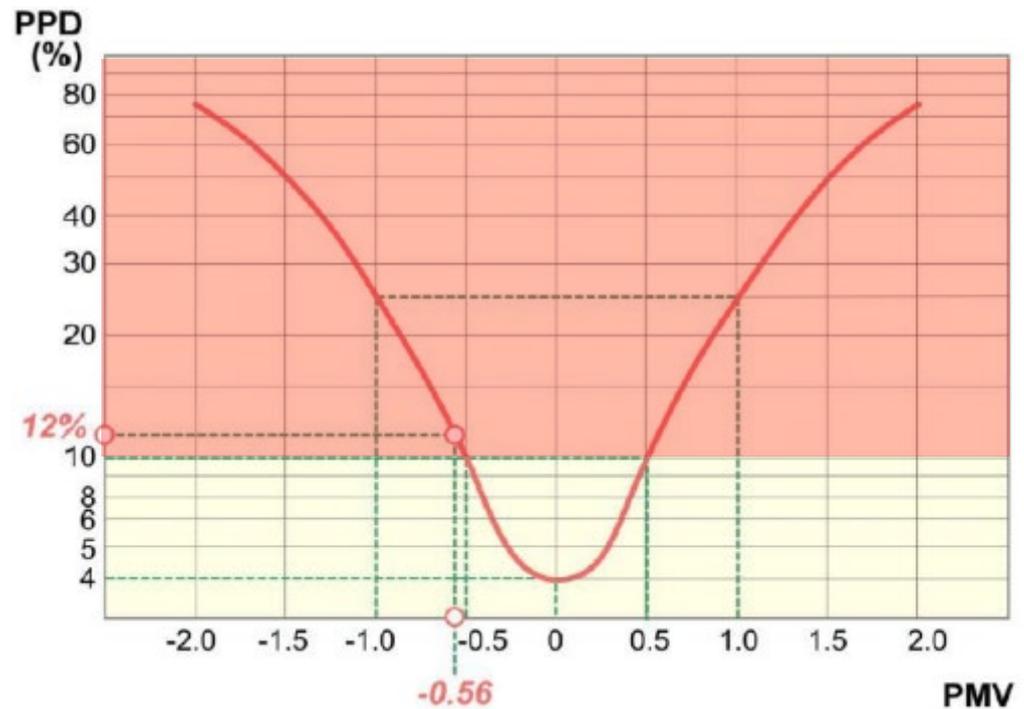


Température opérative idéale en fonction de l'habillement et du métabolisme
 Source / Bron : epfl



Paramètres d'usage

- ▶ Le modèle de Fanger quantifie le confort thermique en estimant le % de personnes insatisfaites (PPD pour Predicted Percentage of Dissatisfied)
- ▶ Il est impossible d'avoir 100% d'occupants satisfaits



Source / Bron : énergie plus



Confort et dialogue

- ▶ Impact du climat extérieur (annuel comme journalier)
- ▶ Impact du contrôle par l'utilisateur
- ▶ Impact de l'information > capacité d'anticipation



Confort et 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)



⇒ **Vers d'autres pistes d'économies que celle qui passe par l'amélioration de la performance de l'enveloppe"**



NOTION DE CONFORT

CONFORT « DE BASE »

CONFORT « A LA CARTE »



NOTION DE CONFORT

CONFORT « DE BASE »

- ▶ **Chauffer**
- ▶ Produire de l'eau chaude sanitaire (ECS)
- ▶ Ventiler hygiéniquement

CONFORT « A LA CARTE »



Chauffer selon les cibles de la norme NBN EN 12831

- ▶ Principe : Maintenir une température intérieure constante
 - En compensant les déperditions (pertes de ventilation et de transmission)
 - Le jour le plus froid
 - Sans apports (solaires/internes)
 - En tenant compte d'un facteur de relance

- ▶ Approche globale et par pièce

- ▶ Résultat = Puissance [kW]

⇒ **Objectif: dimensionner l'installation de chauffage pour assurer le confort thermique dans le cas le plus critique"**



Températures extérieures minimales de base

Source / Bron : energie plus



Rappels théoriques

- ▶ Puissance [kW]
- ▶ ≠ Énergie [kWh]

- ▶ Analogie à l'éclairage :
 - Un éclairage de 30W qui fonctionne pendant 1 heure consommera 30Wh
 - S'il fonctionne 6h/jour, pendant 1 an, il consommera 65.700 Wh

Connaissez-vous la consommation électrique de votre habitation ?
Et votre consommation de chaleur?

1m^3 de gaz \approx 1litre de mazout \approx 10 kWh_{thermique}



Rappels théoriques

► Et l'énergie ?

Besoin net



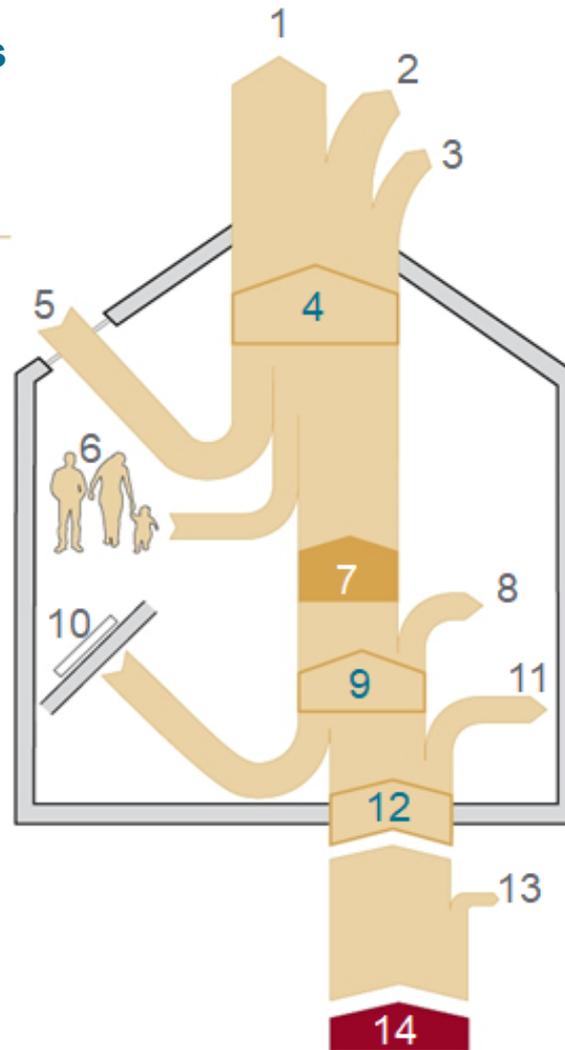
Besoin brut

Consommation

Finale

Consommation

d'énergie primaire



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

Source / Bron : Guide PEB RW 3.2



NOTION DE CONFORT

CONFORT « DE BASE »

- ▶ Chauffer
- ▶ **Produire de l'eau chaude sanitaire (ECS)**
- ▶ Ventiler hygiéniquement

CONFORT « A LA CARTE »



Produire de l'ECS

- ▶ Principe : Pouvoir disposer de l'eau chaude aux points de puisage
 - Aussi souvent que demandé (profil de puisage)
 - À la température voulue
 - En évitant les risques de légionnelle

- ▶ Résultat = Puissance [kW]
 - avec ou sans ballon (instantané ≠ accumulation)
 - avec ou sans boucle ECS



NOTION DE CONFORT

CONFORT « DE BASE »

- ▶ Chauffer
- ▶ Produire de l'eau chaude sanitaire (ECS)
- ▶ **Ventiler hygiéniquement**

CONFORT « A LA CARTE »



Assurer une ventilation hygiénique

- ▶ Objectif : garantir la qualité de l'air intérieur
 - Pour les occupants
 - Pour le bâtiment
- ▶ Principe : amener de l'air frais dans les locaux secs et l'évacuer dans les locaux humides
- ▶ Résultat : débits d'air (m³/h)



Assurer une ventilation hygiénique

► Pourquoi ? Pour éliminer diverses pollutions dues

- A l'occupation humaine

Odeurs (corporelles, cuisines, toilettes, ordures, animaux, ...)

Fumée de cigarette

Humidité (60 – 500 g/h pour une personne)

CO₂

...

- Au bâtiment et à ses équipements

Emission de COV: Tapis, vinyles, ...

Peintures, colles, solvants (formaldéhyde, ...)

Imprimantes, télécopieurs, fax, ...

CO (appareils à combustion non étanche)

Condensation et humidité excessive

- En provenance de l'environnement

Radon

Pollens

Particules fines

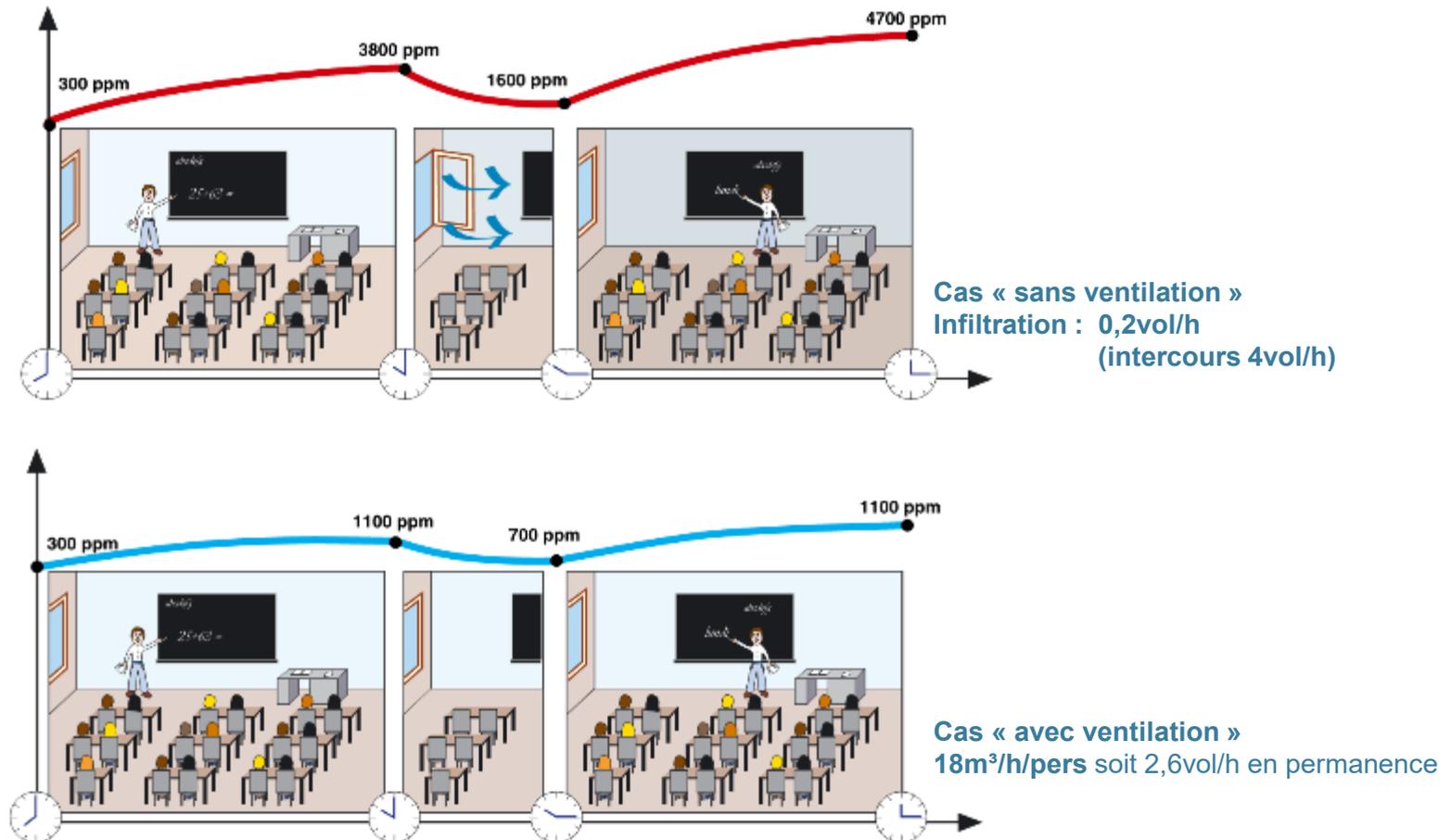
Gaz polluants

...



Exemple du CO₂ – évolution de la concentration

Classe de 25 élèves, 2h cours >>> 1/4h interours >> 2h cours



Exemple du remplacement des châssis



Source / Bron : ICEDD



NOTION DE CONFORT

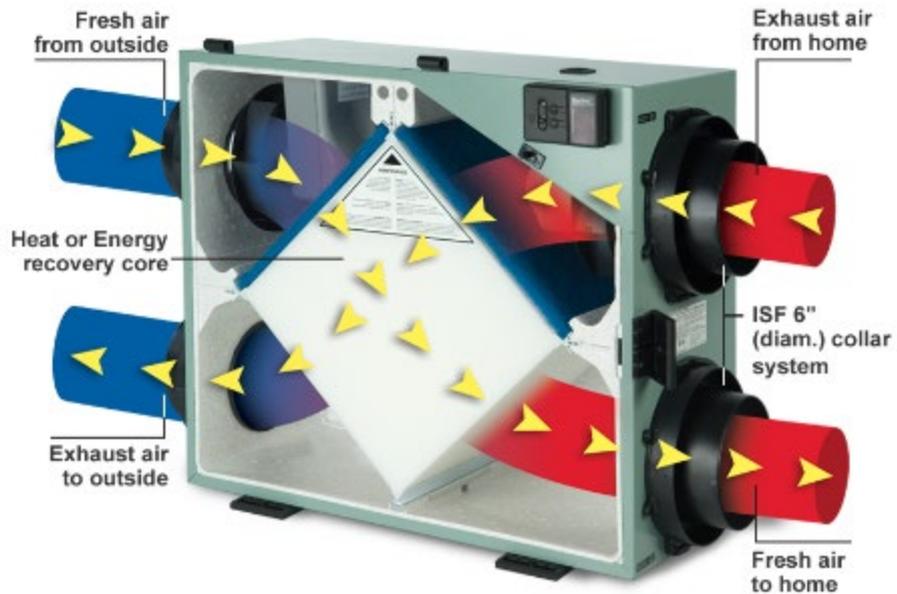
CONFORT « DE BASE »

CONFORT « A LA CARTE »





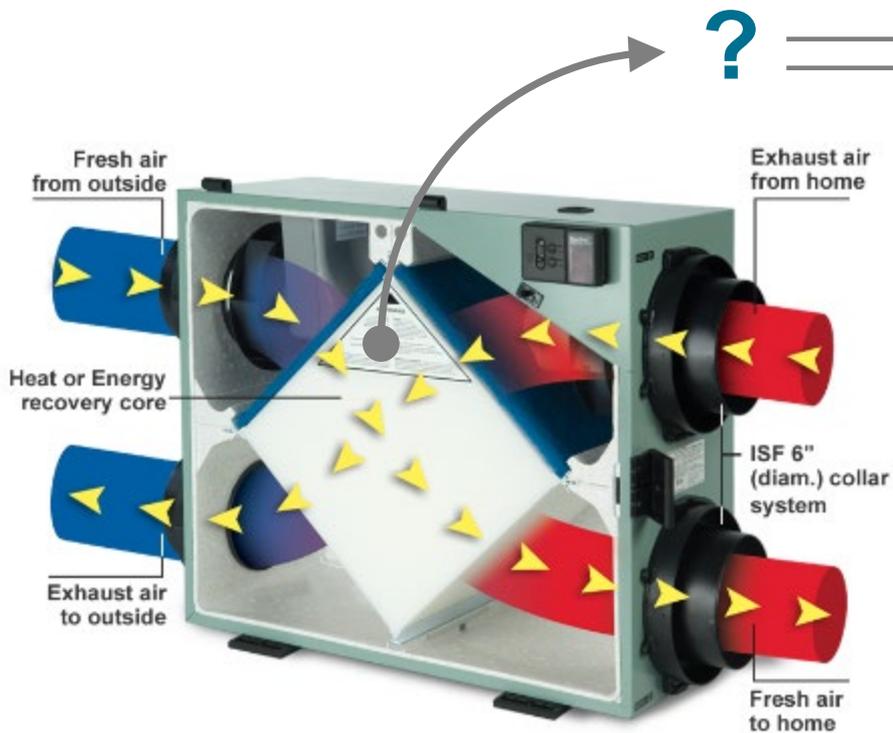
Récupérateur de chaleur



Source / Bron : <https://www.ventilation-systeme-central.com/>

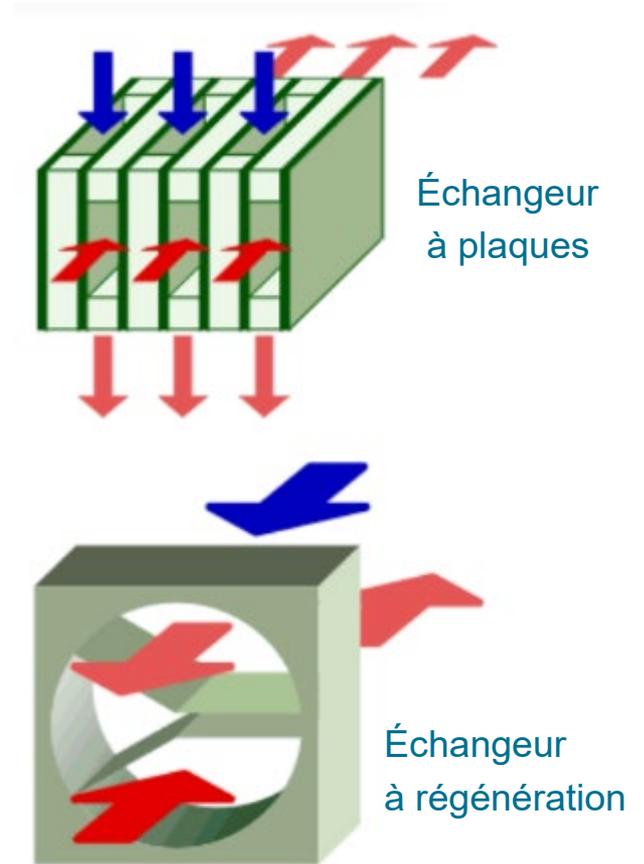


Récupération d'humidité via la ventilation



Source / Bron : <https://www.ventilation-systeme-central.com/>

?

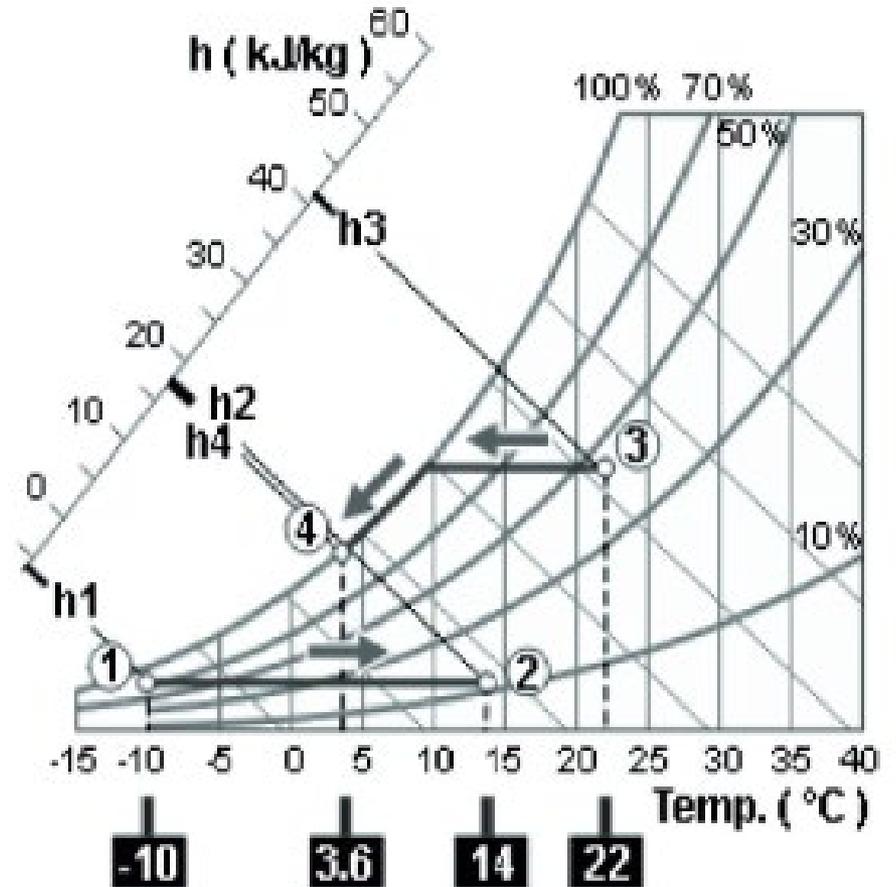
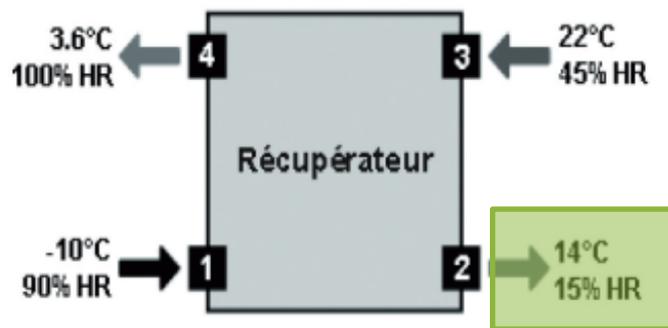


Sources / Bronnen : énergie plus



Récupération d'humidité via la ventilation

→ Échangeur à plaques

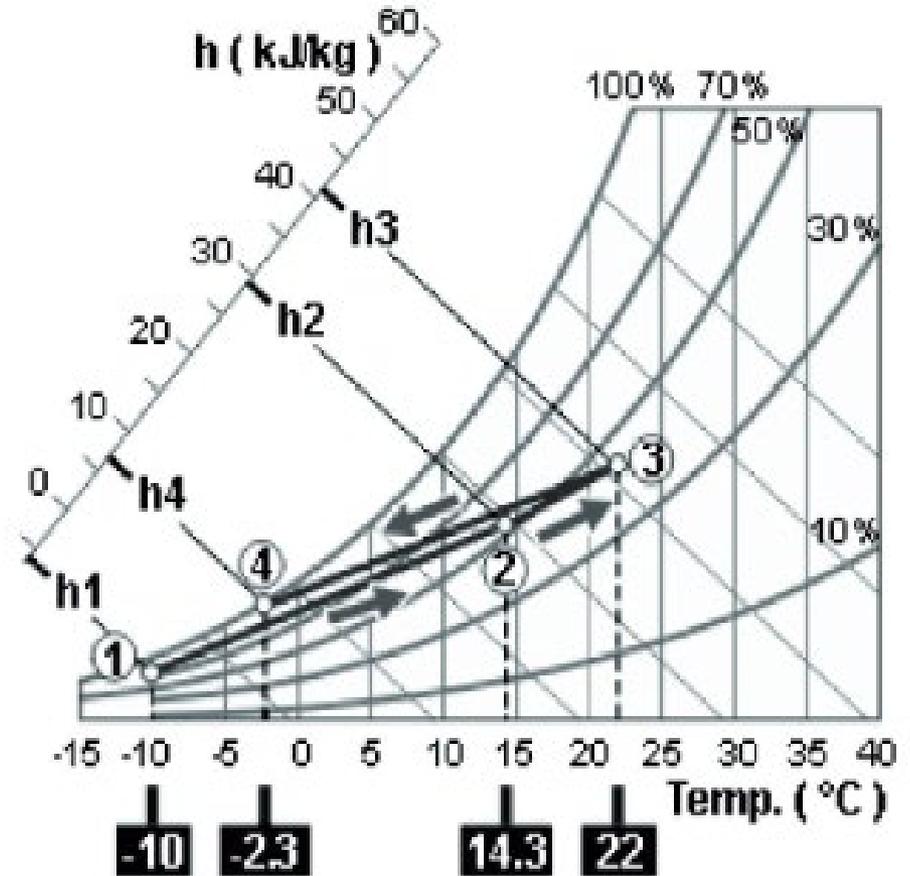
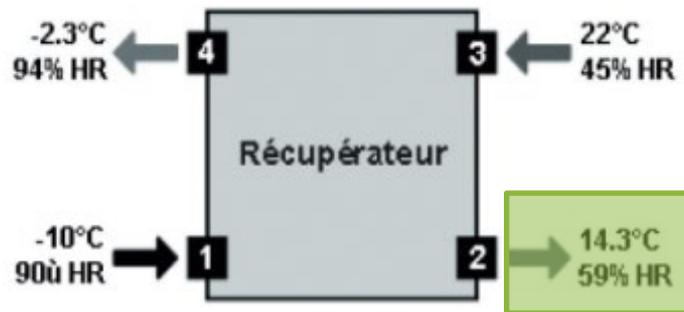


Sources / Bronnen : énergie plus



Récupération d'humidité via la ventilation

→ Échangeur à régénération



Sources / Bronnen : énergie plus



Éclairage artificiel

Recommandations de la NBN EN 12464 Lumière et éclairage des lieux de travail (Partie 1 = intérieur / Partie 2 = extérieur)

- Éclairement, uniformité, éblouissement
- Rendu des couleurs
- Luminance du luminaire
- ...

Éclairage naturel

Recommandations de la NBN EN 17037 Lumière naturelle dans les bâtiments

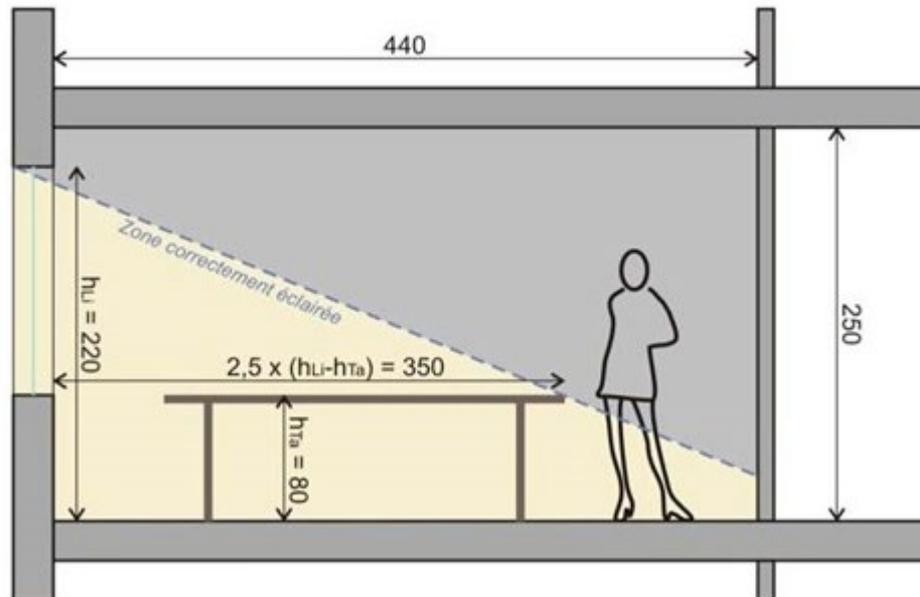
- Niveau d'éclairement
- Vue vers l'extérieur
- Exposition solaire
- Protection contre l'éblouissement



Éclairage naturel

- Profondeur naturellement éclairée = $a \times (h_{SL} - 0,8)$ [m]

Profondeur d'éclairage



Source / Bron : ReLoSo

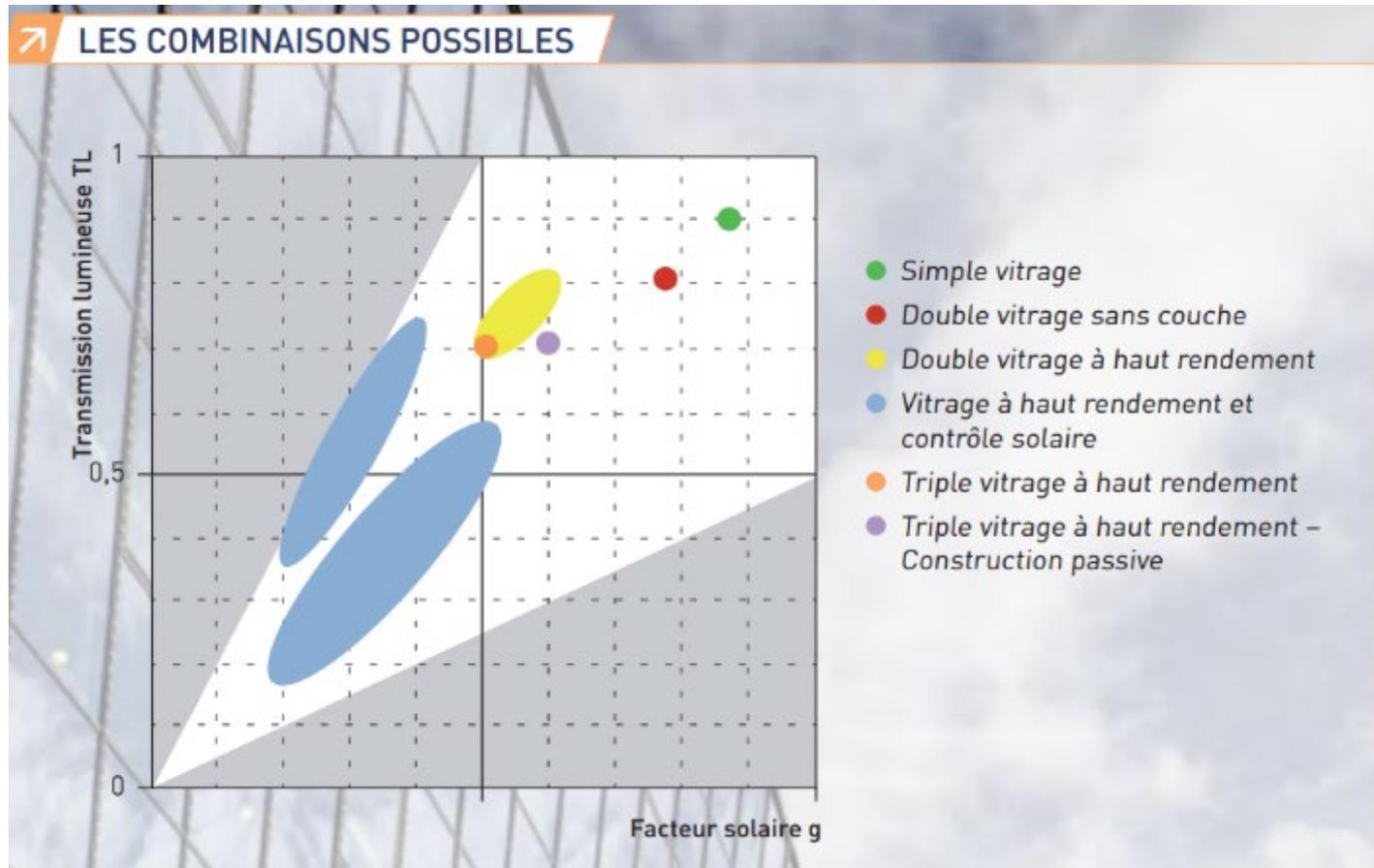
Indice a

Chambres	< 2.5
Séjours	< 3.0
Cuisines	< 2.6
Salles de classe	< 3.5
Bureaux	< 2.6



Éclairage naturel

- Choix du vitrage



Source / Bron : VGI - FIV



Refroidissement actif ou passif ?

- Quelle est la probabilité du risque de surchauffe
- en pourcentage de temps
 - par rapport à une température à fixer

EXEMPLE 1 : « La température ne peut être supérieure à 25°C pendant plus de 5% du temps »

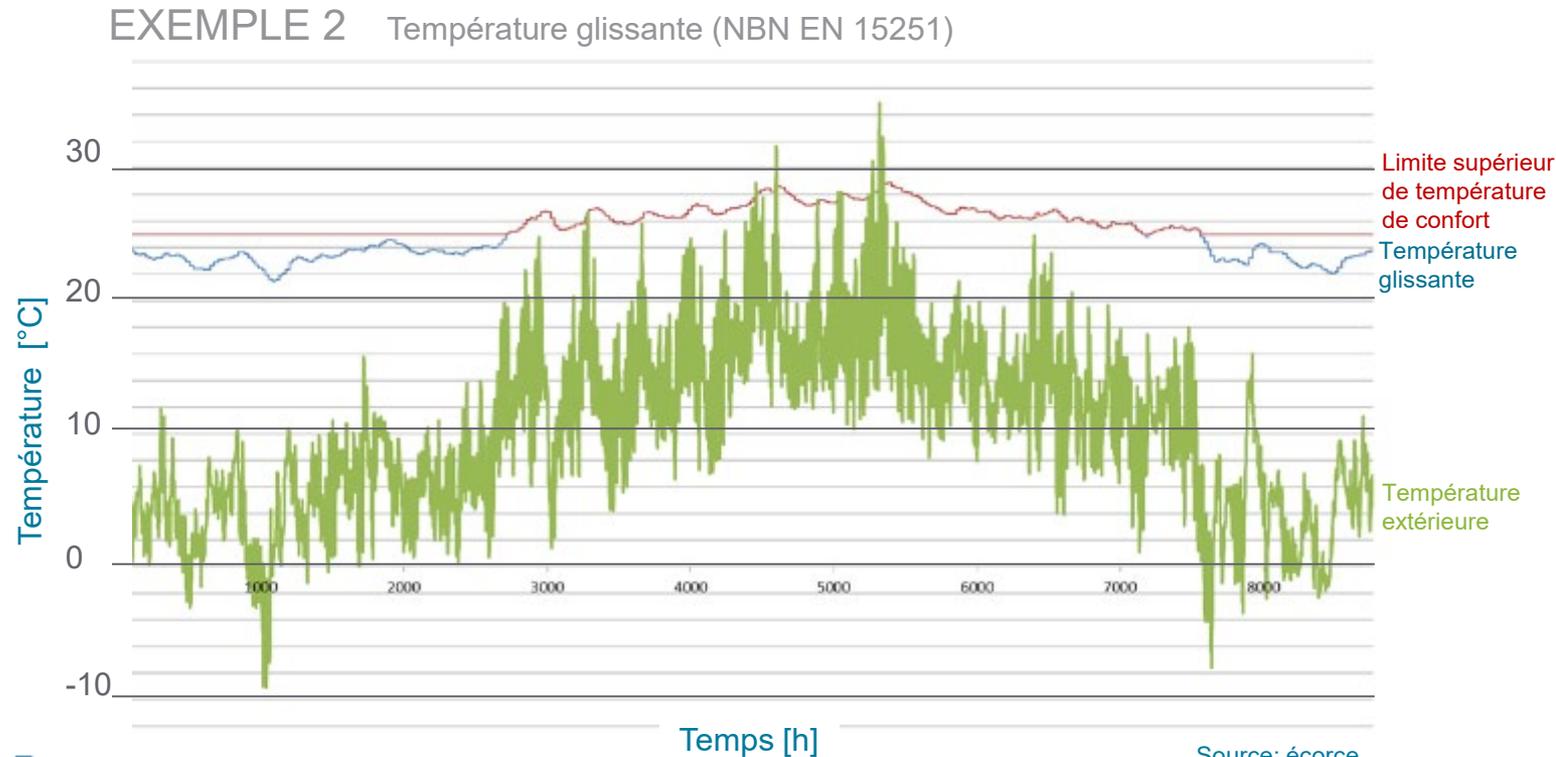
Critère de certification passive, selon les critères de la Plateforme Maison Passive



Refroidissement actif ou passif ?

→ Quelle est la probabilité du risque de surchauffe

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



Refroidissement actif ou passif ?

- En conception de LOGEMENT ,

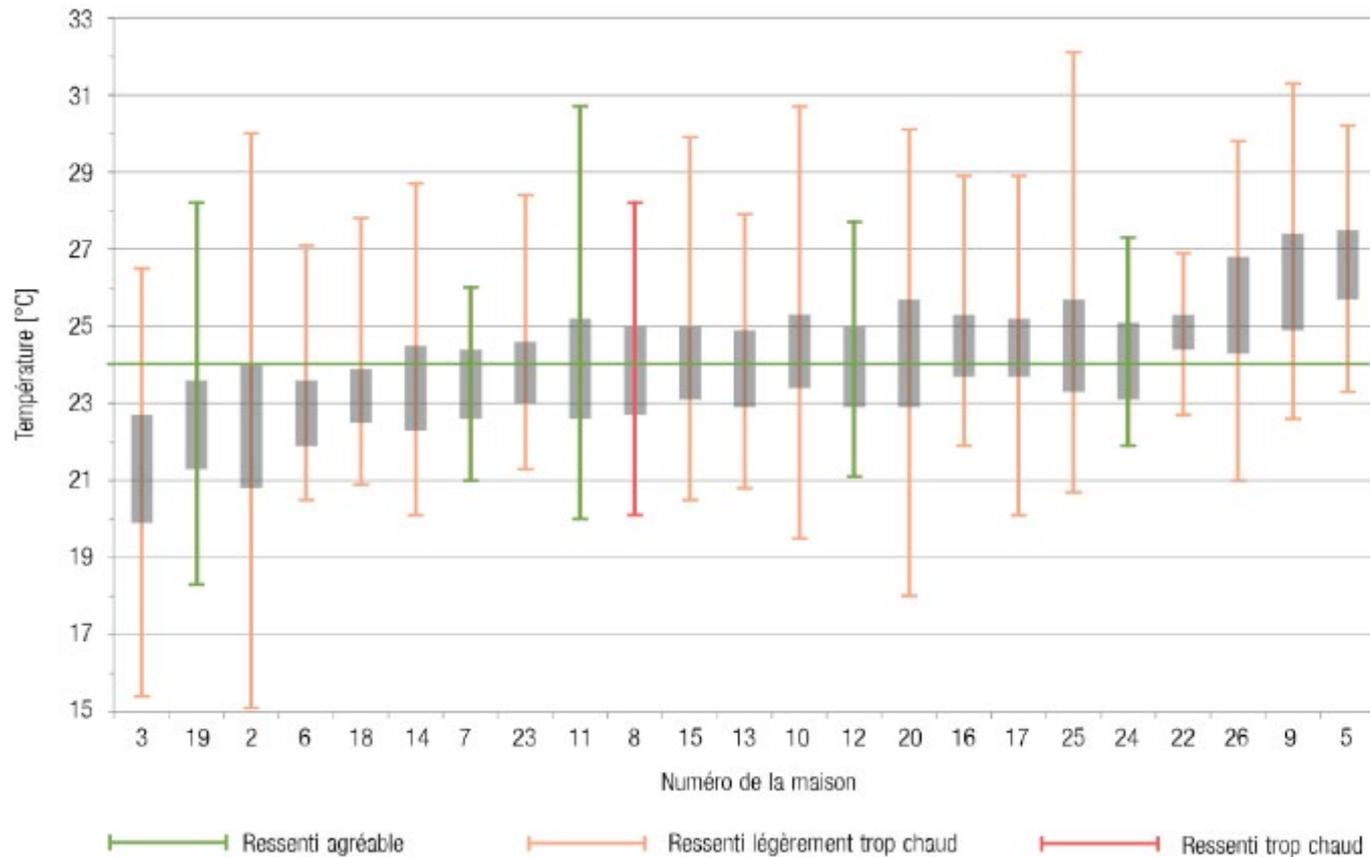
le refroidissement actif est un luxe...
... qui a un coût énergétique et environnemental !

- En conception de BÂTIMENTS TERTIAIRES,

chaque situation est différente
et nécessite d'être étudiée



Dans les logements



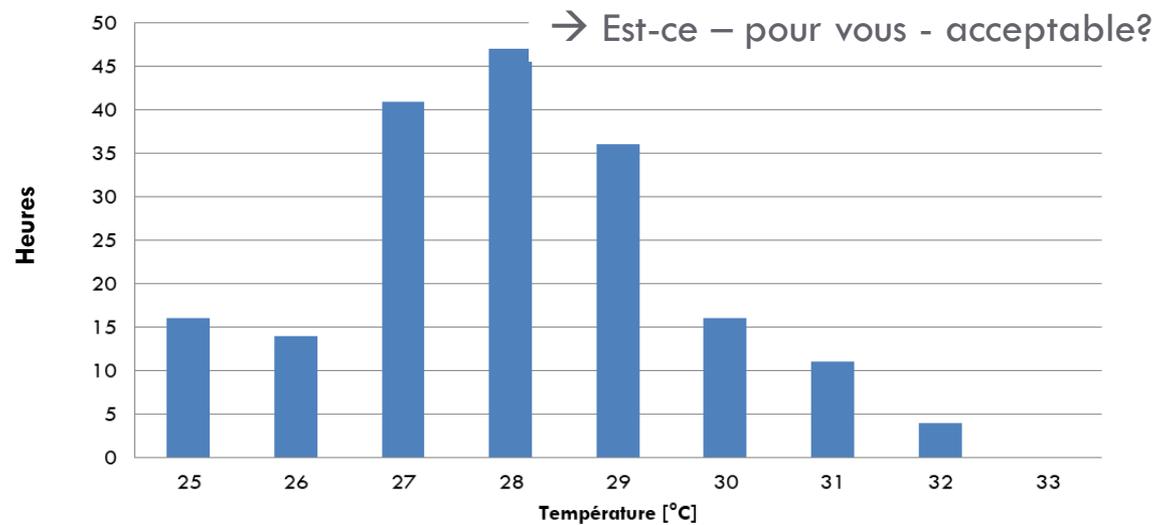
Température intérieure dans des chambres à coucher parentales,
mesurées de 22h à 6h du 21/06 au 22/09/2016.
Source / Bron : Projet MEASURE, CSTC - UCL



Dans les bâtiments tertiaires

- ▶ Refroidissement actif ou passif ?
 - Hypothèses de départ?
 - Évaluation
 - via simulation dynamique
 - (Si bâtiment existant) évaluation via monitoring
 - Échanges et interprétation des résultats

Exemple Projet « X » - Nombre d'heures de surchauffe (sur l'année)



Architecture et étanchéité à l'air >>> viser le meilleur compromis





- ▶ La conception durable nécessite une approche intégrée des aspects énergétique et de confort
- ▶ Les paramètres du confort peuvent être objectivés (par exemple en ce qui concerne le confort thermique)
- ▶ Dans un bâtiment confortable, 90% à 95% d'utilisateurs se disent satisfaits
- ▶ Assurer un confort de base est un impératif
- ▶ Pour aller plus loin :
 - Le profil des futurs utilisateurs et de la maîtrise d'ouvrage doivent être pris en considération
 - La sensibilité de l'équipe de conception permet de dégager d'autres points d'attention
 - Assurer un confort absolu nécessite une prise en considération des conséquences techniques, financières et environnementales
- ▶ Le confort est une affaire de consensus





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème | Le bien-être, le confort et la santé dans les bâtiments durables
Dossier | [Assurer le confort thermique](#)
Dossier | [Assurer le confort visuel au moyen de la lumière naturelle](#)
Dossier | [Assurer le confort respiratoire](#)



Sites internet

- ▶ Énergie plus
<https://energieplus-lesite.be/>
- ▶ Blog incub : article sur les six composantes du confort thermique
<https://www.incub.net/les-six-composantes-du-confort-thermique/>



Ouvrages

- ▶ SPW Énergie Wallonie, 2018, Guide pratique pour les architectes, La conception globale de l'enveloppe et l'énergie, 2ième Ed., ville
<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/guide-bleu-enveloppe-et-energie-optimize.pdf?IDR=41647>



Florence GREGOIRE

Ir responsable projet
écorce sa

 + 32 4 226 91 60

 info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

