


*1<sup>ère</sup> Rencontre Régionale des établissements de santé  
et médico-sociaux de Bourgogne-Franche-Comté*

# Comment réussir ensemble la transition énergétique ?

**Mercredi 14 Juin de 9h30 à 17h**  
*Hôtel Dieu - Hospices de Beaune (21)*

 **En option : Jeudi 15 juin (matin)**  
*Visite du Centre Hospitalier de Chalon-Sur-Saône, établissement  
pilote en matière d'énergie*

# Mieux prendre en compte le confort d'été dans les projets de rénovation énergétique et de construction



**Rémi MARGERIN**  
*Ingénieur*  
*Bureau d'études Inddigo*



**Didier POUL**  
*Responsable des Services techniques*  
*EHPAD départemental du Creusot*



**Romain MAGLIONE**  
*Conseiller Transition énergétique et écologique en santé*  
*GCS du Chalonnais/*  
*CH Chalon-sur-Saône*



1<sup>ère</sup> Rencontre Régionale des établissements de santé et médico-sociaux de Bourgogne-Franche-Comté  
Comment réussir ensemble la transition énergétique ? – 14 juin 2023





Réseau  
des établissements  
de santé  
en transition

# Mieux prendre en compte le **confort d'été** dans les projets de rénovation énergétique et de construction

Mercredi 14 Juin 2023



inddigo

[www.inddigo.com](http://www.inddigo.com)

# SOMMAIRE

**1. Notions de thermique**

**2. Démarche en construction neuve**

**3. Démarche en rénovation**

# SOMMAIRE

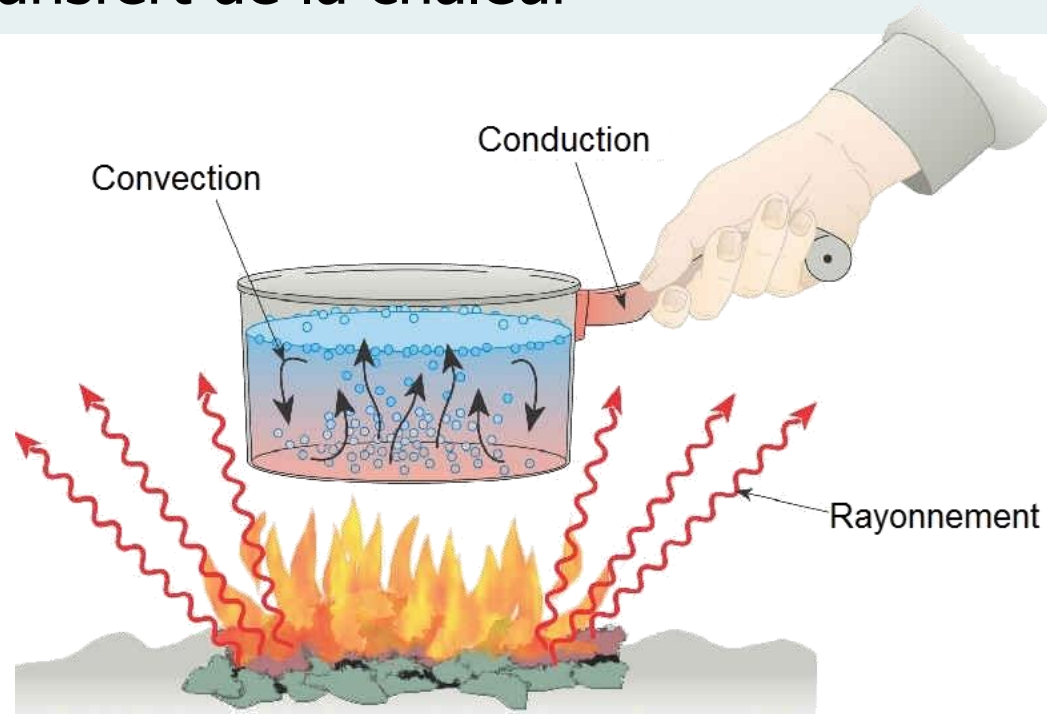
**1. Notions de thermique**

**2. Démarche en construction neuve**

**3. Démarche en rénovation**

# NOTIONS THERMIQUES

## 3 modes de transfert de la chaleur



### Conduction

Mode de transfert de chaleur dans les solides.

La chaleur se propage de proche en proche dans le solide.

### Convection

Mode de transfert de chaleur dans les fluides (Gaz, liquide).

Le fluide chaud moins dense que le fluide froid s'élève.

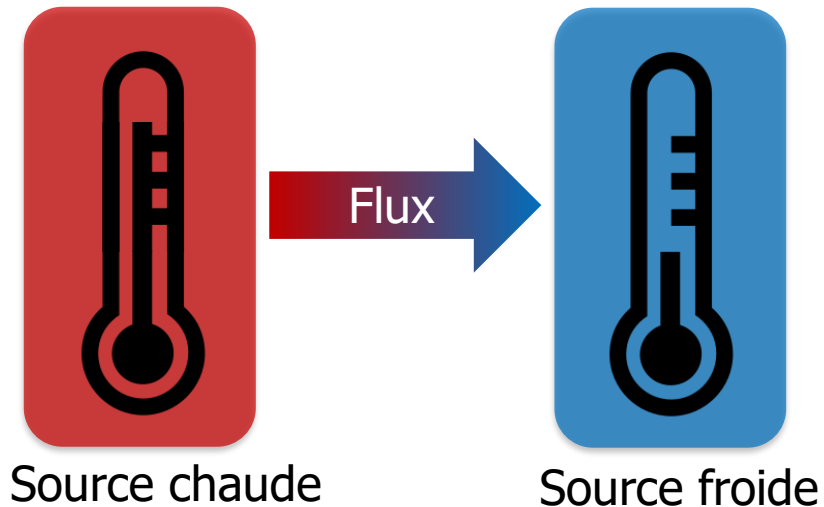
### Rayonnement

Mode de transfert sans support matériel. (vide)

Tous les corps perdent de la chaleur par rayonnement.

# NOTIONS THERMIQUES

## Flux de chaleur



- ✓ Les transferts de chaleur c'est-à-dire les échanges de calories se font naturellement d'un milieu chaud vers un milieu froid.
- ✓ Ces échanges de calories constituent un flux de chaleur du chaud vers le froid.
- ✓ Le flux de chaleur ( $\varphi$ ) caractérise l'écoulement d'énergie par unité de temps et de surface. (en  $\text{W}/\text{m}^2$ )
- ✓ La conductivité thermique ( $\lambda$ ) est la propriété qu'ont les corps de transmettre la chaleur par conduction.
  - Plus  $\lambda$  est petit, plus le matériau est isolant. (en  $\text{W}/\text{m}\cdot^\circ\text{K}$ )

$$\varphi = \lambda \frac{\Delta T}{e} \quad [\text{W}\cdot\text{m}^2]$$

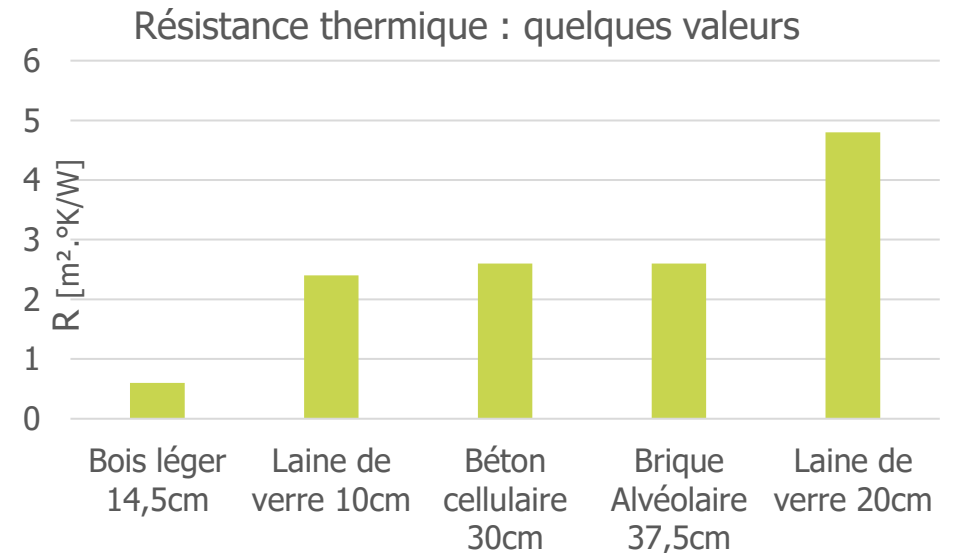
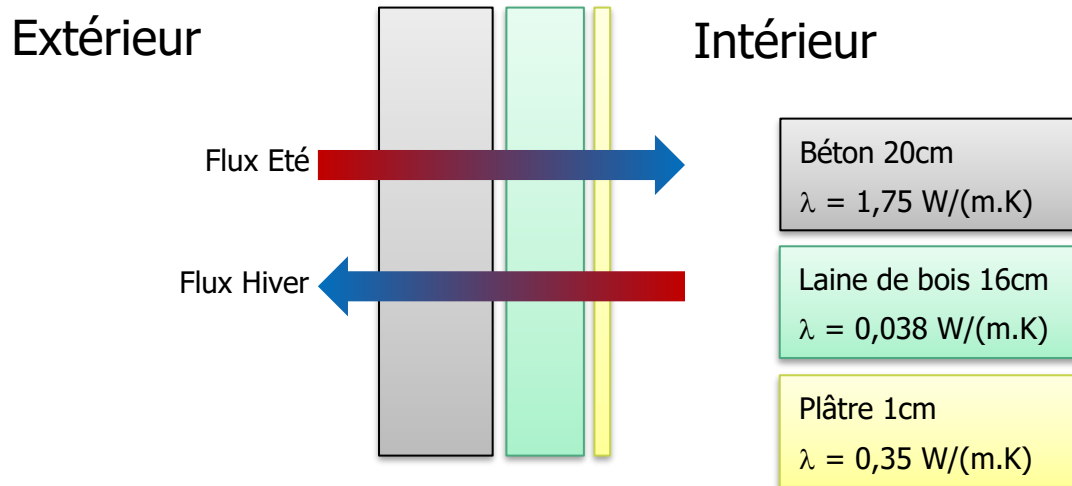
# NOTIONS THERMIQUES

## Résistance Thermique

- ✓ La Résistance thermique (R) : la résistance du matériau au passage de la chaleur.

$$R = \frac{e}{\lambda} \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

- Plus R est important, plus le matériau est isolant.



- $R \text{ totale} = R1 + R2 + \dots = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots$ 
  - $R = 4,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$



# NOTIONS THERMIQUES

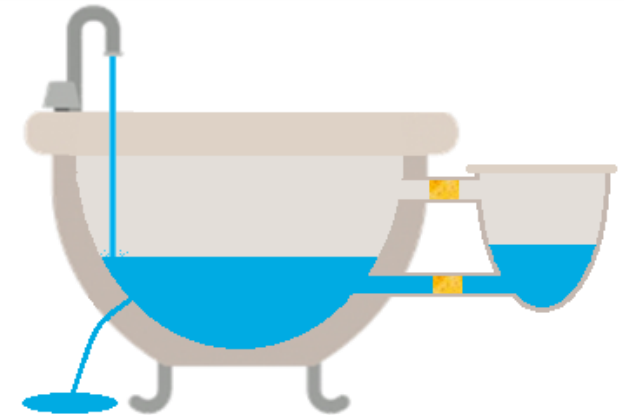
## Le Bilan thermique : Analogie baignoire



- ✓ Ventilation/Aération/Infiltrations
- ✓ Parois/Ponts thermiques



- ✓ Apports solaires
- ✓ Eclairage
- ✓ Occupants
- ✓ Informatique

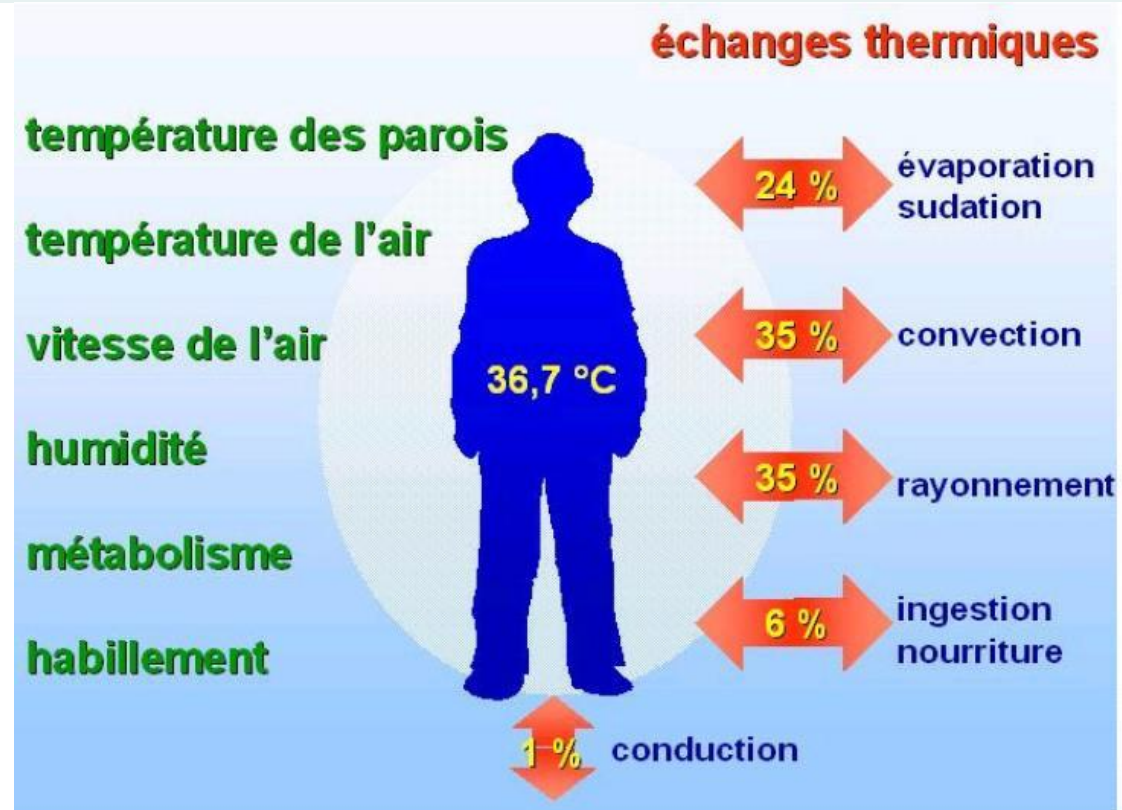


- ✓ Inertie par absorption
- ✓ Inertie de transmission

La baignoire	↔	La pièce (son air)
L'eau	↔	L'énergie
Les robinets	↔	Les apports
Les fuites	↔	Les déperditions
Le niveau d'eau	↔	La température
Les parois	↔	L'enveloppe

# NOTIONS THERMIQUES

## Confort Thermique : les phénomènes physiologiques

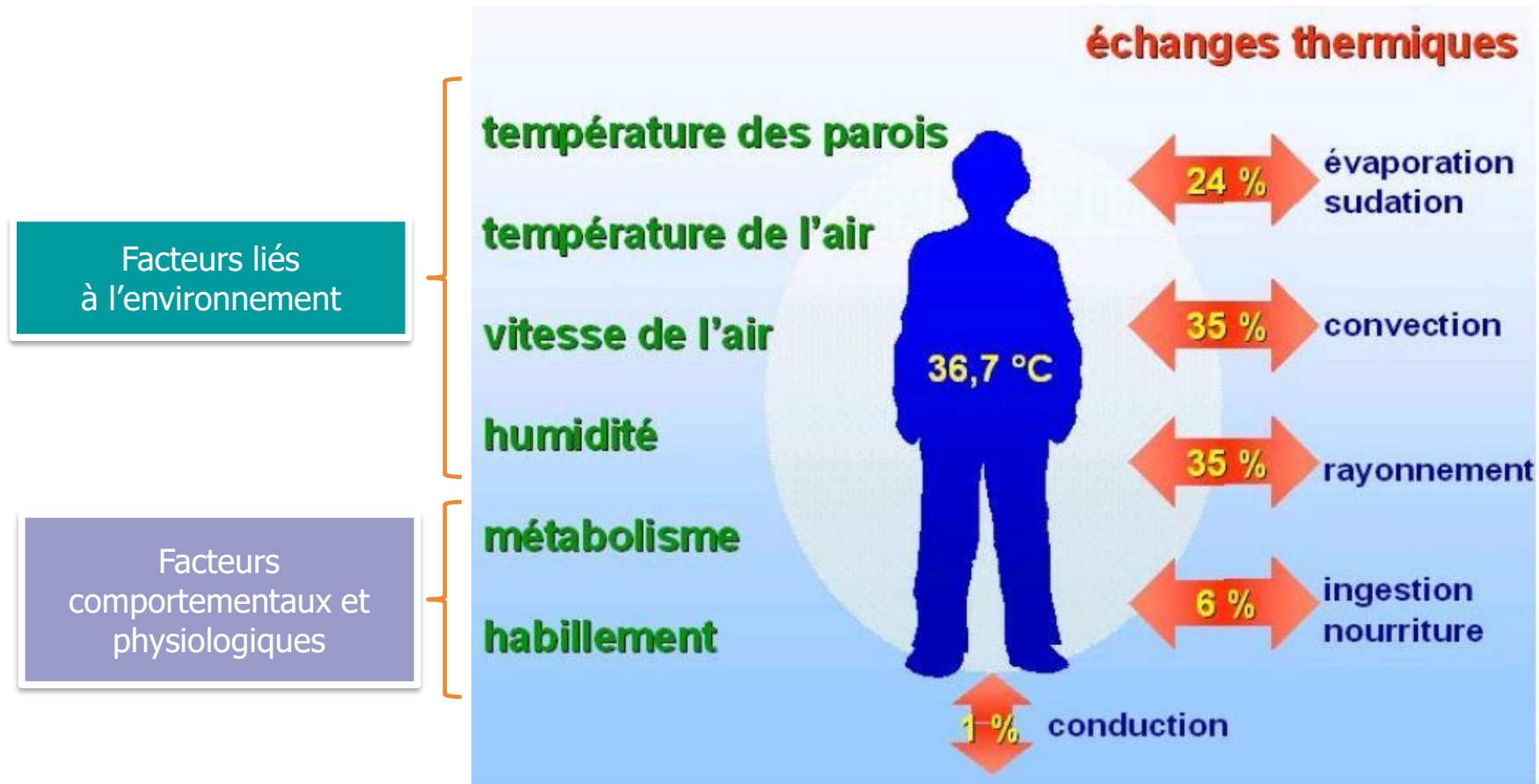


### Régulation du corps

1. Convection
2. Rayonnement
3. Evaporation
4. Conduction, respiration, ingestion => marginal

# NOTIONS THERMIQUES

## Confort Thermique : les paramètres du confort







# NOTIONS THERMIQUES

## Confort Thermique : les principaux paramètres de confort

La notion de confort diffère selon :

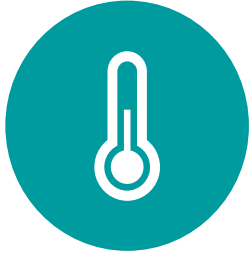
- Sexe, âge, constitution, santé, nourriture, habillement, activité (métabolisme)...
- Les paramètres psychologiques et socio-culturels

Toutefois des zones moyennes de confort peuvent être définies, avec comme paramètres déterminants :

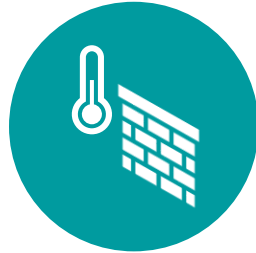
-  Température de l'air dont gradients horizontaux/verticaux
-  Température des parois et les asymétries de rayonnement des parois
-  Humidité relative de l'air
-  Mouvements de l'air ambient vitesse d'air, courants d'air

# NOTIONS THERMIQUES

## Confort Thermique : les principaux paramètres de confort



**Température de l'air**



**Température des parois  
Température radiative**



**Métabolisme  
Activité**



**Mouvements d'air**



**Humidité de l'air**



**Habillement**

Facteurs liés  
à l'environnement

Facteurs  
comportementaux  
et physiologiques

# NOTIONS THERMIQUES

## Confort Thermique : la thermorégulation

### ✓ Thermorégulation comportementale

- Modifier son habillement
  - Modifier son activité
  - Se déplacer dans un lieu plus confortable
- Nécessite une liberté d'aménagements au niveau du temps, du matériel et de l'espace.

### ✓ Thermorégulation physiologique

- Transpiration
  - Vasoconstriction ou vaso-dilatation
  - Frissons
- Fatigant pour l'individu : perte d'eau et de minéraux et ralentissement des métabolismes énergétiques.

### ✓ **Thermorégulation de l'environnement**

- Contrôle du bâtiment: Température, vitesse de l'air, humidité, apports solaires.

- Il est quasi impossible de satisfaire tout le monde ...
- Il faut créer un environnement dans lequel le pourcentage de personnes insatisfaites est le minimum !

# SOMMAIRE

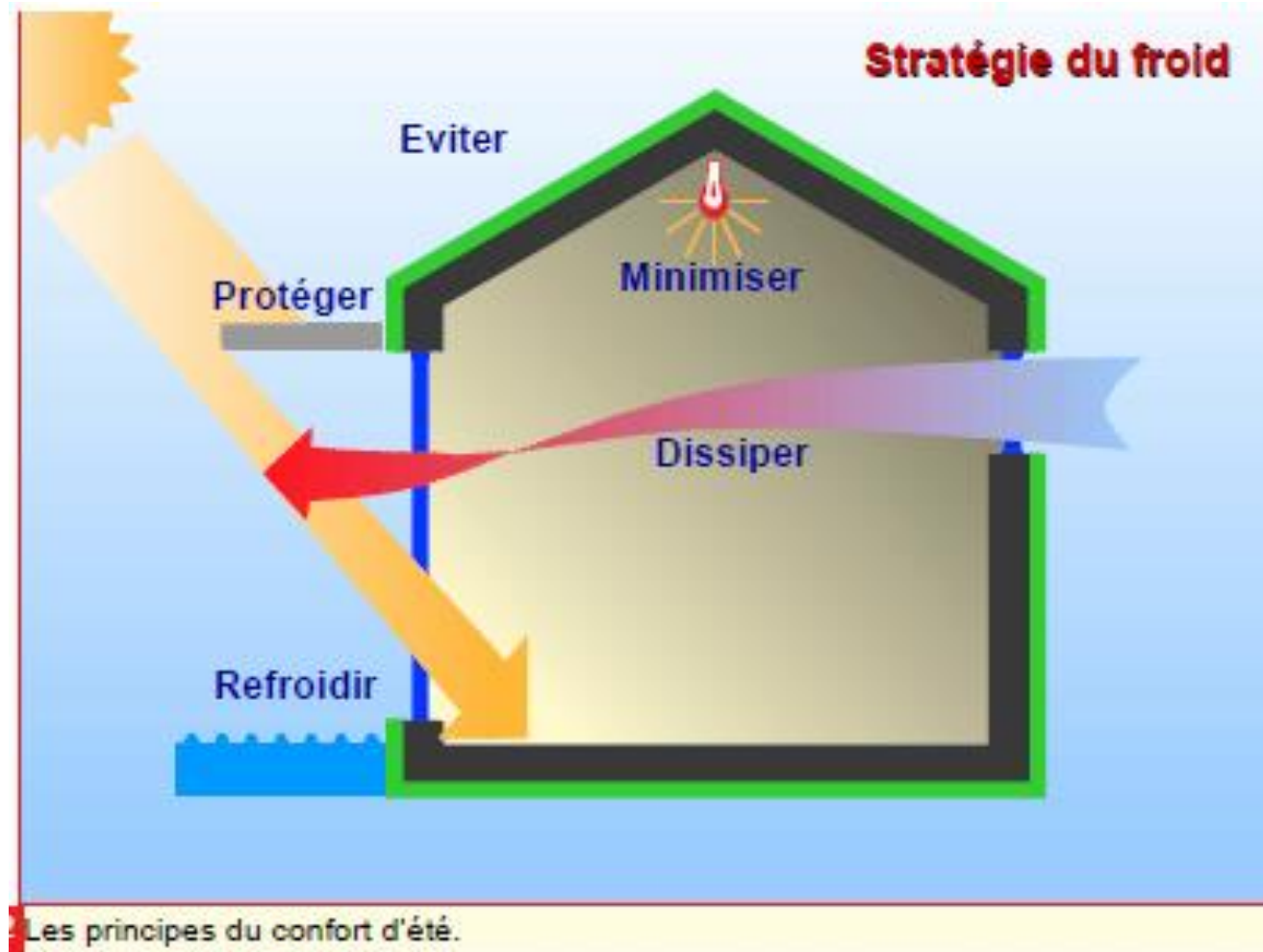
**1. Notions de thermique**

**2. Démarche en construction neuve**

**3. Démarche en rénovation**

# LE CONFORT EN CONSTRUCTION NEUVE

## Stratégie bioclimatique



Source: guide de l'architecture bioclimatique



## Conception Bioclimatique

### Définition

“

✓ **Conception propre à un environnement donné, visant à rendre un bâtiment confortable pour ses occupants et adapté à son usage en consommant le moins d'énergie possible.**

”

### Définition

“

✓ Conception propre à un **environnement** donné, visant à rendre un bâtiment **confortable** pour ses **occupants** et adapté à son **usage** en consommant le **moins d'énergie** possible.

”

- ✓ Conforts : thermique, visuel, acoustique
- ✓ Santé : Qualité d'air intérieur, acoustique
- ✓ Performance énergétique : réduction des consommations

# LE CONFORT EN CONSTRUCTION NEUVE

## Bioclimatisme

### Traduction

- ✓ D'abord des **bâtiments peu déperditifs**
- ✓ Adaptés au **climat**
- ✓ Une conception adaptée à l'**usage**
- ✓ Dans une logique de **confort des occupants**
- ✓ Via des **parois** optimisées
- ✓ Et des **protections solaires** efficaces



# LE CONFORT EN CONSTRUCTION NEUVE

## Bioclimatisme



### Traduction

- ✓ D'abord des **bâtiments peu déperditifs**
- ✓ Adaptés au **climat**
- ✓ Une conception adaptée à l'**usage**
- ✓ Dans une logique de **confort des occupants**
- ✓ Via des **parois** optimisées
- ✓ Et des **protections solaires** efficaces

  ⇒ **Etanchéité à l'air**

 ⇒ **Matériaux**

  ⇒ **Protections solaires**



  ⇒ **Isolation**

 ⇒ **Compacité**

  ⇒ **Ventilation**

  ⇒ **Apports solaires gratuits**

  ⇒ **Ponts thermiques**

  ⇒ **Inertie**

## Stratégie conception bioclimatique

1. **Implantation** : analyse de site pour en tirer profit
2. **Enveloppe** : compacité, isolation, ponts thermiques, étanchéité à l'air
3. **Confort/énergie** : larges ouvertures, protections solaires
4. **Efficacité** : systèmes passifs / actifs, EnR

## Stratégie conception bioclimatique

### **1. Analyse de l'environnement urbain et climatique**

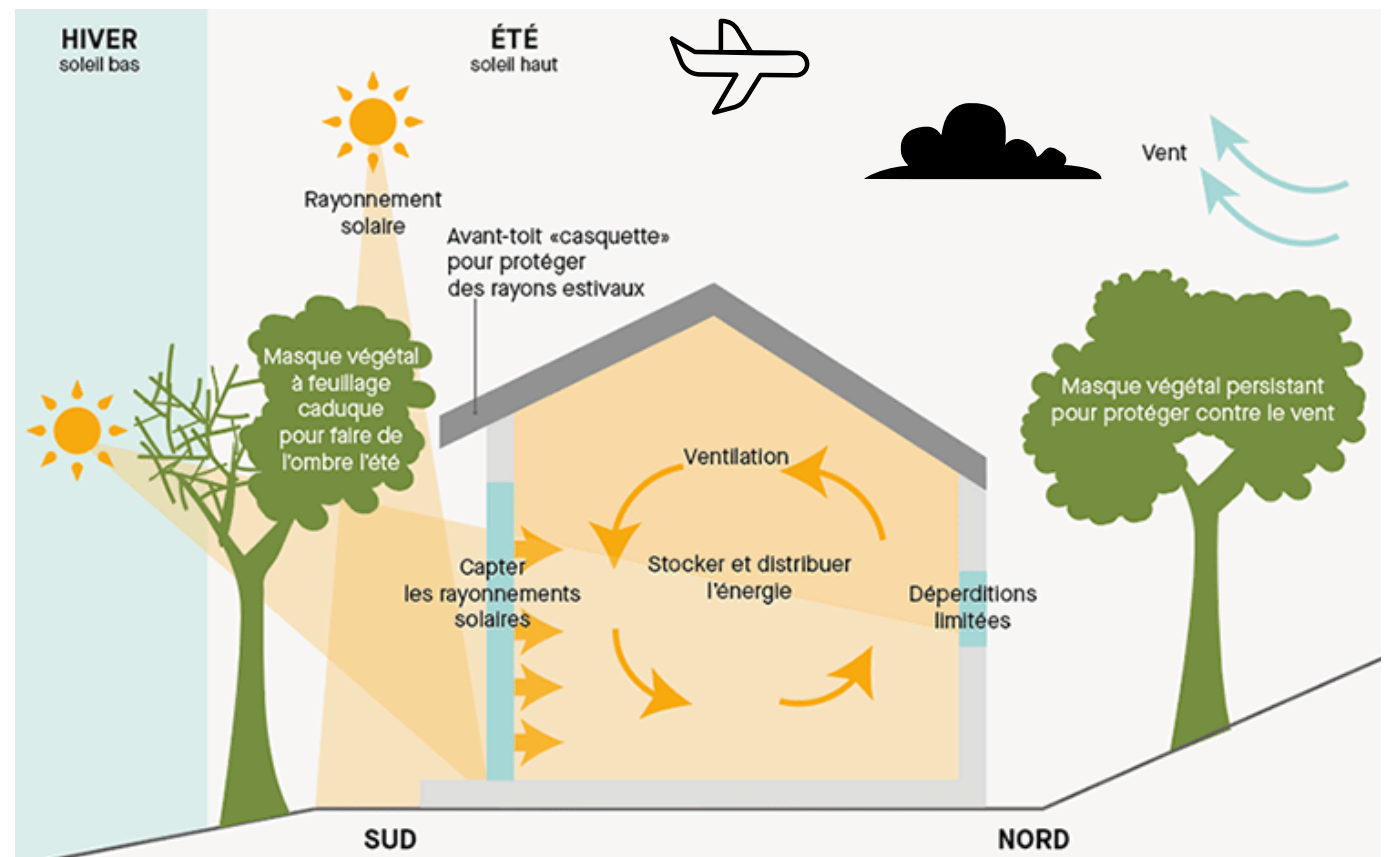
- Ensoleillement
- Vents
- Température
- Qualité de l'air extérieur
- Nuisances Acoustiques

# LE CONFORT EN CONSTRUCTION NEUVE

## Stratégie conception bioclimatique

### Contraintes et atouts de l'environnement d'un bâtiment

- Masques solaires
- Nuisances acoustiques
- Topographie
- Espaces verts
- Effet d'Ilot de chaleur urbain
- Vents
- Température
- Qualité de l'air extérieur
- Végétation



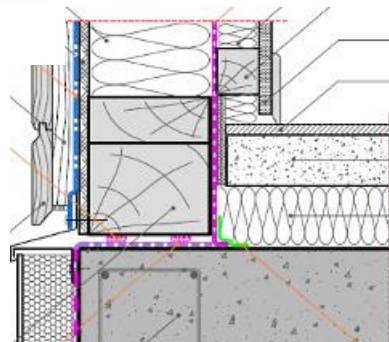
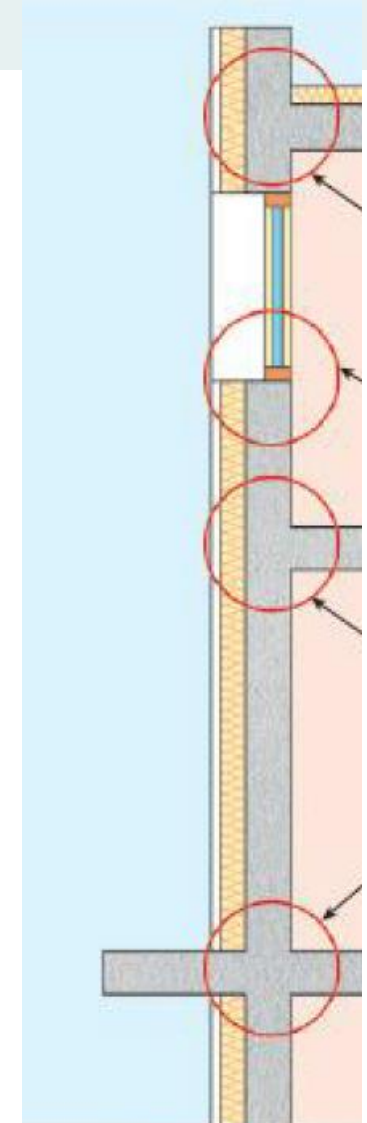
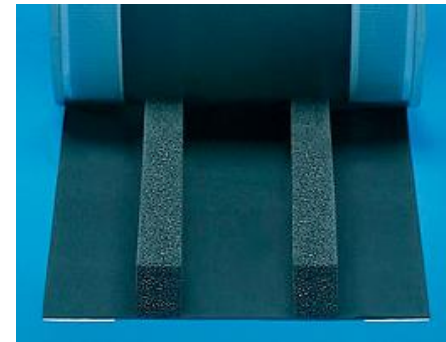
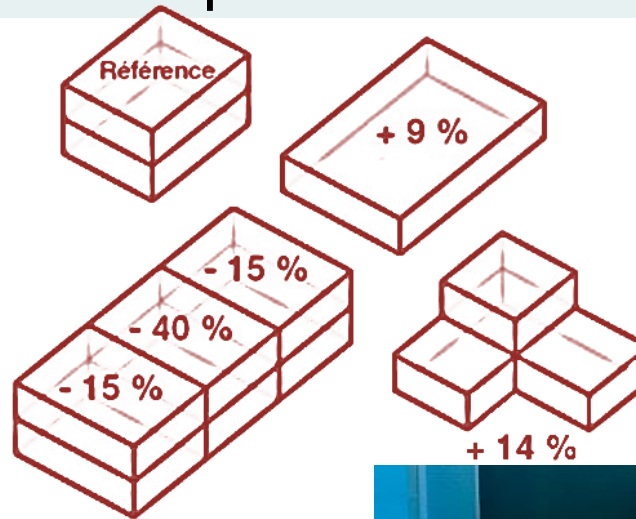
Source: Qualitel

# LE CONFORT EN CONSTRUCTION NEUVE

## Stratégie conception bioclimatique

### 2. Enveloppe

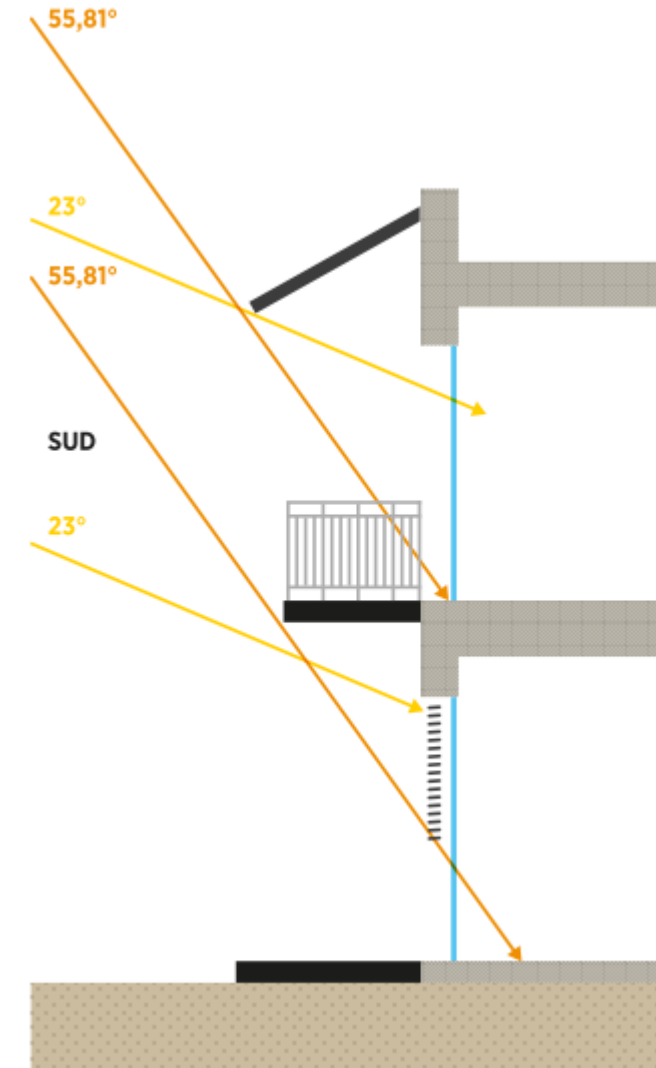
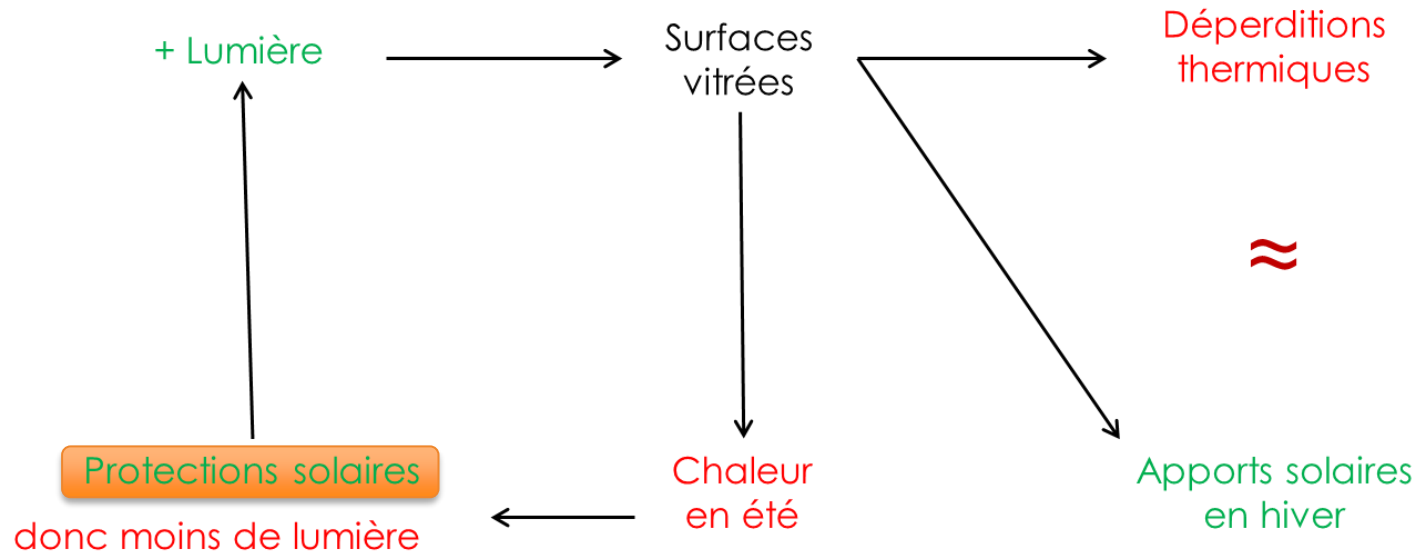
- ✓ **Compacité**
- ✓ **Isolation et Ponts thermiques**
- ✓ **Etanchéité à l'air**





## Stratégie conception bioclimatique

### 3. Maitrise des apports solaires



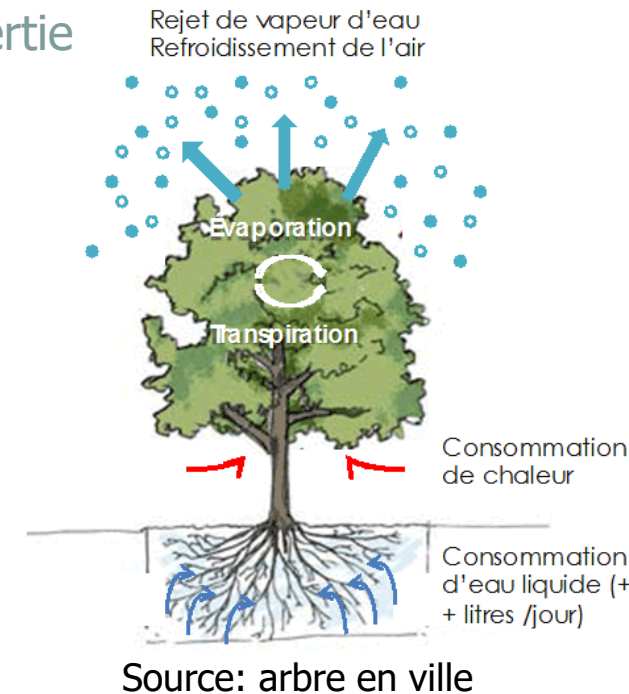
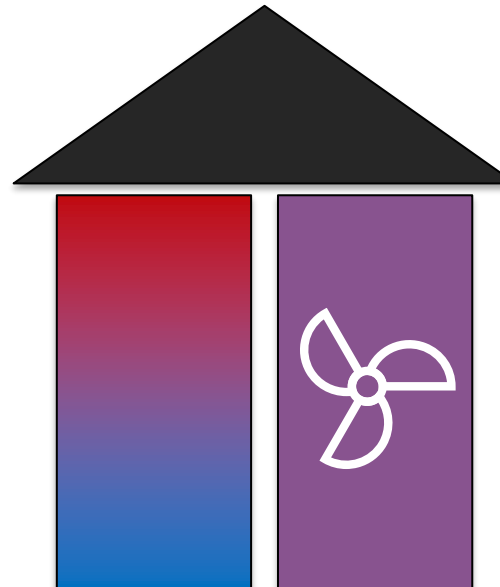
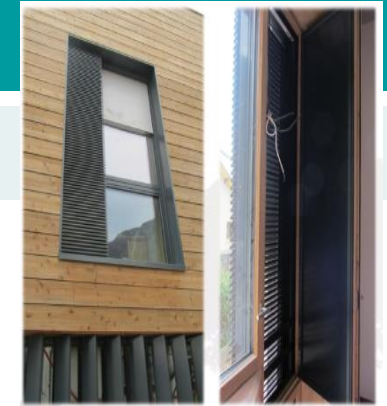
# LE CONFORT EN CONSTRUCTION NEUVE

## Stratégie conception bioclimatique

### 4. Efficacité : systèmes passifs

#### ✓ Systèmes Passifs / Low-Tech

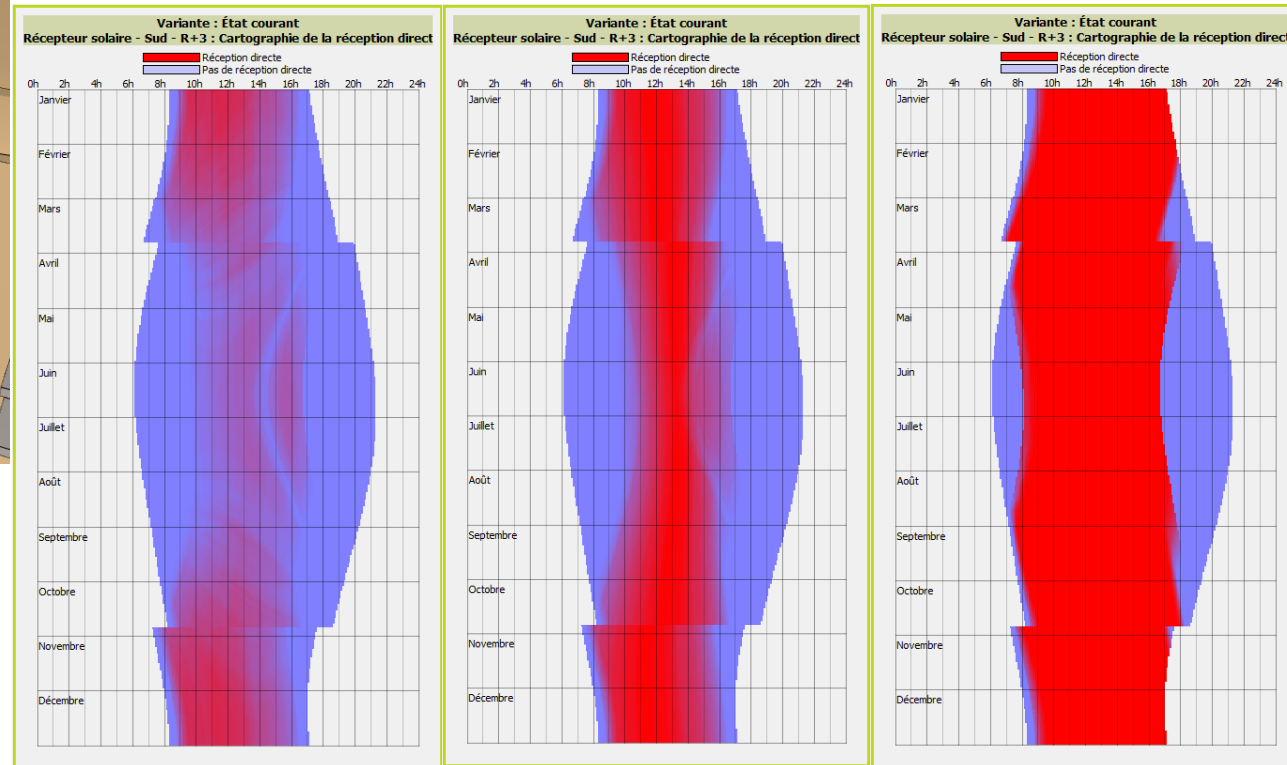
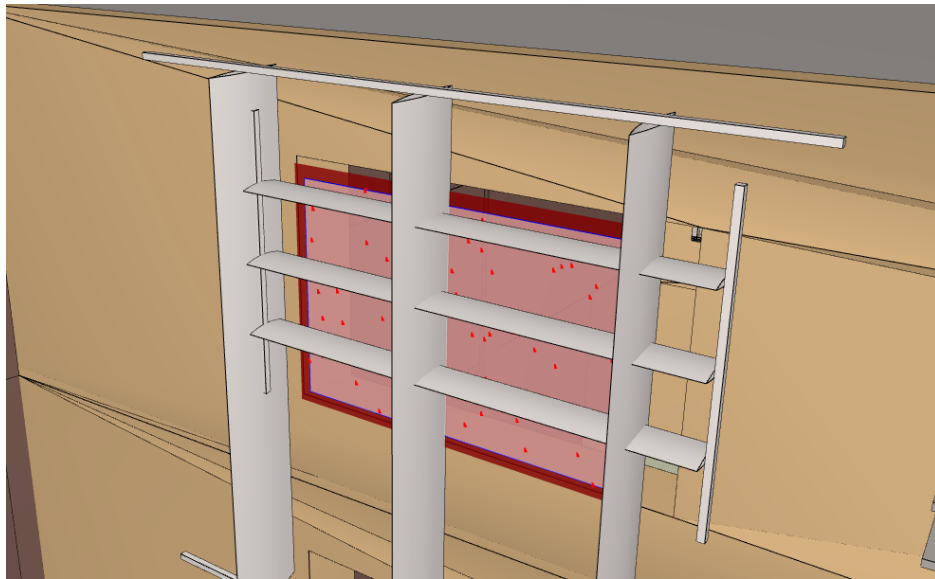
- Gestion lumière naturelle et apports solaires
- Brises soleil orientables ou fixes
- Vitrages Sud sans allège
- Brasseurs d'air
- Isolation / Inertie
- Végétalisation
- Ventilation



## Bioclimatisme

### Outils d'aide à la conception

#### 1. Dimensionnement des protections solaires



#### Cartographie annuelle du rayonnement solaire direct :

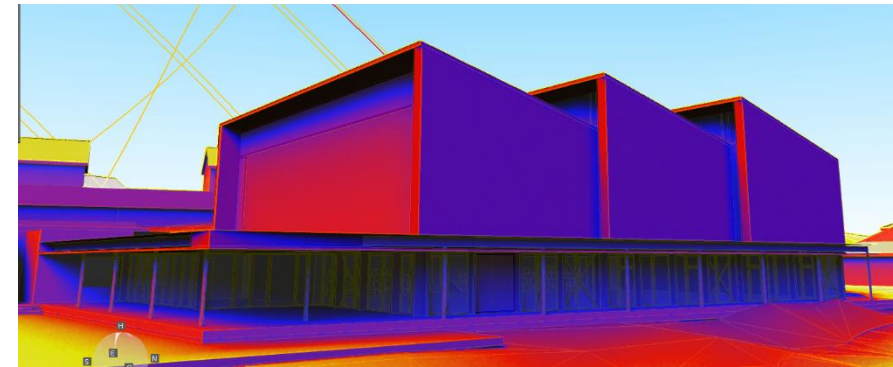
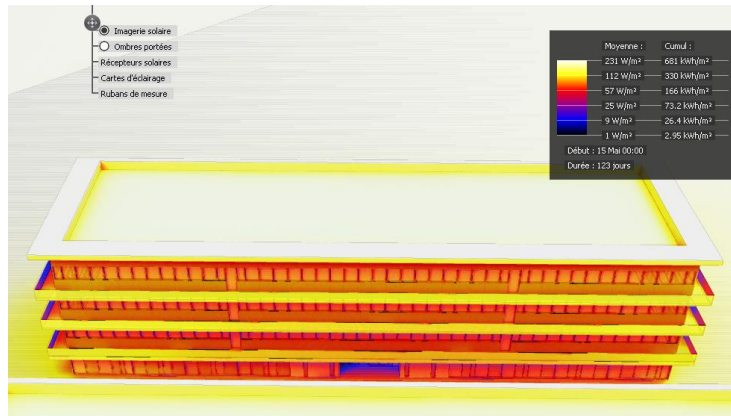
- A gauche avec protections fixes verticales + horizontales
- Au milieu avec protections fixes verticales seules
- A droite sans protections fixes

## Bioclimatisme

### Outils d'aide à la conception

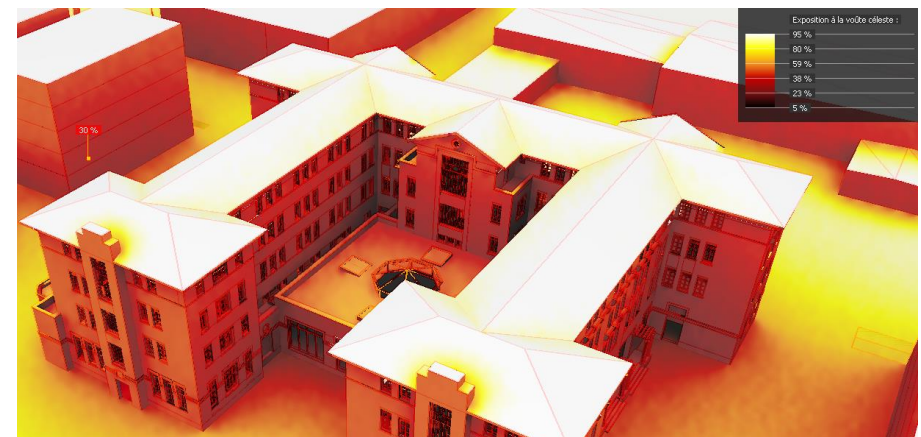
#### 1. Dimensionnement des protections solaires

Irradiation solaire  
(kWh/m<sup>2</sup>)



Exposition solaire (heures)

Ombres portées



Exposition à la voûte céleste (%)

# LE CONFORT EN CONSTRUCTION NEUVE

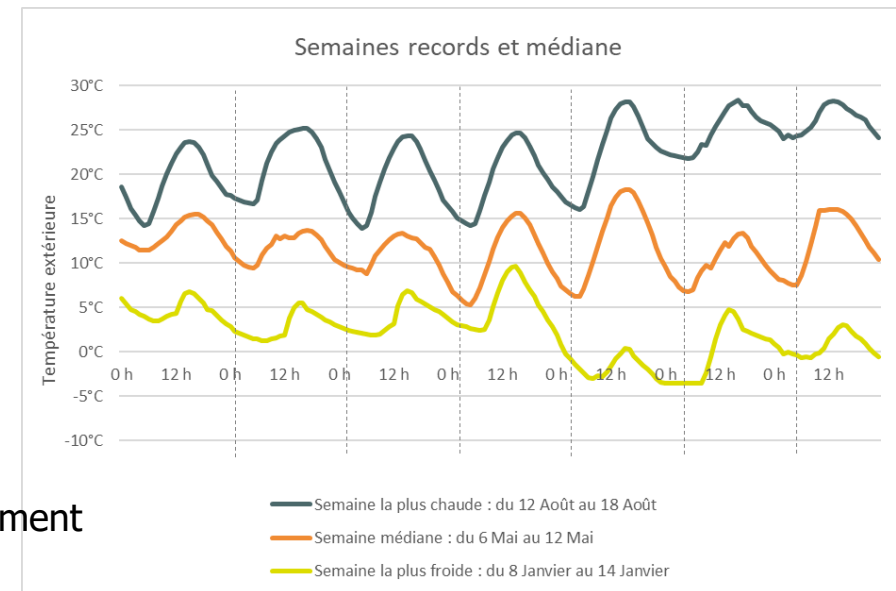
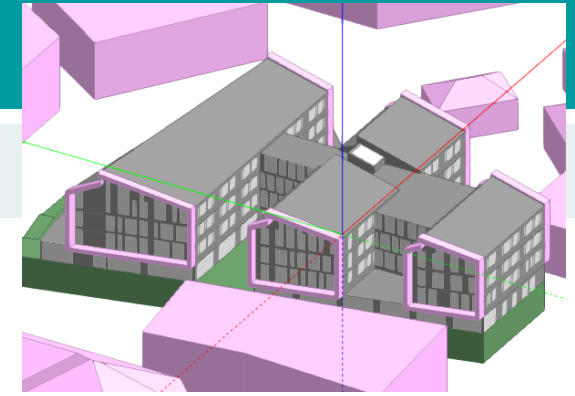
## Bioclimatisme

### Outils d'aide à la conception

#### 1. Simulation Thermique Dynamique (STD)

#### 3 raisons principales

- **L'optimisation**
  - ⇒ Comparer des variantes
  - ⇒ Identifier la solution la plus performante
- **La validation**
  - ⇒ Calcul de validation d'un critère donné
- **La prédiction**
  - ⇒ Objectif avoir une estimation fiable des performances réelles d'un bâtiment
  - ⇒ Complexe



	Nombre d'heures où la température extérieure dépasse								
	25°C	26°C	27°C	28°C	29°C	30°C	31°C	32°C	T max
	h	h	h	h	h	h	h	h	°C
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	15.5
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	17.4
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	20.4
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	21.7
Mai	7	3	0	0	0	0	0	0	26.3
Juin	40	23	16	3	0	0	0	0	28.3
Juillet	111	78	51	37	17	14	9	8	35.1
Août	90	56	36	13	3	0	0	0	29.5
Septembre	43	27	19	13	7	1	0	0	30.1
Octobre	0	0	0	0	0	0	0	0	23.5
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	19.1
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	16.2
Bilan	291	187	122	66	27	15	9	8	35.1

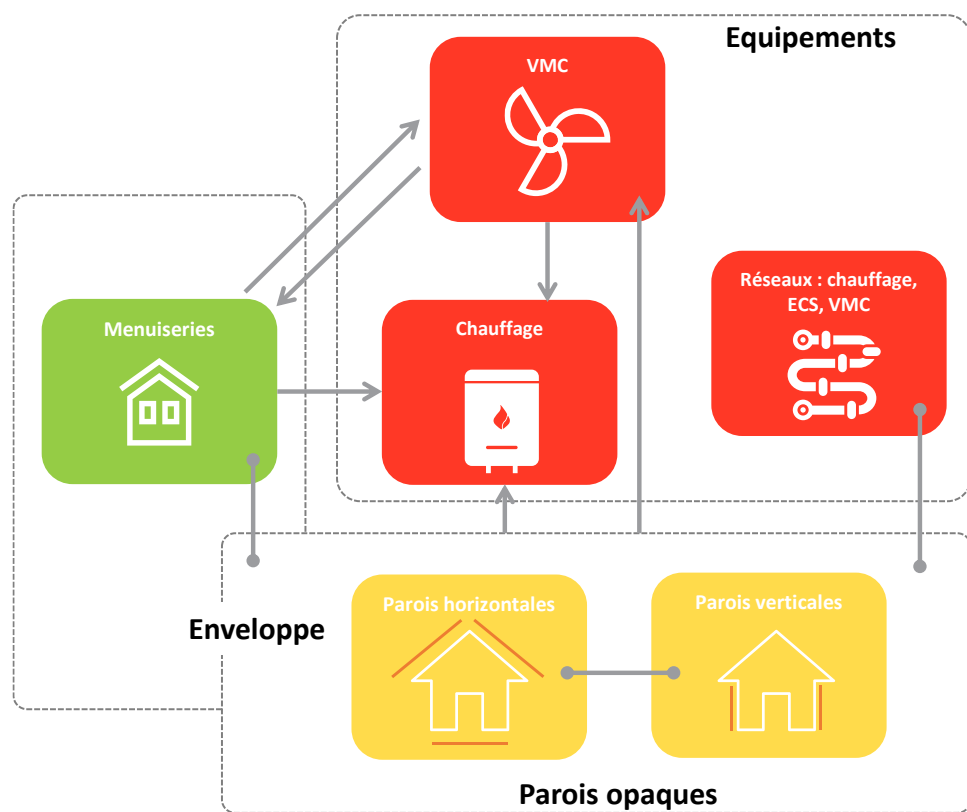
# SOMMAIRE

**1. Notions de thermique**

**2. Démarche en construction neuve**

**3. Démarche en rénovation**

# LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE : ADOPTER UNE VISION PATRIMONIALE !

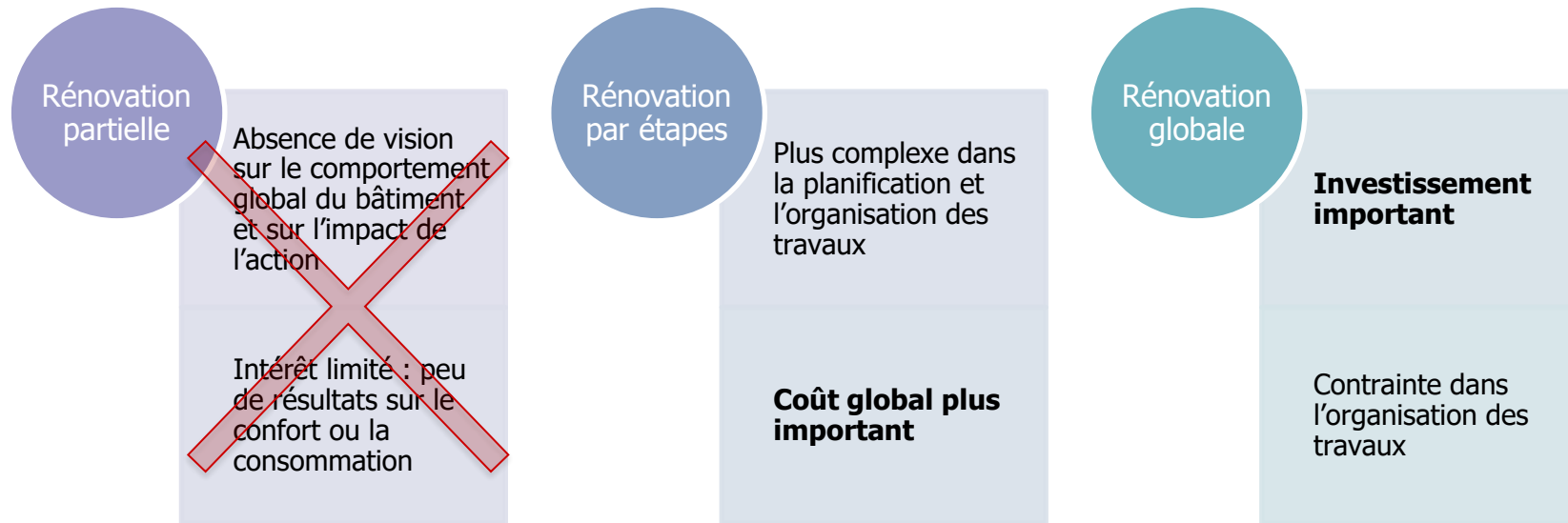


## Pourquoi faire une rénovation énergétique ?

- ✓ Améliorer le confort thermique en cherchant à limiter les surchauffes en été et/ou les courants d'air en hiver
- ✓ Améliorer le confort de façon plus globale, intégrant ainsi les critères « thermique », « visuel », « acoustique » voire sanitaire.
- ✓ Réduire les consommations et la facture énergétiques.
- ✓ Maintenir l'attractivité de son bâtiment.

# ❖ DÉMARCHE EN RÉNOVATION

## Globale ou par étapes



Les rénovations par étapes aboutissent rarement à 100%. Elles finissent donc partielles.

La rénovation globale est à privilégier.

Si rénovation par étapes, planifier toutes les étapes et limiter à 3 maximum !



## Bien réussir une rénovation par étapes

### En amont

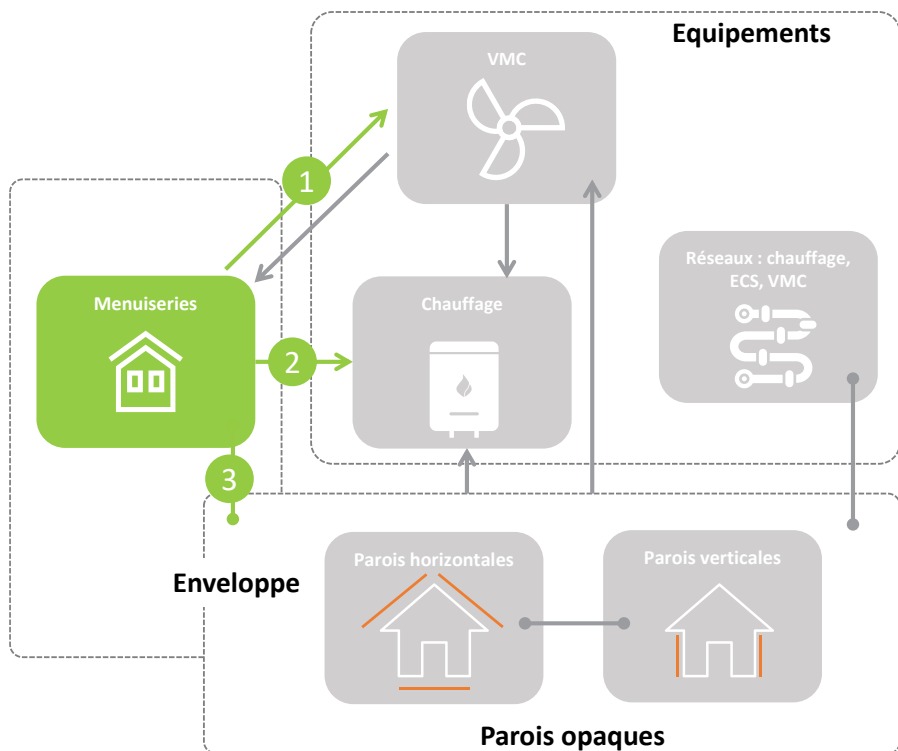
- ✓ Communiquer avec les occupants
  - S'informer sur les problématiques d'usage du bâtiment
  - Identifier les sources d'inconfort majeur
- ✓ Résoudre les pathologies existantes
  - Ne pas aggraver des pathologies ou en être tenu responsable.
  - Garantir la performance/durabilité de la rénovation.
- ✓ Identifier les éléments en fin de vie
  - Éviter d'être dans une situation de « blocage » si un élément en fin de vie est à remplacer en urgence...



**Prévoir un programme de travaux global dès le début**

# 🏠 DÉMARCHE EN RÉNOVATION

## Bien réussir une rénovation par étapes



### Faire attention aux interactions

Regrouper certains travaux pour éviter les problèmes aux interfaces

#### ✓ Menuiseries / Ventilation

- Assurer un renouvellement d'air efficace et confortable
- Maîtriser le renouvellement d'air après installation ou réfection du système de ventilation

#### ✓ Menuiseries / Chauffage

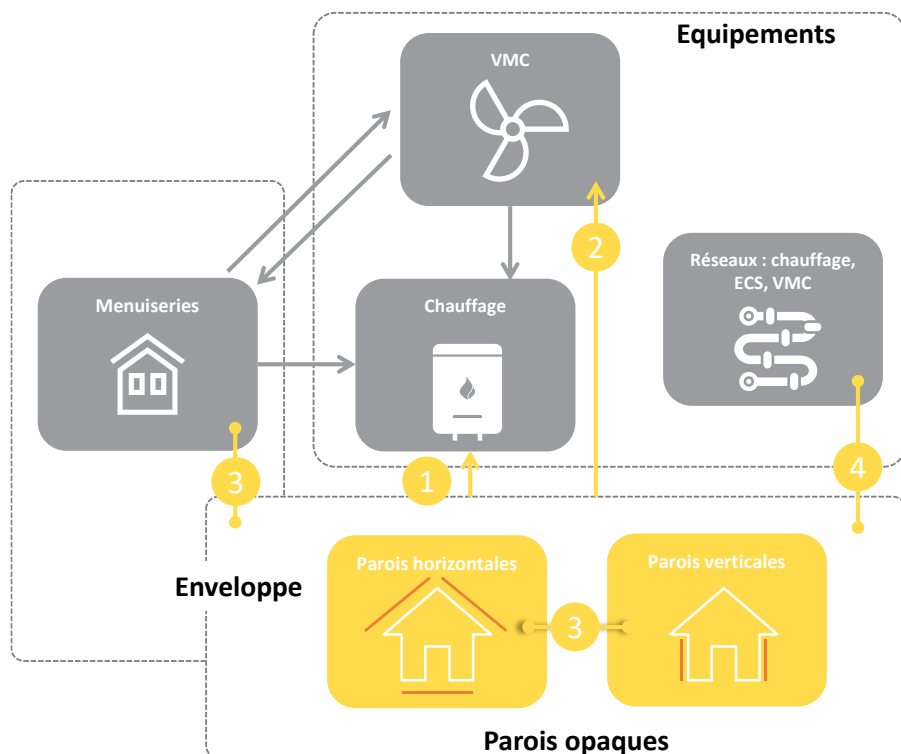
- S'assurer du bon fonctionnement du système de chauffage

#### ✓ Menuiseries / Parois opaques

- Limiter les ponts thermiques
- Assurer une bonne étanchéité à l'air

# ◆ DÉMARCHE EN RÉNOVATION

## Bien réussir une rénovation par étapes



### Faire attention aux interactions

Regrouper certains travaux pour éviter les problèmes aux interfaces

- ✓ Parois opaques / Chauffage
  - Anticiper le surdimensionnement du générateur de chaleur
- ✓ Parois opaques / VMC
  - Assurer un renouvellement d'air efficace
- ✓ Parois verticales / Parois horizontales
  - Limiter les ponts thermiques
  - Assurer une bonne étanchéité à l'air
- ✓ Parois opaques / Réseaux des équipements
  - Assurer une bonne continuité de l'enveloppe et anticiper le passage des futurs réseaux

# 🏠 DÉMARCHE EN RÉNOVATION

## Bien réussir une rénovation par étapes

### Faire attention aux interactions

Regrouper certains travaux pour éviter les problèmes aux interfaces

#### ✓ Enveloppe / Chauffage

- Pallier le surdimensionnement des générateurs de chaleur après isolation de l'enveloppe
- Assurer l'alimentation des systèmes à combustion par une prise d'air extérieure après isolation de l'enveloppe

#### ✓ Equipements / Enveloppe

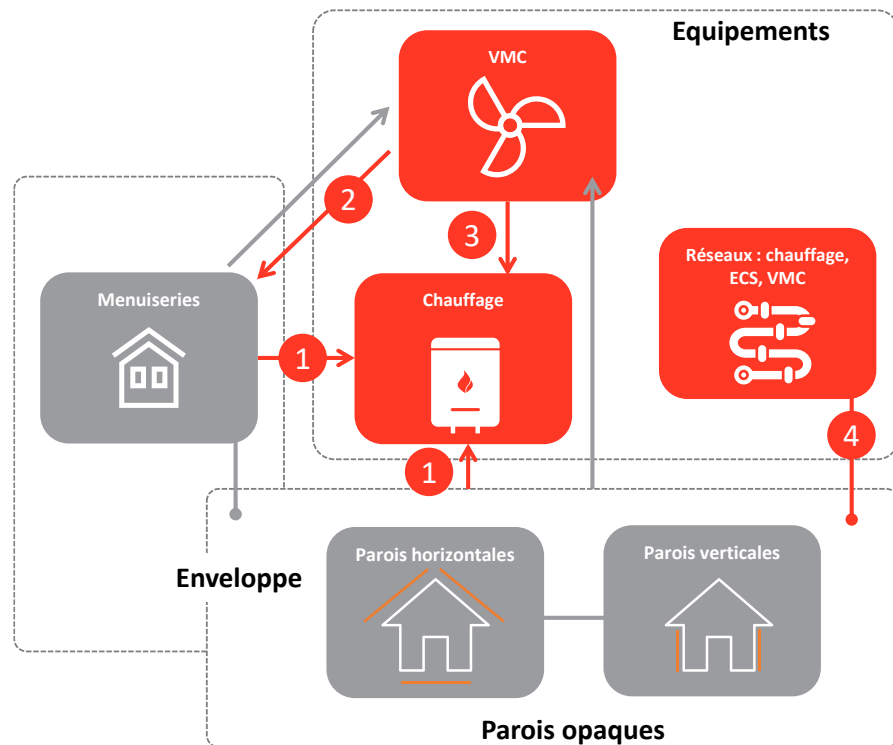
- Réduire le niveau de bruit des nouveaux équipements

#### ✓ VMC / Chauffage

- Adapter les besoins de chauffage au type de VMC installée

#### ✓ Réseaux des équipements / Enveloppe

- Assurer une bonne continuité de l'enveloppe



## Le rôle de la maintenance

**Avant d'entreprendre des travaux coûteux, consacrer le budget maintenance aux travaux peu coûteux ayant un temps de retour rapide :**

- équilibrage des réseaux,
- pose d'organes de régulation,
- rénovation de chaudières,
- changement de pompes de distribution,
- remplacement des échangeurs de chaleur,
- désembouage/équilibrage de circuit,
- etc.

**Ou bien à des travaux moins coûteux**

- isolation des parois non/mal isolées, des planchers bas/hauts, des combles
- pose de protections solaires
- végétalisation des abords du bâtiment

**MAIS sans oublier : anticiper les futurs travaux, ne pas tuer le gisement !**

**MERCI POUR VOTRE  
ATTENTION**

**VOTRE INTERLOCUTEUR :**  
Rémi MARGERIN



inddigo

[www.inddigo.com](http://www.inddigo.com)



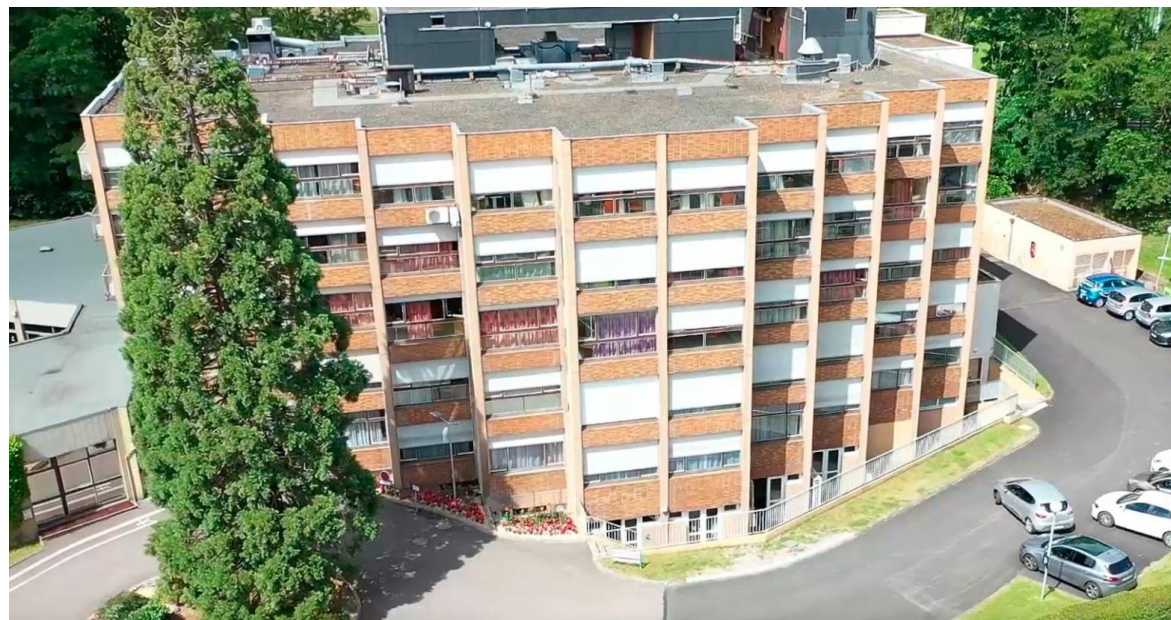
***Retours d'expériences***

***Installation de brasseurs d'air***

---

***Le plus grand EHPAD Public de Saône & Loire***

# ***Gestion de 4 EHPAD pour un total de 359 lits sur plus de 20000 m<sup>2</sup> de bâtiments***



## **➤ Résidence Demi lune :**

- ***Construite en 1977, 4 étages + RDC + sous-sol, siège de l'établissement avec blanchisserie centrale et cuisine centrale,***
- ***Chambres et circulation rénovées de 2005 à 2012.***
- ***Capacité 90 lits***
- ***Système de VMC simple flux.***



➤ **Résidence Le Canada :**

- **Construite partiellement en 1998, rdc et 1 étage avec réhabilitation majeure des bâtiments conservé hors bâtiment Montréal qui a été construit en 1983, comporte 2 étages .**
- **Capacité 109 lits**
- **Systeme de CTA et VMC simple flux selon le bâtiment.**



➤ **Résidence Saint Henri :**

- **Construit en 2009, rdc et 1 étage**
- **Capacité 80 lits**
- **Systeme de ventilation par CTA.**



➤ **Résidence Les Reflets d'Argent :**

- **Construit en 2014, rdc et 1 étage**
- **Capacité 80 lits**
- **Systeme CTA avec ventilation double flux et capteur de CO<sub>2</sub>.**



➤ ***Retour d'expérience – Installation d'un dispositif pour améliorer le confort d'été au sein du Bâtiment Demi-Lune***

- ***Vue aérienne – Importance des aménagements extérieurs/orientation du bâtiment/gestion des espaces verts***



- **Retour d'expérience – Installation d'un dispositif pour améliorer le confort d'été au sein du Bâtiment Demi-Lune**
  - **Renouvellement d'air intérieur : VMC simple flux avec des pistes d'amélioration identifiées qui vont être travaillées**
  
  - **Constat : mal-être des soignants et des résidents**
  - => **suite à la canicule de 2003, installation de climatiseurs dans des salles communes**
  - => **Isolation de la toiture terrasse en 2009 (R=8) Avant : delta de 4 à 5 °C entre le RDC et le 4ème étage – Delta de 1 à 2 °C après travaux mais toujours sensation d'étouffement d'où solution complémentaire**
  - => **décision en 2020 d'installer des brasseurs d'air dans les chambres : avantages et inconvénients (gestion des flux d'air)**



➤ **En conclusions :**

- **Nécessité de poursuivre des travaux d'amélioration de la prise en compte du confort d'été**
- ⇒ **Nécessité de disposer d'une vision globale des équipements au sein d'un bâtiment**
- ⇒ **Nécessité de moyens humains et financiers pour réfléchir spécifiquement aux nouveaux enjeux climatiques afin d'adapter les aménagements et les bâtiments**
- => **Besoin de disposer d'un cap ou d'une vision qui permette de dimensionner les investissements en rapport avec les enjeux pour améliorer le confort d'été (ou d'hiver) selon une vision court terme ou long terme**



75, Rue Jouffroy  
71200 Le CREUSOT  
03 84 77 04 20

[HTTP://WWW.EHPAD-DEP71.FR](http://www.ehpad-dep71.fr)