Formation Bâtiment Durable

Energie : Principes fondamentaux

Printemps 2021

Comment assurer le confort estival?

Julie RENAUX
écorce

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Définir la notion de surchauffe et la confronter à la notion de confort thermique
- Présenter la stratégie de conception en période estivale
- Passer en revue les divers moyens de lutte contre la surchauffe

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

- **Notions**
- Enjeux

LIMITER LES APPORTS

- Apports solaires
- Apports internes

MAITRISER LES RÉACTIONS

- Du bâtiment
- Des occupants

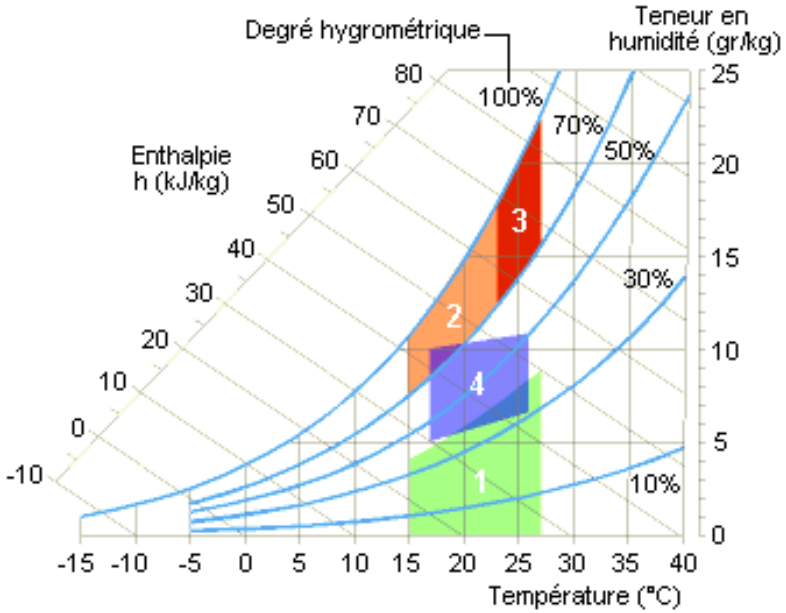
EVACUER/REFROIDIR

- Refroidissement / rafraichissement passif
- Refroidissement actif

4 NOTIONS

Rappel - confort estival

- Plusieurs facteurs d'influence - Facteurs objectifs
  - Vitesse et température de l'air
  - Température des parois
  - Le rayonnement solaire direct sur l'occupant
  - Couple température/humidité relative de l'air



Polygone de confort hygrothermique (4)

Rappel - confort estival

- Plusieurs facteurs d'influence - Facteurs propres à chaque individu, il dépend:
  - De la sensibilité
  - De l'habillement
  - Du métabolisme
  - Du niveau d'activité
  - De l'âge, état de santé,…

Source/Bron : CBE, 2017

⇨ **Le confort est subjectif**

NOTIONS

La surchauffe

- 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 d'occupation.

NOTIONS

La surchauffe

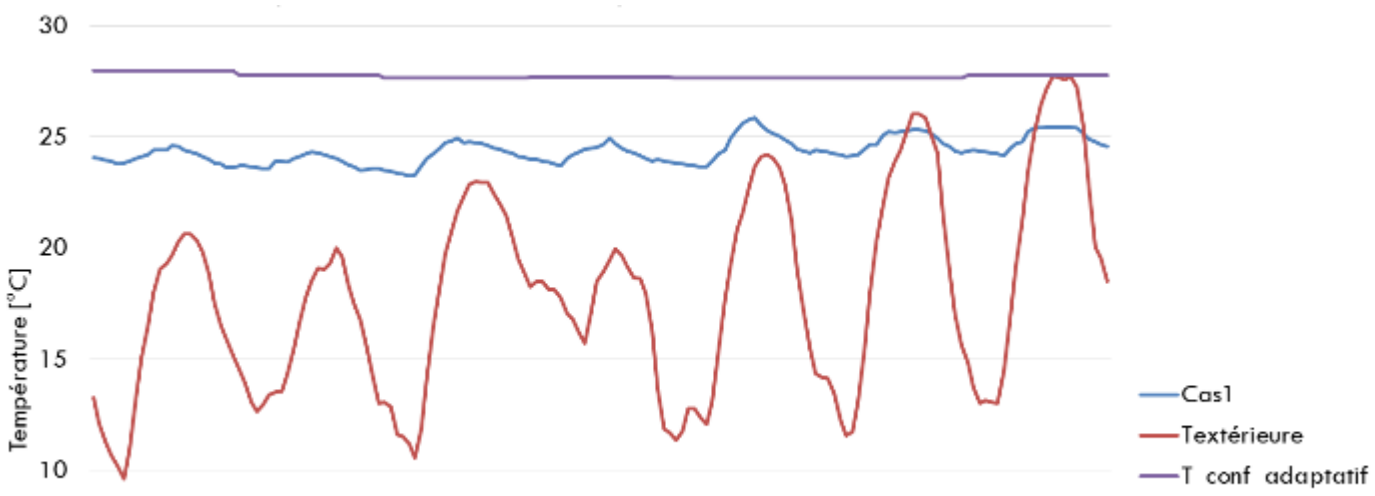
- Comment s'évalue-t-elle ?
  Il y a lieu de distinguer performance énergétique et confort
  - Le logiciel PEB a pour objectif de vérifier le respect d'une réglementation axée sur la performance énergétique

FINALITE ? Réduire l'impact environnemental des bâtiments

Source/Bron : écorce

La surchauffe

- Comment s'évalue-t-elle ?
  Il y a lieu de distinguer performance énergétique et confort
  - Le confort thermique s'évalue par le biais d'une simulation dynamique:



Source/Bron : écorce

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

- Notions
- **Enjeux**

LIMITER LES APPORTS

- Apports solaires
- Apports internes

MAITRISER LES RÉACTIONS

- Du bâtiment
- Des occupants

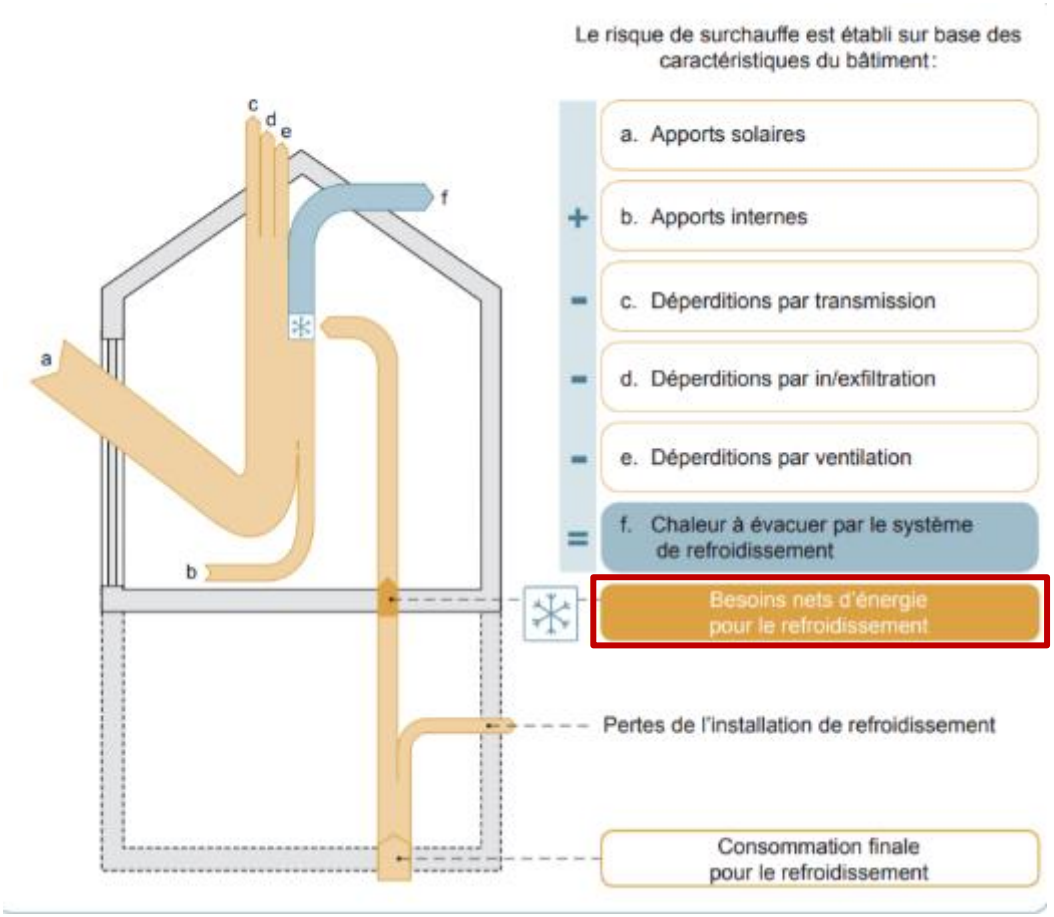
EVACUER/REFROIDIR

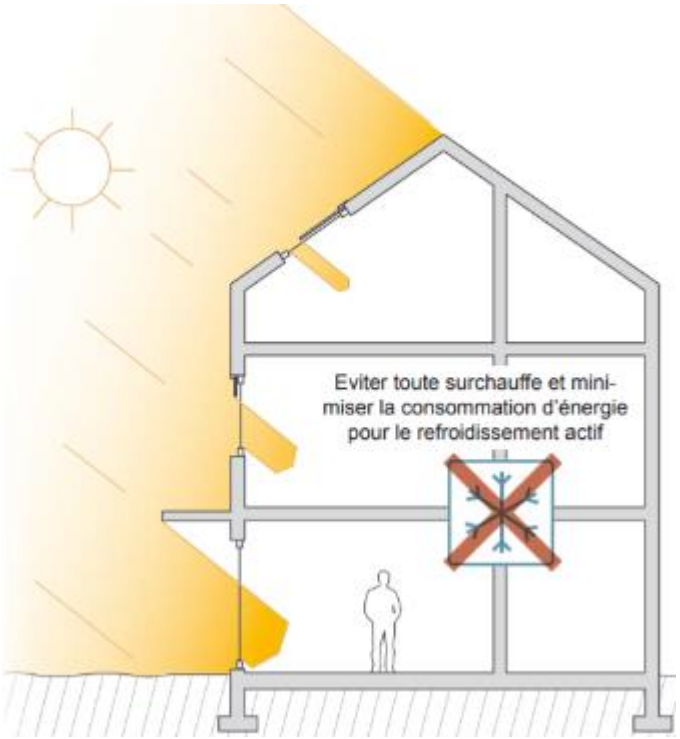
- Refroidissement / rafraichissement passif
- Refroidissement actif

ENJEUX

Impacts sur la consommation énergétique

- Bilan énergétique estival



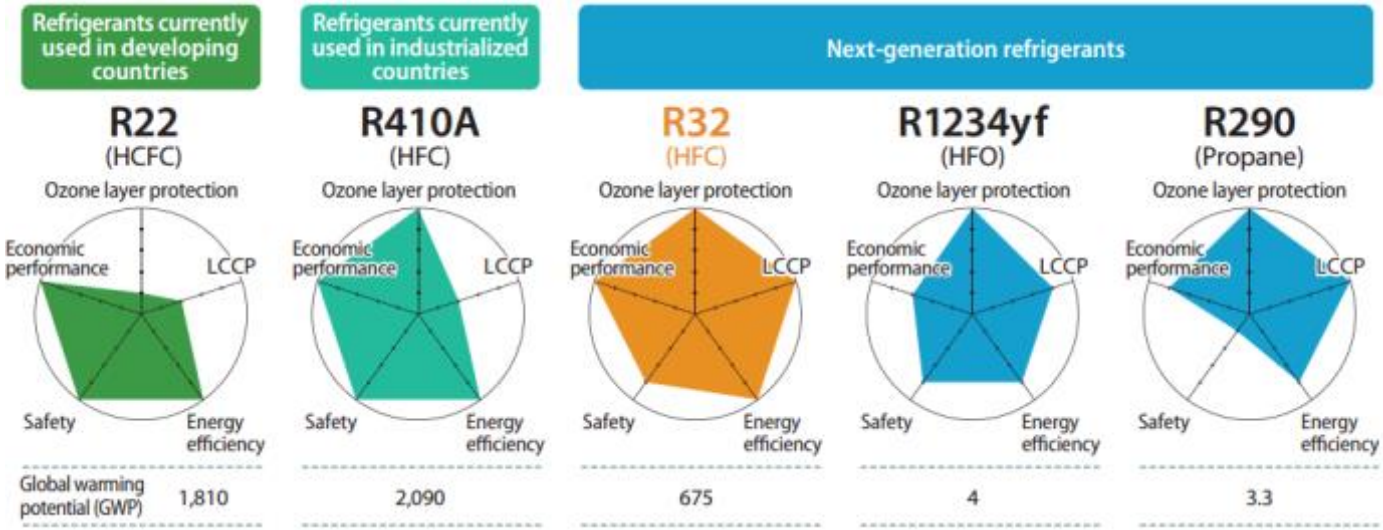


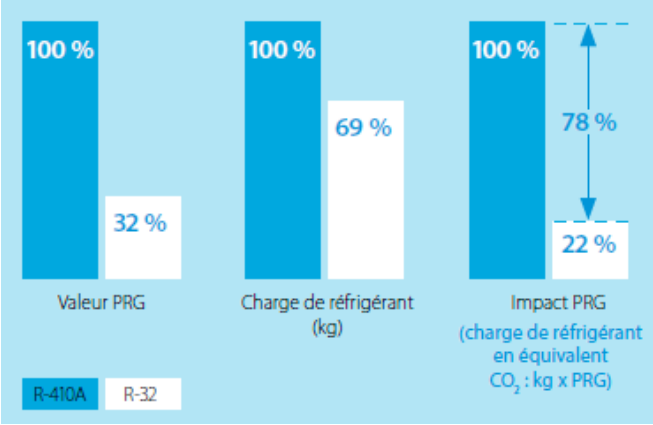
Source/Bron : ULg CIFFUL

ENJEUX

Impact écologique des fluides frigorigènes

- Le réfrigérant R32,un des réfrigérants les plus respectueux de l'environnement





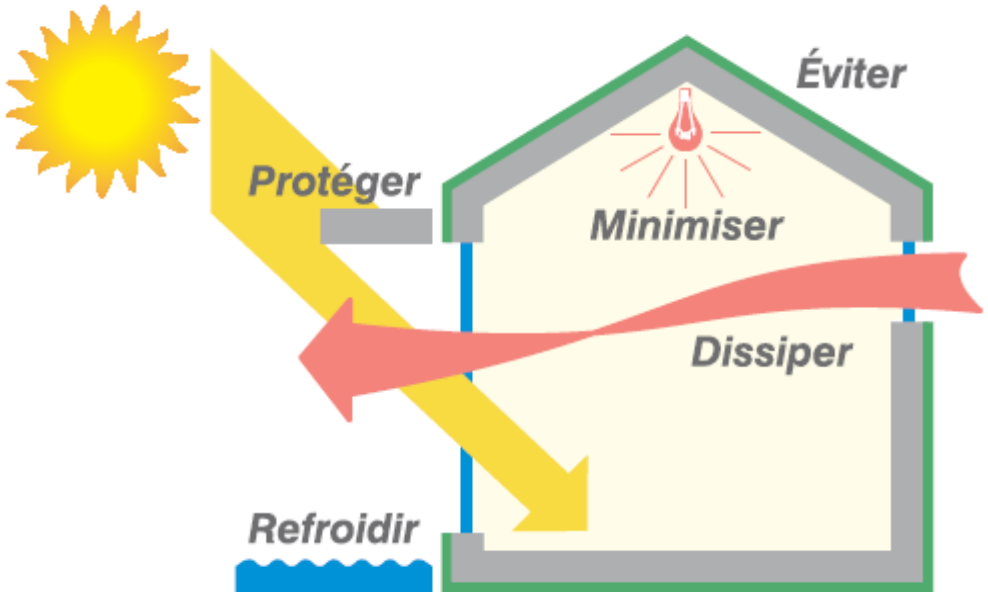
Source/Bron : Daikin

ENJEUX

Stratégie estivale

- Minimiser les apports de chaleur
- Minimiser les déperditions de fraicheur
- Réguler et évacuer la chaleur au moyen de mesures passives

- Recours au refroidissement actif si les mesures précédentes s'avèrent insuffisantes



Source/Bron: UCL, Architecture & Climat

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
- Notions
- Enjeux

LIMITER LES APPORTS
- **Apports solaires**
- Apports internes

MAITRISER LES RÉACTIONS
- Du bâtiment
- Des occupants

EVACUER/REFROIDIR
- Refroidissement / rafraichissement passif
- Refroidissement actif

APPORTS SOLAIRES

Les apports solaires peuvent être régulés en intervenant sur :

- L'organisation des locaux (en fonction de leurs besoins respectifs)
- L'orientation et la taille des fenêtres,
- Le facteur solaire de l'ensemble vitrage + protection solaire,
- L'ombre projetée sur la fenêtre (masque solaire), tout en maintenant une transmission lumineuse suffisante (idéalement > 50 %).

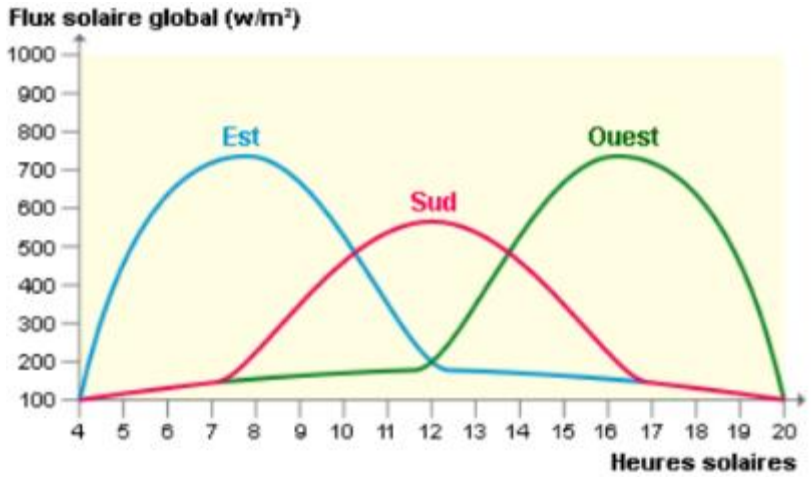
Les outils permettant cette régulation sont :

- Les protections solaires mobiles extérieures (FS),
- Les protections solaires fixes extérieures (masque),
- Le vitrage solaire (FS).

Les protections solaires intérieures ou végétales sont peu adaptées car moins efficaces et/ou difficiles à contrôler.

APPORTS SOLAIRES

Implantation, orientation, localisation des ouvertures



Puissance calorifique transmise au travers d'un double vitrage clair en juin
Source/Bron : énergie +

- 1 fenêtre au sud apporte en juin à midi 600 W/m²

  ⇨ **2 m² de vitrage pour un local de 10 m² équivaut à 120 W/m² de chauffage!**

APPORTS SOLAIRES

Environnement extérieur bâti et végétal

- Masque végétal via végétation aux alentours

  ⇨ **Privilégier végétation à feuillage caduc pour profiter des apports solaires hivernaux**

- Ombrage des bâtiments voisins
- Ombrage du bâtiment sur lui-même
- Ombrage dû au relief du site

APPORTS SOLAIRES

Protections solaires extérieures fixes

Architectes Associés

Avantages

- Coût faible
- Système statique donc très fiable
- Pas d’entretien spécifique
- N’obstrue pas la vue
- Durée de vie importante

Inconvénients

- Variation de la protection en fonction de la position du soleil et de l’orientation
- Flexibilité limitée, peut réduire les apports solaires en hiver
- Dimensionnement délicat
- Aucune protection contre le rayonnement diffus

APPORTS SOLAIRES

Protections solaires extérieures mobiles – écrans/screens

Levolux & Schüco

Avantages

- Modulable, peut être régulé pour s'adapter aux besoins
- Efficace pour toutes les orientations
- Protection contre l'éblouissement
- Grand choix d'indice de protection
- Confort visuel (suivant le type de maille)

Inconvénients

- Coût élevé
- Nécessite une régulation adaptée
- Système dynamique, peut être sujet à des défauts de fiabilité
- Durée de vie limitée (mécanisme)
- Transmission de lumière faible et vue obstruée lorsque abaissées si maille serrée
- Protection contre le vent à prévoir (ouverture automatique) → Soleil + vent: prévoir protection intérieure contre l'éblouissement
- Entretien

APPORTS SOLAIRES

Protections solaires extérieures mobiles - lamelles

Architectes Associés

A2M

Avantages

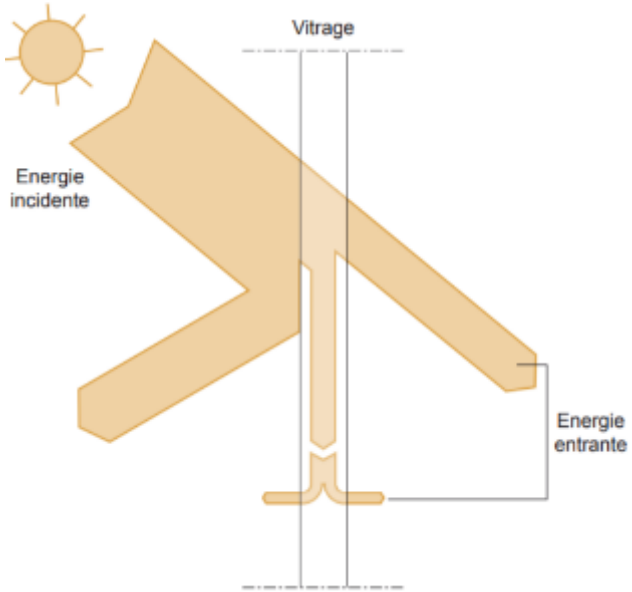
Idem écran mais :
- Bonne transmission de la lumière (p.ex si lamelle réfléchissante)
- Bonne visibilité vers l'extérieur

Inconvénients

Idem écrans mais:
Coût plus élevé

APPORTS SOLAIRES

Protections solaires « intégrées » - facteur solaire (g) bas



Source/Bron : ULg - CIFFUL

$$Facteur\ solaire\ (g) = \frac{Energie\ entrante}{Energie\ incidente}$$

Avantages

Coût faible
Système statique donc très fiable
Pas d'entretien spécifique
Ne bouche pas la vue
Durée de vie importante
Efficace pour toutes les orientations

Inconvénients

Efficacité invariable donc prive d'une partie des apports solaires en hiver
Diminue la transmission lumineuse toute l'année

APPORTS SOLAIRES

Protections solaires - Critères de choix :

- L'efficacité en fonction de la saison et/ou de l'heure et de l'orientation
- La finesse de régulation
- L'influence sur la visibilité
- L'influence sur la transmission lumineuse
- L'esthétique
- La fiabilité
- Le coût

En pratique, en Belgique :

- Au Sud : protections fixes (casquettes) ou mobiles
- A l'Ouest et à l'Est : protections fixes (joues latérales) ou mobiles
- Au Nord: rien

⇨ **= règle générale mais chaque cas est particulier !**

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
- Notions
- Enjeux

LIMITER LES APPORTS
- Apports solaires
- **Apports internes**

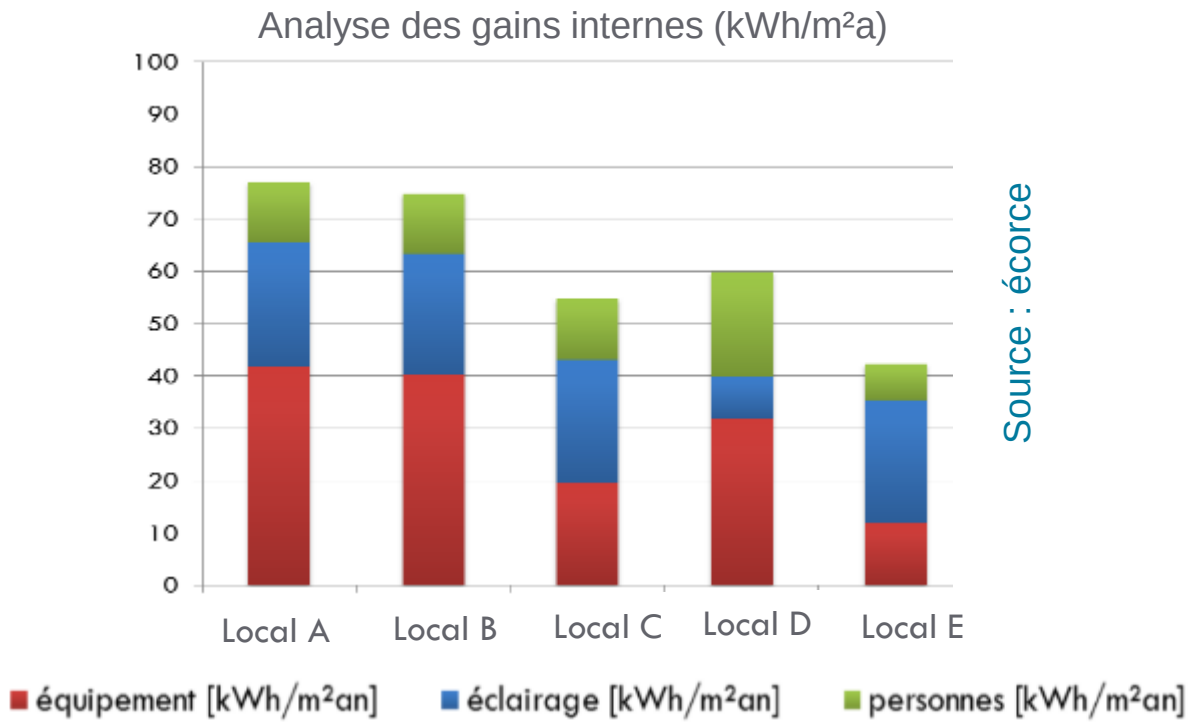
MAITRISER LES RÉACTIONS
- Du bâtiment
- Des occupants

EVACUER/REFROIDIR
- Refroidissement / rafraichissement passif
- Refroidissement actif

APPORTS INTERNES

Sources

- Occupants
- Eclairage
- Equipement informatique
- Equipement électroménager
- …



Source : écorce

APPORTS INTERNES

Stratégie

- Limiter les apports internes

  ⇨ **Ordre de grandeur: viser max 40 W/m² pour se passer de froid actif**

- Zonage:
  - Disposer les pièces à forte occupation au nord
  - Rassembler les sources importantes d'apports internes, limiter le nombre de locaux à traiter

    ⇨ **Ex: local serveur, local dédié aux imprimantes…**

APPORTS INTERNES

Quelques ordres de grandeur

- Pour un local de 10 m², 40 W/m² équivaut à:
  - Scénario 1:
    1 personne + éclairage performant + 1 ordinateur fixe écran plat + 1 imprimante
  - Scénario 2:
    2 personnes + éclairage performant + 2 ordinateurs fixes écran plat

	Dégagement de chaleur [W]
Occupants (assis au repos)	70 W/pers
Eclairage ancien	20 W/m²
Eclairage performant	10 W/m²
1 ordinateur fixe	100 W/m²
1 ordinateur fixe écran plat	60 W
1 ordinateur portable	30 W
1 imprimante	140 W
1 télévision	150 W

APPORTS INTERNES

Eclairage artificiel

- Participe au confort visuel, suivant les recommandations de la NBN EN 12464 Lumière et éclairage des lieux de travail (Partie 1 = intérieur / Partie 2 = extérieur)

- Mais…
  - Consommation d'énergie
  - Apports internes

Source : énergie+
& Bruxelles environnement

Exemple d'un bureau paysager

Surface :	± 12 m²/pers
Puissance installée – éclairage	10 W/m²

Soit une puissance par poste de travail de **120 W**

A comparer à

- La puissance émise par un corps humain : +/- 80 W
- La puissance de la bureautique
- Un ordinateur portable : +/- 30W
- Un ordinateur fixe et un écran : +/- 100 W
- Une imprimante laser : 150 - 250 W (puissance en attente : 70 W)

APPORTS INTERNES

Optimiser l'éclairage artificiel

- Réduction du besoin via une conception favorisant l'éclairage naturel
- Equipements plus performants, dégageant moins de chaleur
  - Ancien éclairage peu performant: variable (de 10 à 25 W/m²)
    → Nouvel éclairage performant: 6 W/m² en LED
- N'éclairer artificiellement que lorsque c'est vraiment nécessaire.
  Optimiser suivant les cas via:
  - Régulation en fonction de l'éclairage naturel (sonde de luminosité)
    → Régulation différenciée (zonage) des luminaires près/loin des sources de lumière naturelle
  - Détecteurs de présence/absence
  - Horloge

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
- Notions
- Enjeux

LIMITER LES APPORTS
- Apports solaires
- Apports internes

MAITRISER LES RÉACTIONS
- **Du bâtiment**
- Des occupants

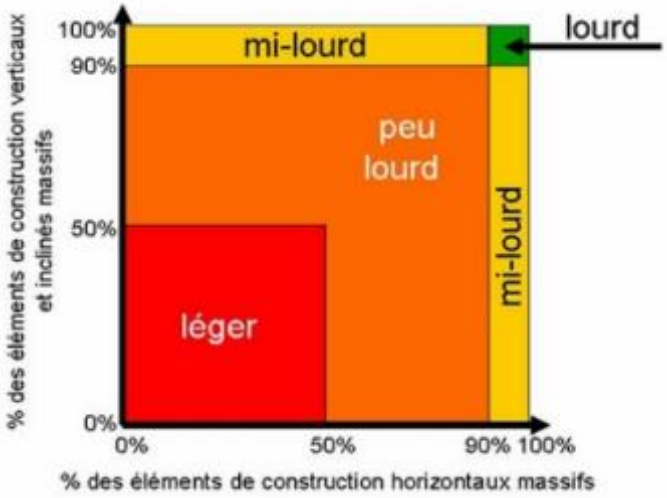
EVACUER/REFROIDIR
- Refroidissement / rafraichissement passif
- Refroidissement actif

LES RÉACTIONS DU BÂTIMENT

Profiter de l'inertie thermique du bâtiment

- Inertie = capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit.
- Plus un matériau est lourd, plus il a d'inertie

⇨ **Elément de construction « lourd »: $m_s \geq 100$ kg/m²**



Définition du niveau d'inertie selon la PEB

LES RÉACTIONS DU BÂTIMENT

Profiter de l'inertie thermique du bâtiment

- Inertie = capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit.
- Plus un matériau est lourd, plus il a d'inertie

⇨ **Elément de construction « lourd »: $m_s \geq 100$ kg/m²**

- Pour être efficace, la masse doit être accessible

Ossature bois (murs/charpente/planchers)

Léger

Bâtiment murs lourds + plancher/charpente bois

Peu lourd

Bâtiment murs/plancher lourds + charpente bois

Mi-lourd

Bâtiment 100% béton

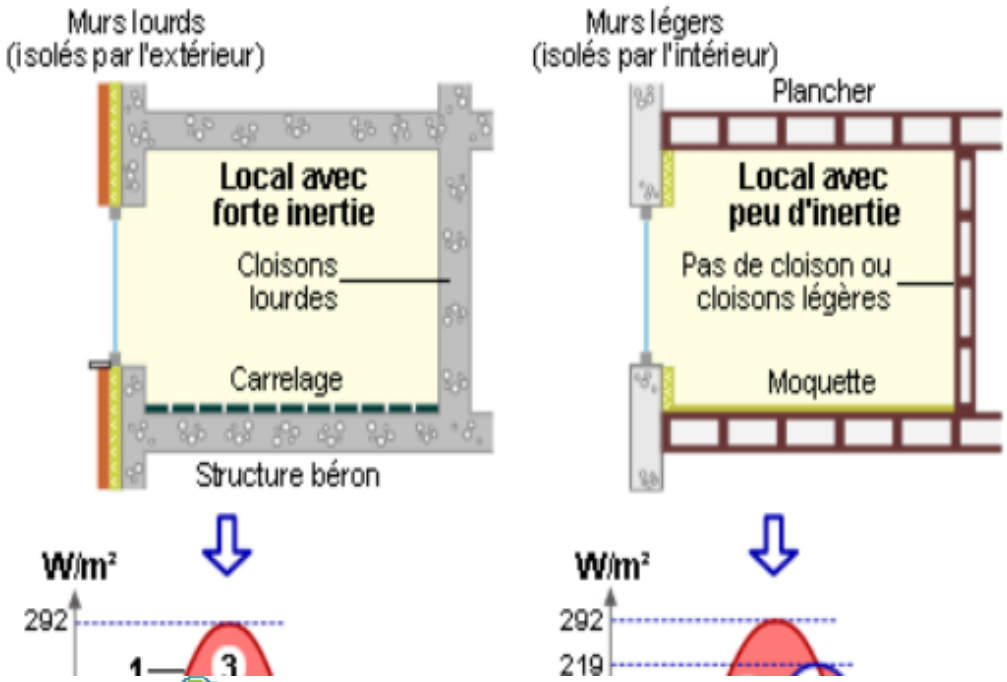
Lourd

Mur avec contre-cloison interne isolée

LES RÉACTIONS DU BÂTIMENT

Profiter de l'inertie thermique du bâtiment

- Intérêt
  - Déphasage plus long
    → restitution de chaleur lors de moments moins critiques (fin journée/nuit)
  - « Lissage » des pics de chaleur
    → comportement thermique du bâtiment plus stable
    → absorbe mieux les variations de t° extérieure



1 : apports instantanés
2 : charge réelle retardée
3 : chaleur emmagasinée
4 : chaleur restituée

Source/Bron : énergie +

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
- Notions
- Enjeux

LIMITER LES APPORTS
- Apports solaires
- Apports internes

MAITRISER LES RÉACTIONS
- Du bâtiment
- **Des occupants**

EVACUER/REFROIDIR
- Refroidissement / rafraichissement passif
- Refroidissement actif

LES RÉACTIONS DES OCCUPANTS

Plusieurs facteurs

- Adaptabilité vestimentaire (ou non)
- Capacité d'action sur leur confort
  - Fenêtres ouvrantes?
  - Possibilité de créer un tirage thermique?
- Information, écolage
- Responsabilisation

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
- Notions
- Enjeux

LIMITER LES APPORTS
- Apports solaires
- Apports internes

MAITRISER LES RÉACTIONS
- Du bâtiment
- Des occupants

EVACUER/REFROIDIR
- **Refroidissement / rafraichissement passif**
- Refroidissement actif

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LA VENTILATION

Mesures passives

- Solutions sans recours à une machine frigorifique
- Les solutions passives peuvent aussi être consommatrices d'énergie électrique:
  - Alimentation de ventilateurs
  - Gestion d'ouvertures motorisées
  - …

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LA VENTILATION

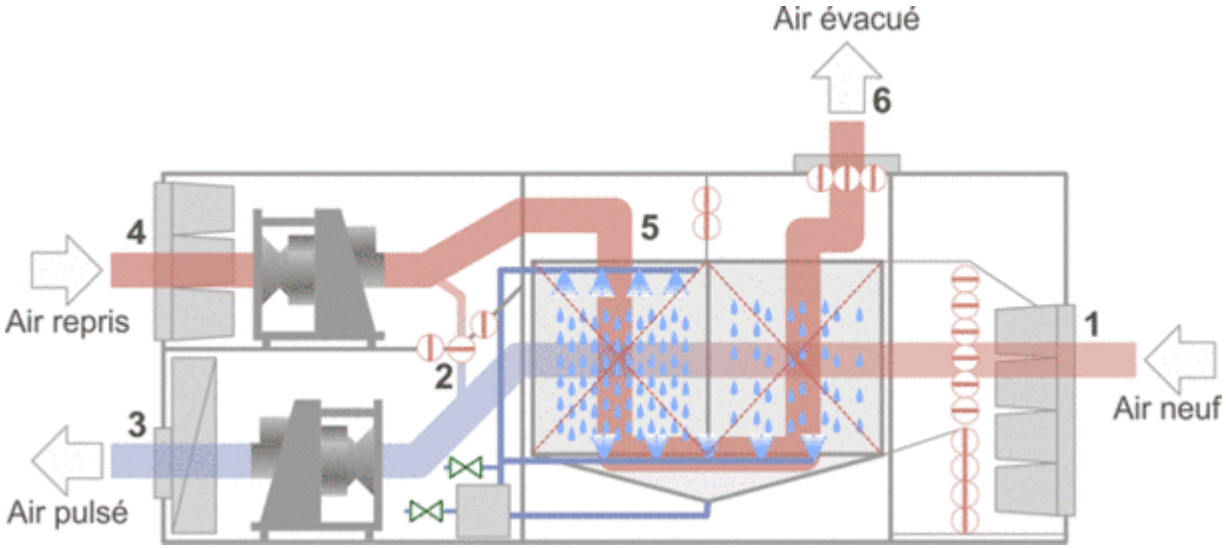
Ventilation hygiénique - minimiser l'introduction d'air chaud

- Limiter le débit de ventilation au débit strictement nécessaire pour les besoins hygiéniques,
- Echangeur de chaleur pour refroidir l'air introduit.
- Si $T°_{air\ ext} < T°_{air\ int}$ → by-passer l'échangeur de chaleur.

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LA VENTILATION

Ventilation hygiénique - refroidissement adiabatique

- Air repris humidifié avant ou dans l'échangeur
- Evaporation de l'eau avec absorption des calories de l'air → l'air se refroidit
- Efficace pour débits importants → Orienté tertiaire et industriel



Source/Bron : énergie +

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LA VENTILATION

Ventilation intensive / free-cooling - Principe

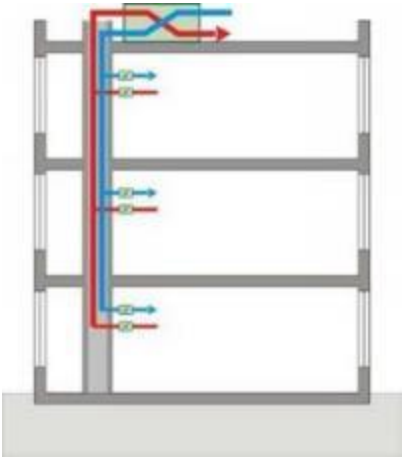
- Attention: ≠ ventilation hygiénique
- Objectifs:
  - remplacer l'air chaud intérieur par de l'air plus frais extérieur,
  - décharger la masse thermique du bâtiment (mesure d'autant plus efficace que la masse thermique du bâtiment est importante).

⇨ **La ventilation intensive permet un rafraichissement du bâtiment d'une puissance limitée mais souvent suffisante en hiver ou en moyenne saison**

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LA VENTILATION

Ventilation intensive / free-cooling – méthodes

- Via ventilation mécanique
  - déplacement de l'air par ventilateurs. Généralement via réseau de ventilation hygiénique
  - Débits ventilation intensive couramment rencontrés >> débits hygiéniques
    ≈ 8 vol/h ≈ 1 vol/h



Source/Bron : Bruxelles Environnement

Avantages

- Maîtrise des débits

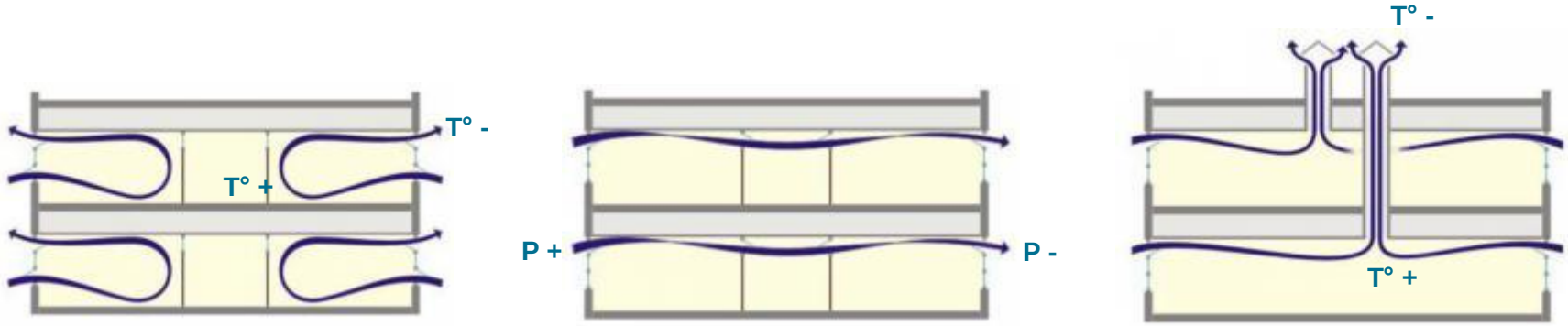
Inconvénients

- Consommation électrique du groupe
- Surdimensionnement du réseau (groupe et gaines)

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LA VENTILATION

Ventilation intensive / free-cooling – méthodes

- Via ventilation mécanique
- Via ventilation naturelle
  - Ventilation unilatérale – effet cheminée (Δt°)
  - Ventilation transversale – effet du vent (Δp_{vent})
  - Ventilation verticale - effet cheminée (Δt°)



Source/Bron : UCL

Efficacité

Avantages

- Méthode naturelle passive,
sans Consommations de ventilateurs

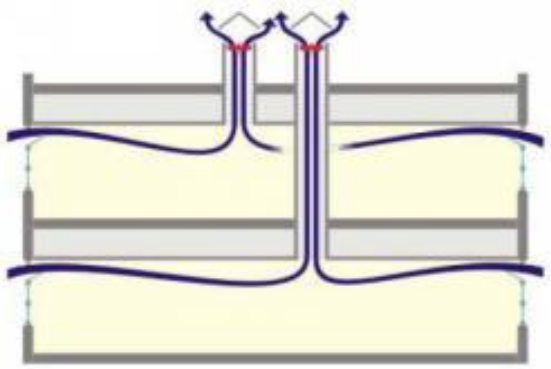
Inconvénients

- Gestion et intégration des ouvertures
- Débits variables suivant conditions climatiques

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LA VENTILATION

Ventilation intensive / free-cooling – méthodes

- Via ventilation mécanique
- Via ventilation naturelle
- Via ventilation hybride
  - Pulsion naturelle + évacuation mécanique (le plus courant)
  - Pulsion mécanique + évacuation naturelle



Source/Bron : UCL

Avantages

- Plus simple à mettre en place
- Maitrise des débits

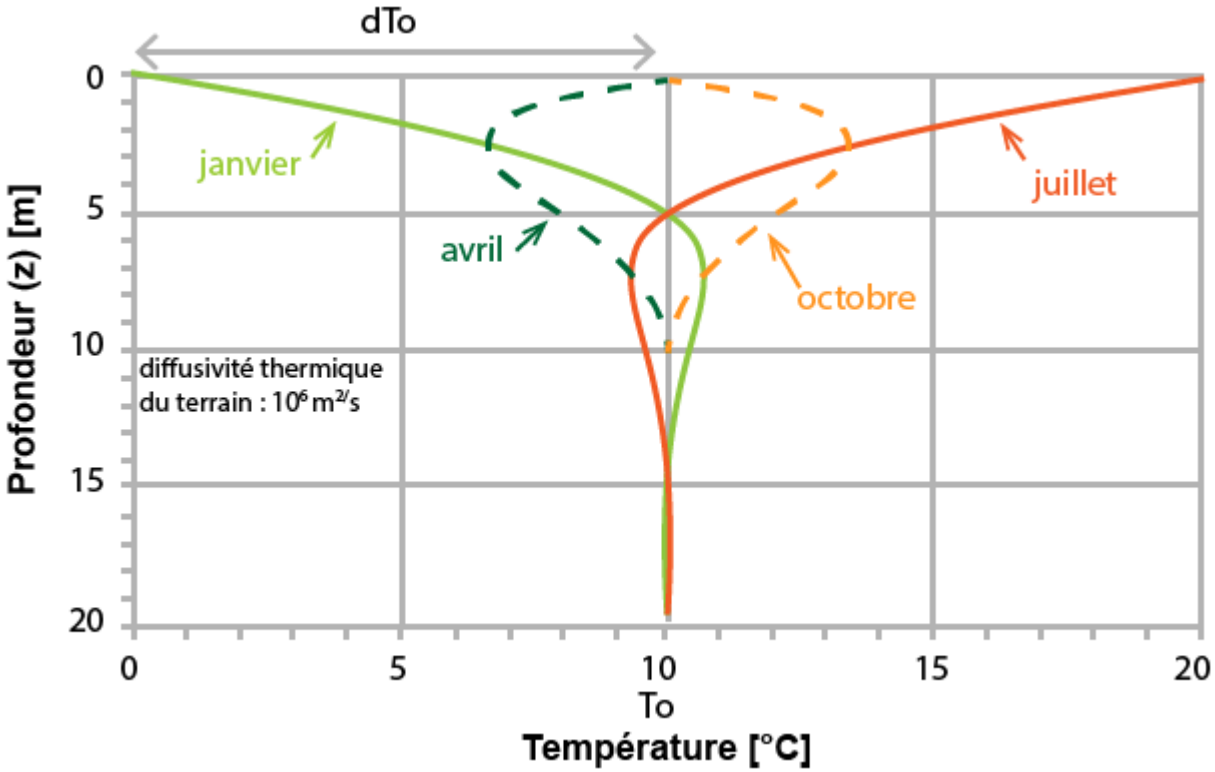
Inconvénients

- Gestion des ouvertures
- Consommation des ventilateurs

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LE SOL

Géocooling

- Récupération de la fraicheur du sol via sondes géothermiques dans lesquelles circule de l'eau (réseau fermé)
- Pour Profondeur ≥ 10m, t° ≈ 10 … 12 °C

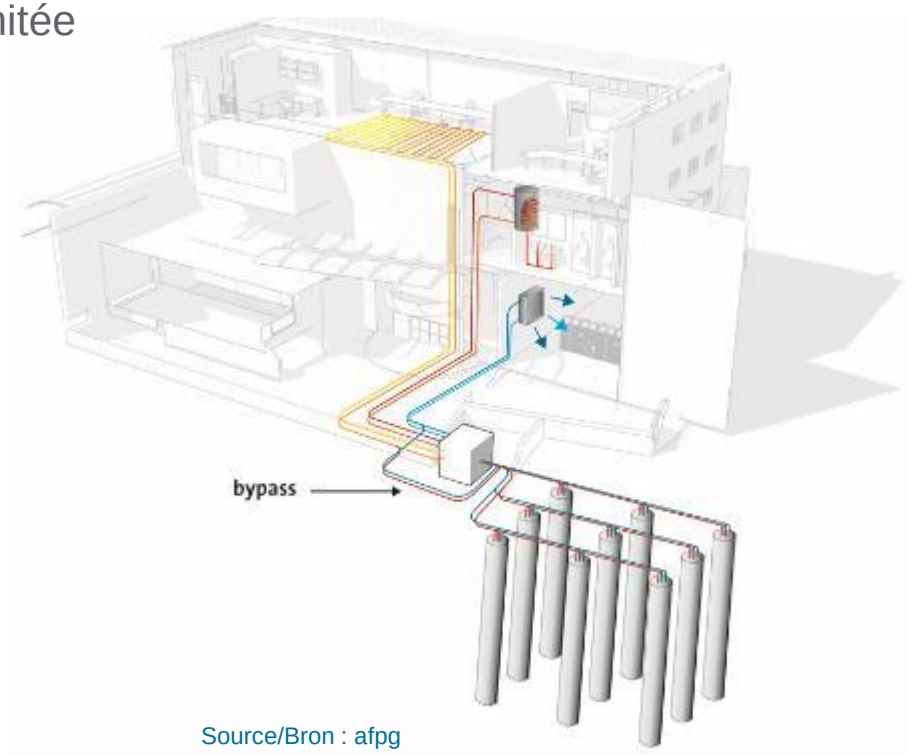


Variation annuelle de la t° du sous-sol en fonction de la profondeur
Source/Bron : énergie +

REFROIDISSEMENT/RAFRAICHISSEMENT PASSIF - VIA LE SOL

Géocooling

- Géocooling ≠ Géothermie
  Pas d'utilisation de PAC Utilisation de PAC
- Réalisé via bypass de la PAC
- Distribution de l'eau froide produite vers plafonds froids, dalles actives ou batteries de traitement d'air, voire ventilo-convecteur
- Puissance limitée



Source/Bron : afpg

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
- Notions
- Enjeux

LIMITER LES APPORTS
- Apports solaires
- Apports internes

MAITRISER LES RÉACTIONS
- Du bâtiment
- Des occupants

EVACUER/REFROIDIR
- Refroidissement / rafraichissement passif
- **Refroidissement actif**

CLIMATISATION

Principe

- Recours à une machine frigorifique pour extraire la chaleur des locaux et la rejeter à l'extérieur.

  ⇨ **Consommation électrique!**

- Les machines frigorifiques fonctionnent par transfert d'énergie basé sur le changement de phase d'un fluide frigorigène → Pompe à chaleur
  - PAC géothermique
  - PAC air/air
  - PAC air/eau
  - …
- Si technologie réversible, la machine frigorifique peut également produire de la chaleur en hiver

CLIMATISATION

Principe

- 3 types principaux de systèmes, suivant mode de transport du froid:
  - Par air (généralement via réseau de ventilation hygiénique)
  - Par eau froide ou glacée
  - Par « détente directe »: contact direct entre l'air à refroidir et l'évaporateur de la machine frigorifique

CLIMATISATION

Principe

- Quand a-t-on recours à un système de climatisation?
  - 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 de climatisation!**

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

- Toujours limiter les apports internes et externes et mettre en place des stratégies passives au préalable.
- Il existe diverses systèmes et stratégies de refroidissement, à sélectionner au cas par cas en fonction des spécificités du projet.
- La sensation de surchauffe dépend de plusieurs facteurs, à maîtriser pour pouvoir agir efficacement.

OUTILS

Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Thème Energie

  Dossier | Appliquer une stratégie de refroidissement passif

  Dispositif | Free-cooling

Sites internet

- Energie+ : Choisir une protection mobile, fixe ou permanente
- Prosolis : Outil de comparaison des protections solaires

Formations

- Formation Bâtiment Durable – Pompe à chaleur

CONTACT

Julie RENAUX

Ingénieur projet

écorce sa

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be

?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION