

**POUGET**  
*Consultants*



## ETUDE RE2020

---

*Logements collectifs*

Mars 2022

[www.pouget-consultants.fr](http://www.pouget-consultants.fr)  
[contact@pouget-consultants.fr](mailto:contact@pouget-consultants.fr)

[nantes@pouget-consultants.fr](mailto:nantes@pouget-consultants.fr)

SIEGE SOCIAL : 81, rue Marcadet | 75018 PARIS FRANCE  
Tél : +33 (0)1 42 59 53 64

AGENCE NANTES : 4, place François II | 44200 NANTES FRANCE  
Tél : +33 (0)2 40 12 21 22

# SOMMAIRE



## 1. Les indicateurs de la RE2020

## 2. Le PCBT dans la RE2020

1. DH : degrés heures d'inconfort d'été
2. Cep.nr et Ic Energie
3. Ic Construction

## 3. Le PCBRT face au climat de 2050

# LES INDICATEURS DE LA RE2020

## ÉNERGIE



**Bbio** : besoins bioclimatiques

→ Accessible à tous les solutions d'isolation

**Cep,nr** : conso. en énergie primaire non renouvelables (électricité + gaz)

**Cep** : conso. en énergie primaire

→ Droit à consommer supplémentaire pour les énergies Bois et réseau de chaleur EnR

## CARBONE



**Ic construction** : impact carbone des matériaux et équipements (+chantier)

**Ic énergie**: impact carbone des consommations d'énergie

## CONFORT D'ÉTÉ



**Degrés-heures** : Nombre d'heures d'inconfort en période estivale caniculaire

- **Indicateurs sans seuil (indicatif) :**
  - Ic bâtiment : Impact carbone global
  - Stockage carbone
  - Icded\_3à13 (impact carbone des données par défaut)
- **Indicateurs non retenus:**
  - Bilan BEPOS
  - RCR (ratio de chaleur renouvelable)
  - Tic

# BÂTIMENT 32 LOGEMENTS

## Caractéristiques

32 logements (2 T1 / 12 T2 / 12 T3 / 6 T4)

Compacité = 1,2 (bonne)  
*Surface déperditives totales / SHAB*

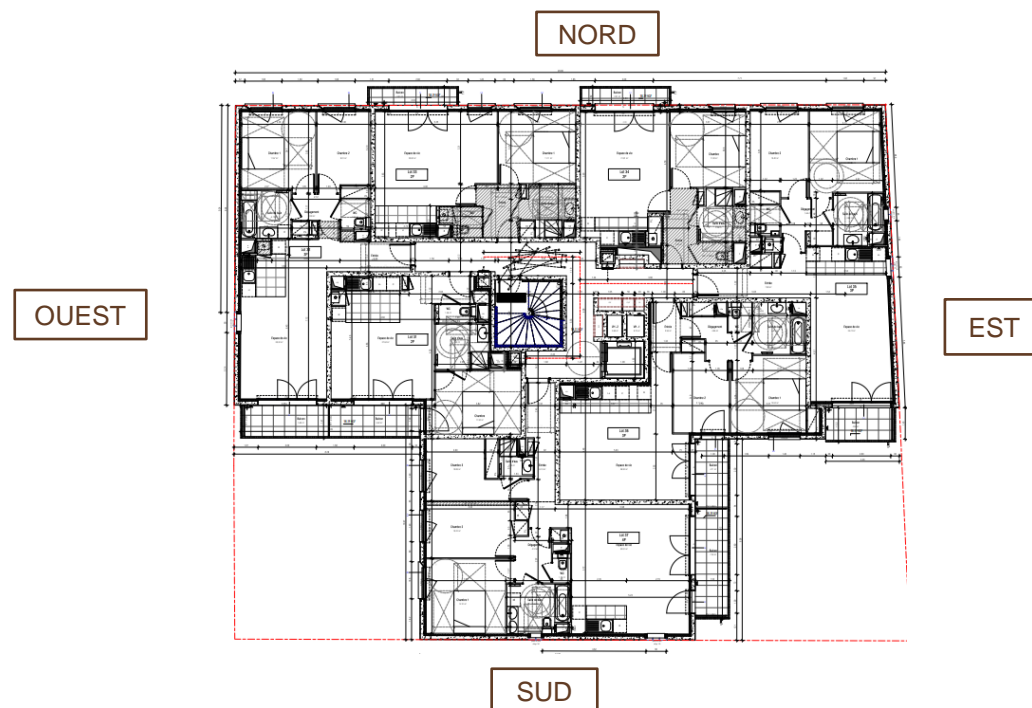
SHAB moyenne = 60 m<sup>2</sup>/log

76% de log traversants

Ratio surf. Baie/SHAB = 17%

Inertie lourde

|       |                      |
|-------|----------------------|
| SRT   | 2 417 m <sup>2</sup> |
| SHAB  | 1 887 m <sup>2</sup> |
| Ratio | 1,28                 |



# SOMMAIRE

---



## 1. Les indicateurs de la RE2020

## 2. Le PCBT dans la RE2020

1. DH : degrés heures d'inconfort d'été

2. Cep.nr et Ic Energie

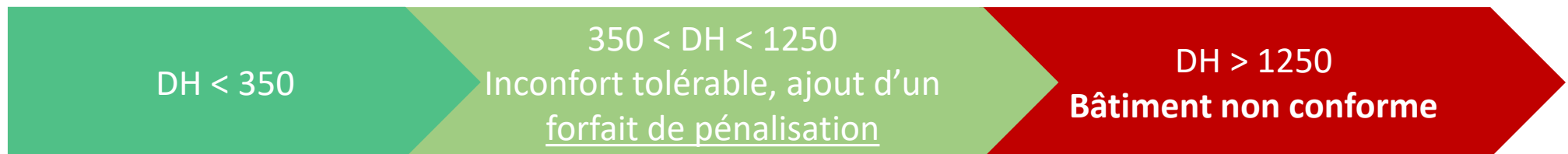
3. Ic Construction

## 3. Le PCBRT face au climat de 2050

# CONFORT D'ÉTÉ - DH

## Calcul des Degrés-heures

- **Scénario météo utilisé** : canicule de 2003
- **DH** =  $\sum h \times (T_{int} \text{ ressentie} - T \text{ confort objectif})$
- **Calcul systématique des DH, même si une climatisation est installée !**
- **La climatisation n'a pas d'impact sur le DH → seules les solutions dites passives ont un impact**
- **Les seuils :**



- Calcul des DH avec **distinction des parties traversantes et non traversantes**

# CONFORT D'ÉTÉ - DH

## Calcul des Degrés-heures

### ➤ Seules les solutions « passives » ont un impact sur les DH

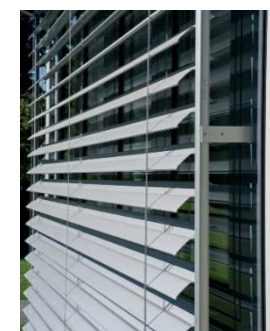
- Orientation, inclinaison et surface des baies
- Augmentation de l'inertie
- Brasseur d'air → impact la température ressentie
- Logements traversants (sensibilité accrue des immeubles)
- Occultations perméables
- Gestion des occultations ( automatique / motorisée )
- Puit provençal, Géocooling



Volet roulant à lame orientable



Volet roulant à projection



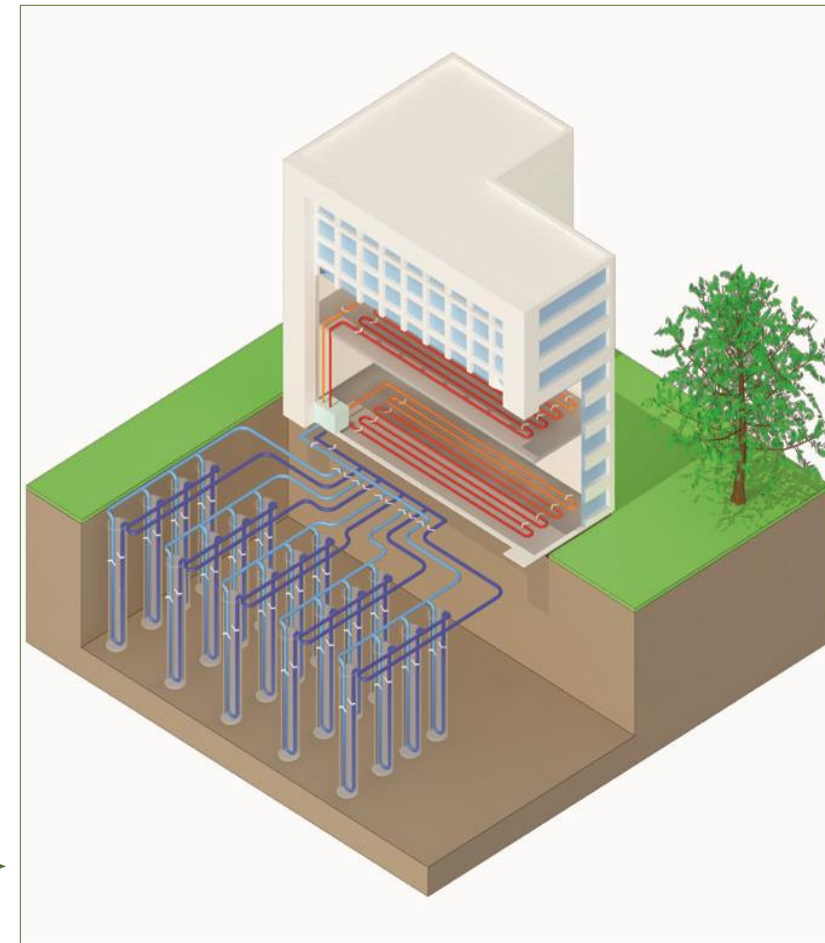
Vénitien extérieur (BSO)

# CONFORT D'ÉTÉ - DH

## Calcul des Degrés-heures

### ➤ Seules les solutions « passives » ont un impact sur les DH

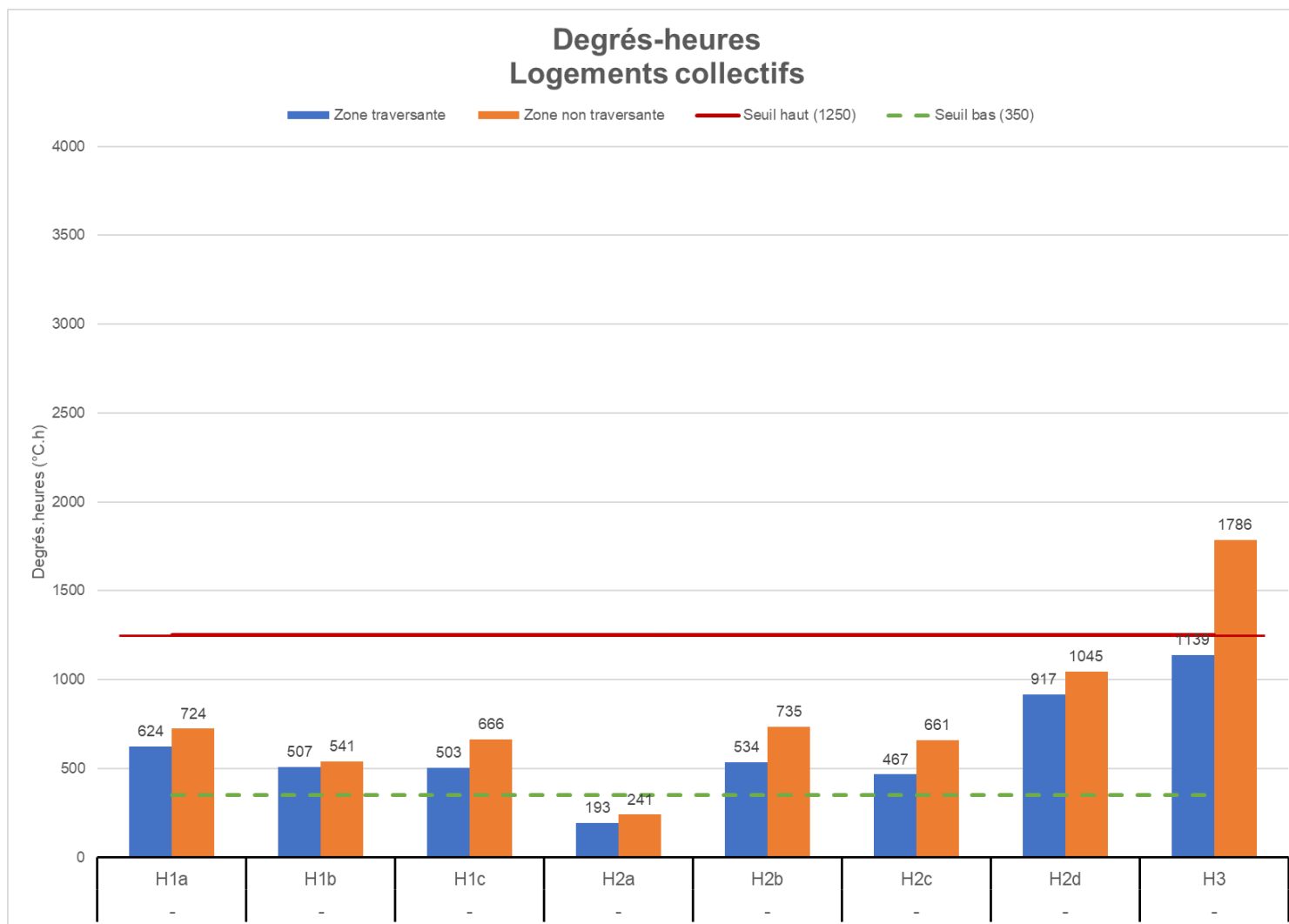
- Orientation, inclinaison et surface des baies
- Augmentation de l'inertie
- Brasseur d'air → impact la température ressentie
- Logements traversants (sensibilité accrue en immeuble)
- Occultations perméables
- Gestion des occultations ( automatique / motorisée )
- Géocooling (pas d'îlot de chaleur, intégration PAC sans nuisance visuelle ou acoustique)





# CONFORT D'ÉTÉ - DH

## Exemple de DH en logements collectifs



En RE2020 pas d'incidence en dehors des zones H2d et H3.

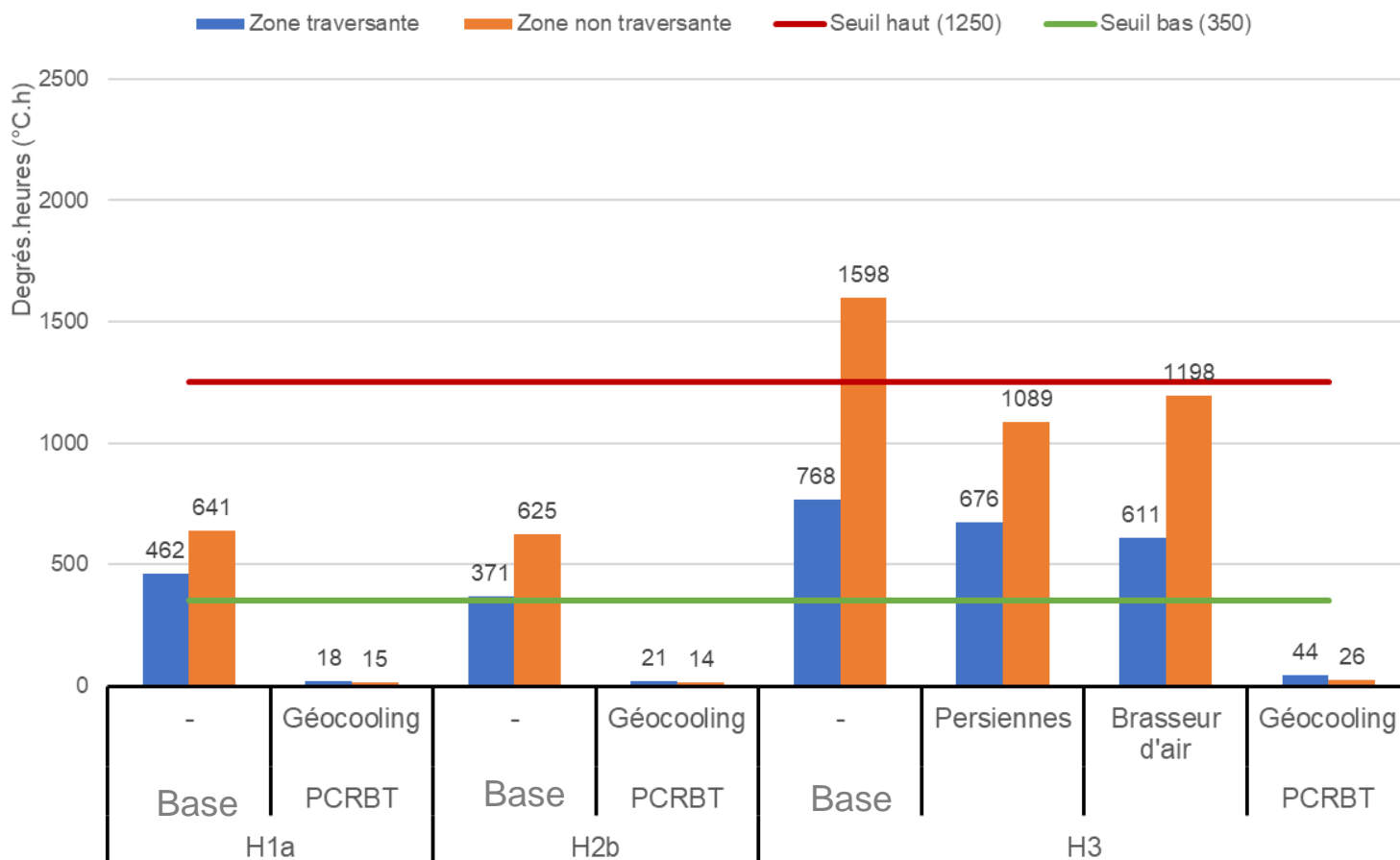
Nota : Exigences supérieures récurrentes (ZAC, ville, label).

- Bâtiment modélisé :**
- Structure béton +
  - Isolation intérieure +
  - Volet roulant manuel

# DEGRÉS HEURES

Confort d'été - DH

## Degrés-heures H1a, H2b et H3 - 32 logements



Géocooling est très bien valorisé c'est l'un des rares leviers en capacité sous les 350 DH dans l'ensemble des zones climatiques.

DH < 350 = baisse du Cep et Cep.nr (clim fictive = 0)

Base : Structure béton + isolation intérieure + volet roulant manuel.

# DEGRÉS HEURES

---

## Confort d'été - DH

### Synthèse RE2020 :



**L'association PCRBT/géocooling permet de très largement diminuer l'indicateur DH de la RE2020 (baisse de 80% à 95% selon les zones climatiques)**

Le géocooling permet un confort optimal en période estivale caniculaire illustrer par un indicateur DH très faible :  $DH < 50$

50 DH ça représente quoi? En considérant une température limite de confort à  $26^{\circ}\text{C}$  en période estivale, 50DH c'est 50 heures à  $27^{\circ}\text{C}$  ou 25 heures à  $28^{\circ}\text{C}$  ou 17 heures à  $29^{\circ}\text{C}$ .

# SOMMAIRE

---



## 1. Les indicateurs de la RE2020

## 2. Le PCBT dans la RE2020

1. DH : degrés heures d'inconfort d'été

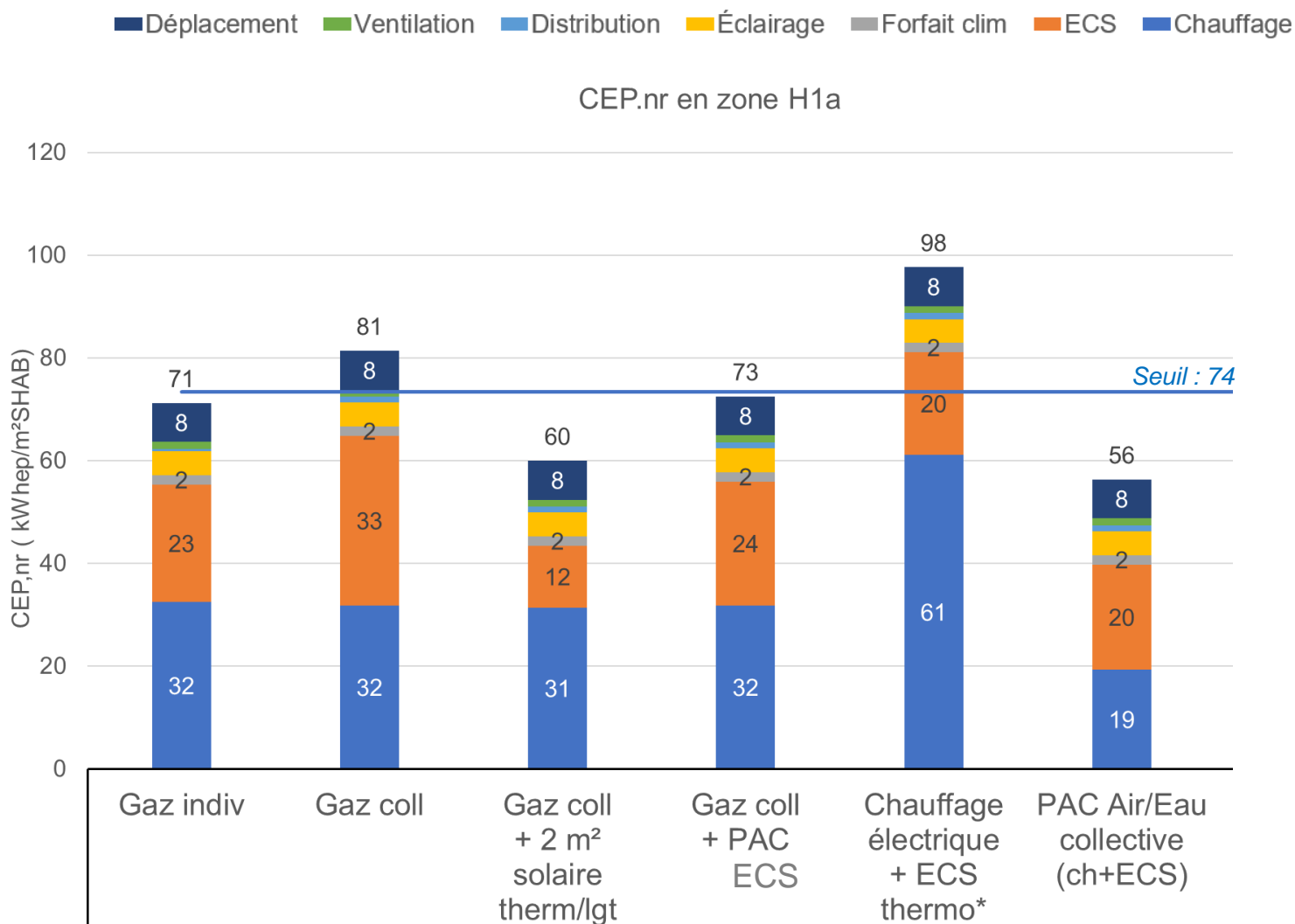
2. Cep.nr et Ic Energie

3. Ic Construction

## 3. Le PCBRT face au climat de 2050



## Cep.nr en immeuble collectif : Simulation RE2020 en H1a à Bbio=Bbiomax



### Quelles incidences en résidentiel collectif ?

- Gaz collectif contraint**  
 → Besoin renforcement de l'isolation (BbioRE -5% à -15%\*) ou de l'associer à une PAC pour la production d'ECS.
- Chauffage électrique très contraint**  
 → Besoin d'un très fort renforcement de l'isolation (Bbio RE2020-35%, niveau passif).

**ATTENTION** : solution dites « composite » (mono-split dans le salon + chauffage électrique dans les chambres) compatible sans renforcement de l'isolation si climatisation non déclarée.

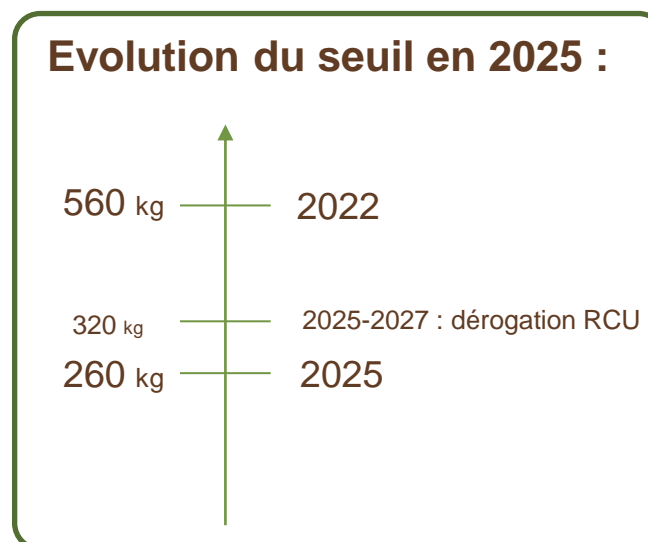
\* Bbio-15% = +15€/m²shab

# IC ENERGIE

*Méthode de calcul du Ic énergie et poids carbone des énergies*

**Ic énergie = Impact carbone des consommations d'énergie (usages réglementaires)**

| Type d'énergie        | Poids carbone                                   |
|-----------------------|---|
| Gaz                   | 227 g/kWh                                       |
| Électricité chauffage | 64 à 79 g/kWh                                   |
| Bois                  | 24 à 30 g/kWh                                   |
| Réseau de chaleur     | Variable (cf arrêté du 21/10/21 ou Titre V RCU) |

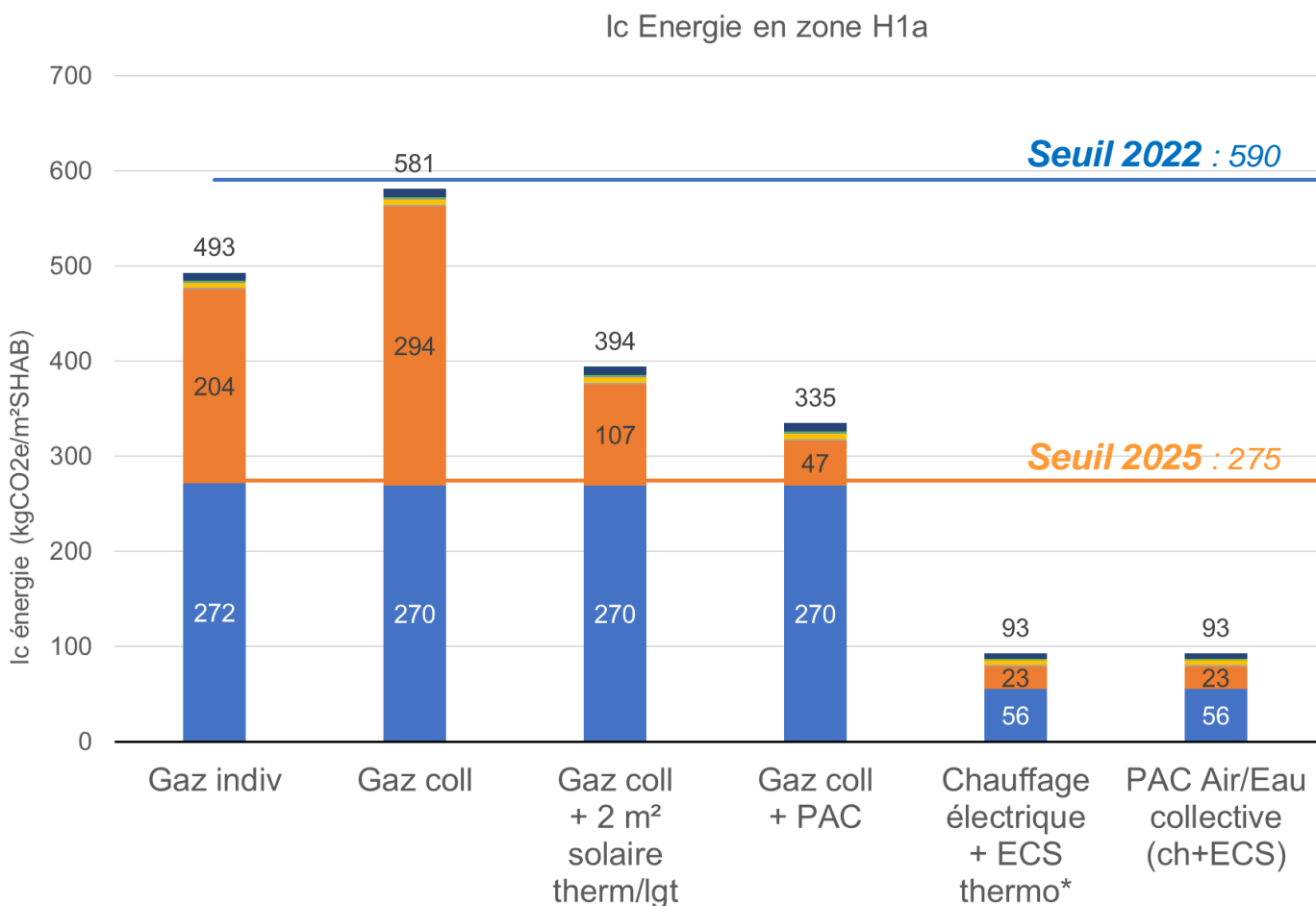


**Nota : anticipation récurrente des seuils RE2020 : Pinel +, Label, ZAC..**



## Ic énergie en immeuble collectif : Simulation RE2020 en H1a à Bbio=Bbiomax

■ Déplacement ■ Ventilation ■ Distribution ■ Éclairage ■ Forfait clim ■ ECS ■ Chauffage



### Incidences en résidentiel collectif ?

- **2022 à 2025 :**  
→ Pas d'incidence
- **2025 à 2031 :**  
→ 100% gaz impossible  
→ Gaz + solaire : très difficile  
→ Gaz + PAC ECS possible avec isolation renforcée (Bbio RE-20%)  
→ PAC Chauffage et ECS : accessible sans renforcement de l'isolation

**RE2025 très demandée (Pinel+, label...etc).**

\* Bbio-20% = environ +20€/m²shab. Ce niveau d'isolation est difficilement compatible avec des solutions d'isolations intérieures (ex de renforcement en façade : 160mm d'isolant en façade contre 120mm pour respecter le Bbio de la RE2020).



## Conclusion générale

### Conclusion RE2020 :

**Solution phare pour respecter les seuils 2025 de la RE2020 : Pompe à chaleur collective**



### Conclusion générale :

**L'association du PCBT à la PAC est bénéfique :**

- Rafraichissement possible avec un émetteur robuste, silencieux et confortable (pas de courant d'air frais)
- Régime de température faible qui permet, pour la production de chauffage, une hausse des performances des pompes à chaleur de 40% en comparaison à des radiateurs :
  - COP de 4 avec PCBT (1kWh d'électricité consommé = 4 kWh de chaleur produite)
  - COP de 2,5 avec Radiateur 60/40 (1kWh d'électricité consommé = 2,5 kWh de chaleur produite)





# SOMMAIRE

---



## 1. Les indicateurs de la RE2020

## 2. Le PCBT dans la RE2020

1. DH : degrés heures d'inconfort d'été

2. Cep.nr et Ic Energie

3. Ic Construction

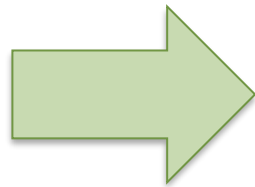
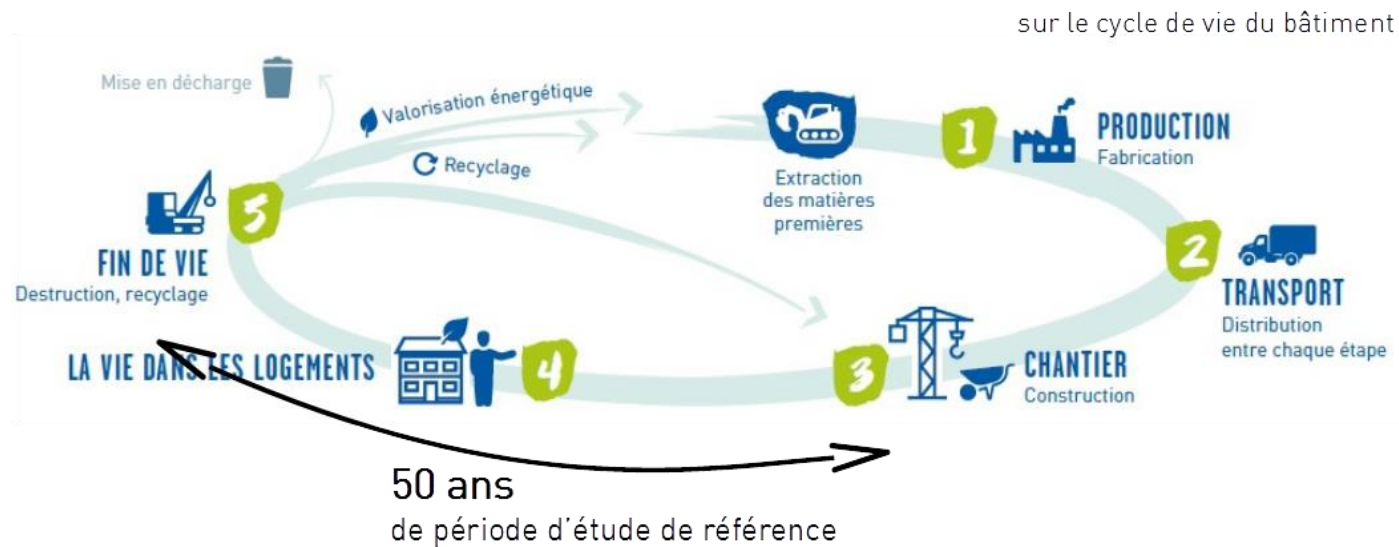
## 3. Le PCBRT face au climat de 2050

# IC CONSTRUCTION

## Méthode de calcul

L'Ic-Construction caractérise l'impact carbone des **matériaux et des équipements**

→ Equivalent à  $E_{ges_{PCE}}$  de l'expérimentation E+C-



# IC CONSTRUCTION

---

## *Périmètre du Ic Construction et valeurs forfaitaires*

Lot 1 : VRD

Lot 2 : Fondations et infrastructure

Lot 3 : Superstructure, maçonnerie

Lot 4 : Couverture, étanchéité, charpente

Lot 5 : Cloisonnement, doublage, menuiseries intérieures

Lot 6 : Façades et menuiseries extérieures

Lot 7 : Revêtements intérieurs, chape, produits de décoration

**Lot 8.1 : Production de chaleur/froid (générateur et ballon)**

**Lot 8.2 à 8.6 : Ventilation, réseau, conduit, émetteur**

Lot 8.7 : Fluide frigorigène

**Lot 9 : Installations sanitaires**

**Lot 10 et 11 : Courant faible, courant fort (forfait disponible)**

Lot 12 : Ascenseur

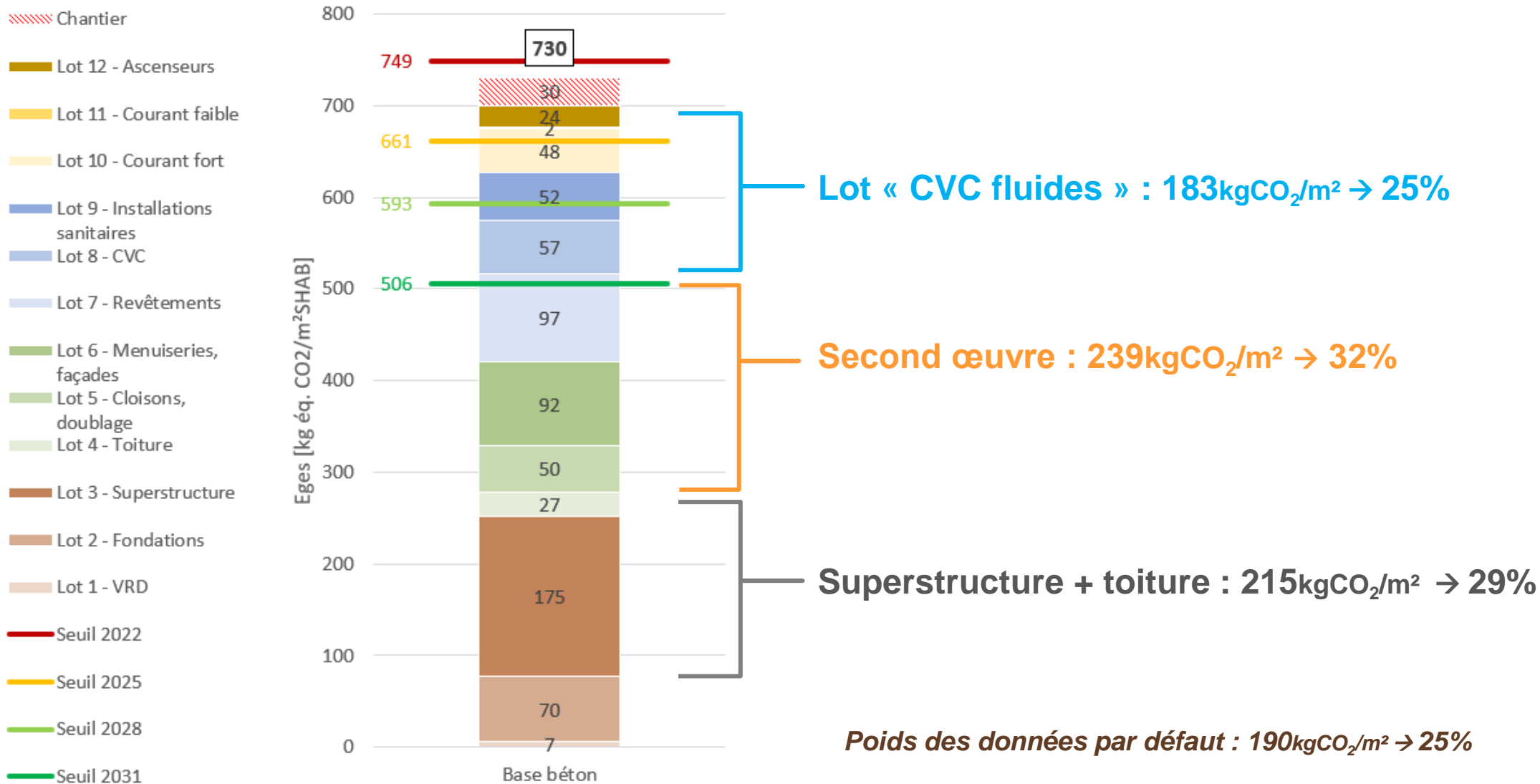
Lot 13 : Equipement de production locale d'électricité

Contributeur Chantier

**Nouveauté RE2020** : prise en compte des lots CVC fluides dans l'ACV (dont les émetteurs)

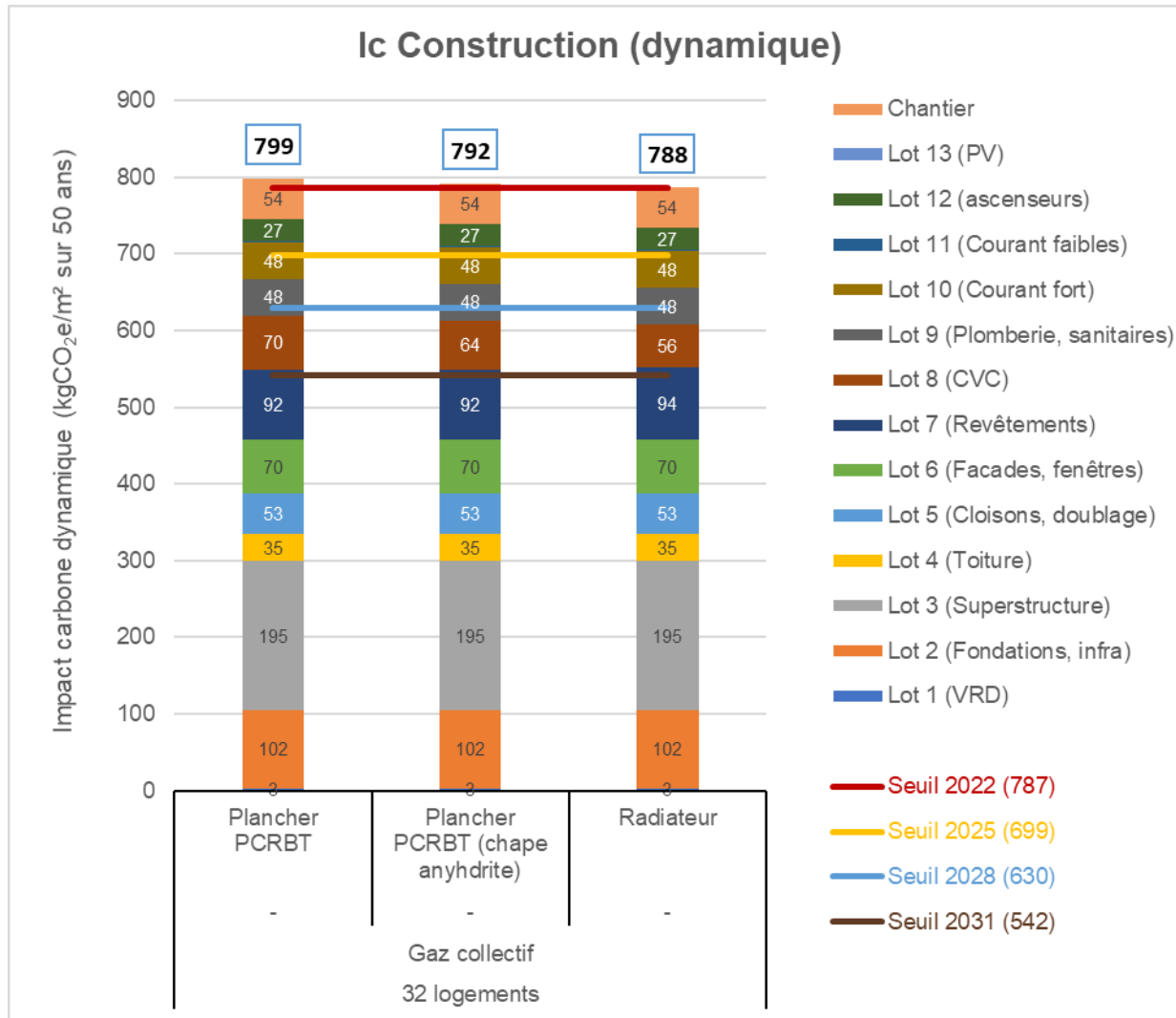
# IC CONSTRUCTION

## Bilan ACV type en immeuble collectif



# IC CONSTRUCTION

Ic construction : Structure béton + Gaz



Hypothèse : pas de chape à tous les niveaux en dehors du cas PCRBT (chape à RDC uniquement).

→ L'ajout d'une chape à tous les niveaux alourdi le Ic Construction de 13kgC02/m<sup>2</sup>. Dans ces conditions la hausse engendrées par le PCBT est proche de zéro.

**Incidence faible du PCBT.**

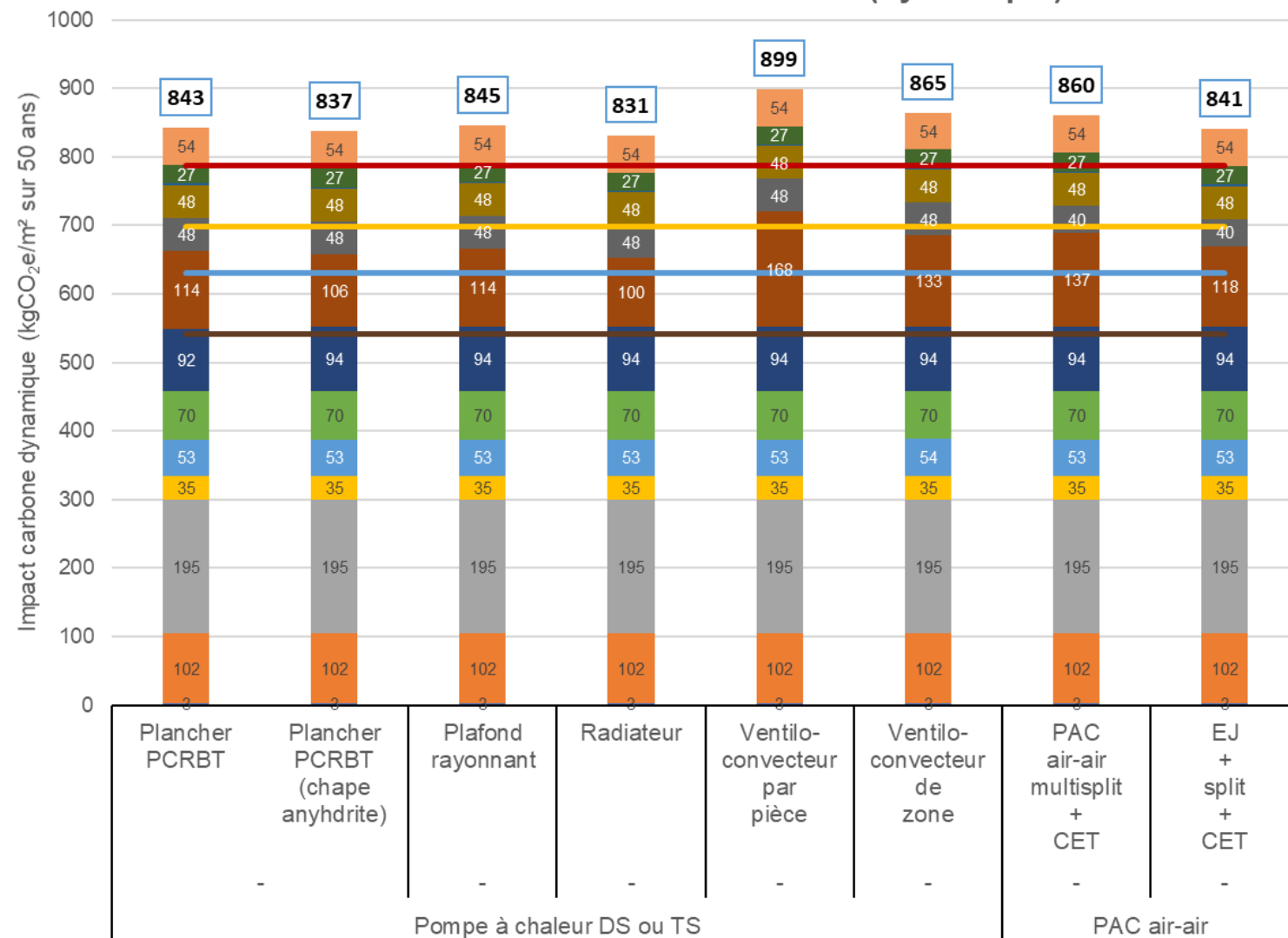


**Incidence nulle si chape à tous les niveaux.**

# IC CONSTRUCTION

Ic construction : structure béton + rafraichissement

Ic Construction (dynamique)



- Ventilo-convecteur très défavorisé.
- Solution PAC Air/Air très défavorisée.

Nota : l'ensemble des solutions PAC sont défavorisées aujourd'hui car peu de PEP disponibles à ce jour.

Hypothèse : pas de chape à tous les niveaux en dehors du cas PCBRT (chape à RDC uniquement).

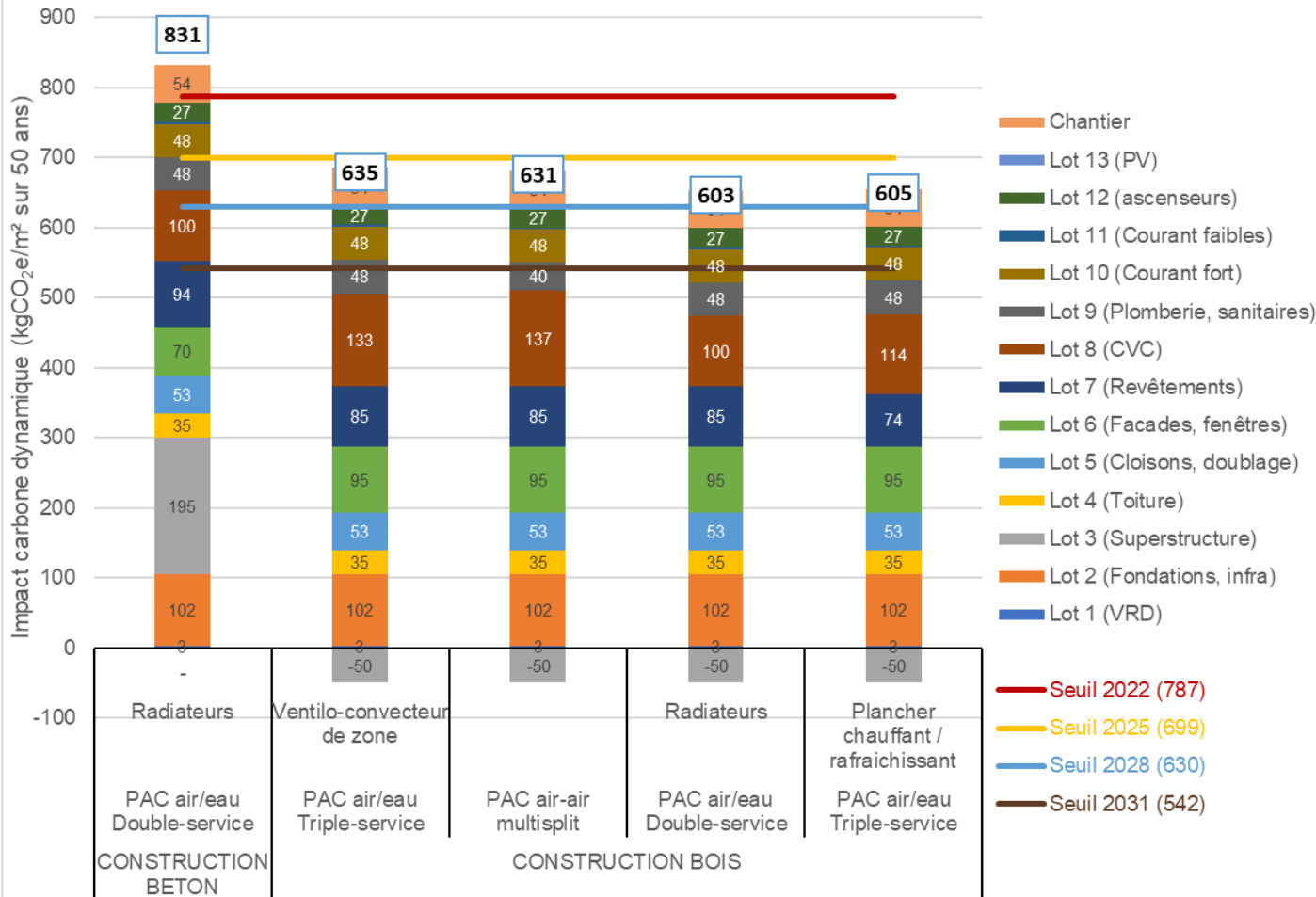
**Le PCBRT est l'émetteur froid le moins carboné!**




# IC CONSTRUCTION

*Ic construction : structure bois + rafraichissement*

Ic Construction (dynamique)  
32 logements



**PCBRT adapté en construction bois (chape présente à tous les niveaux systématiquement) :**

→ Impact nul en comparaison à des radiateurs

→ Impact largement supérieur des ventilo-convecteurs



# SOMMAIRE



## 1. Les indicateurs de la RE2020

## 2. Le PCBT dans la RE2020

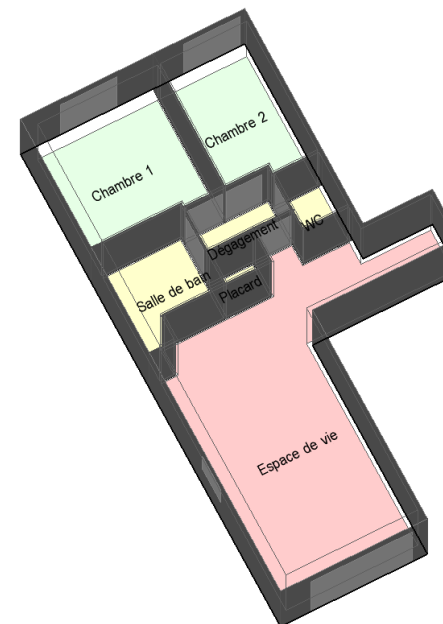
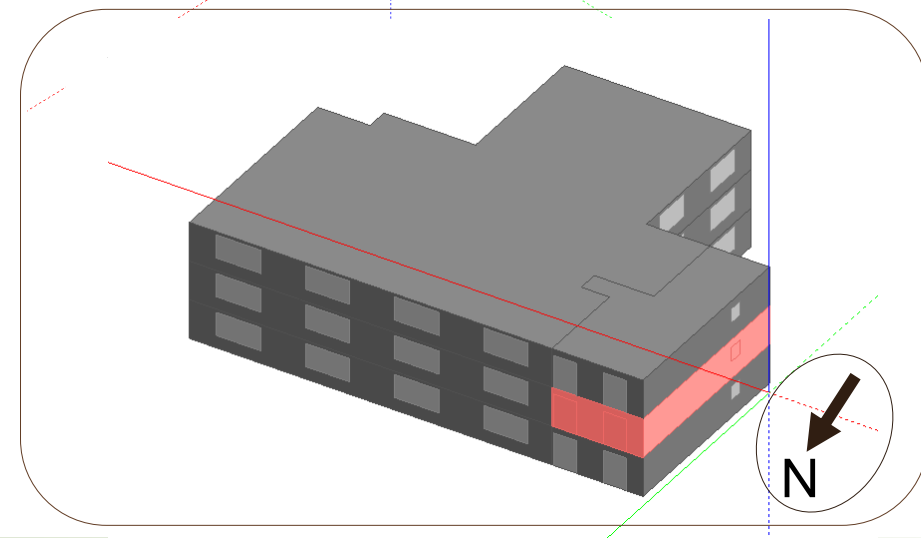
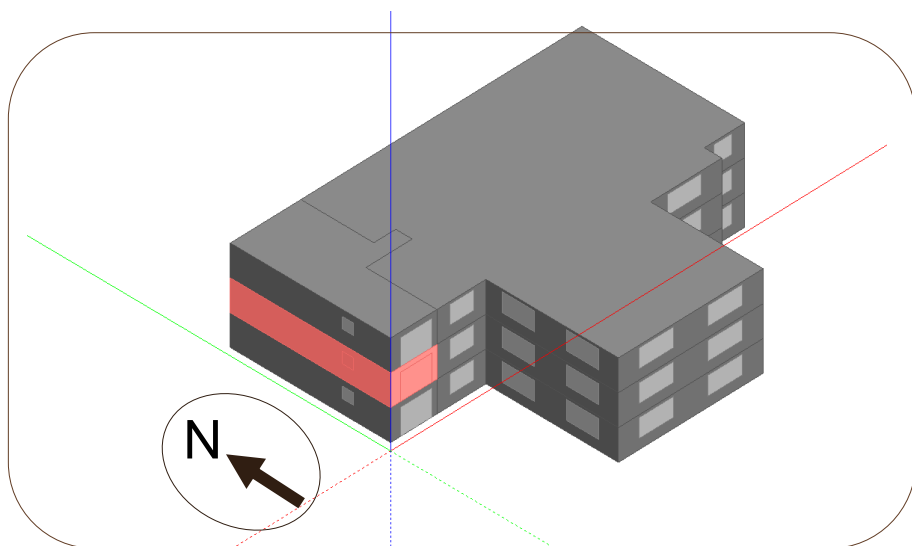
1. DH : degrés heures d'inconfort d'été
2. Cep.nr et Ic Energie
3. Ic Construction

## 3. Le PCBRT face au climat de 2050



# DOMAINE D'ÉTUDE

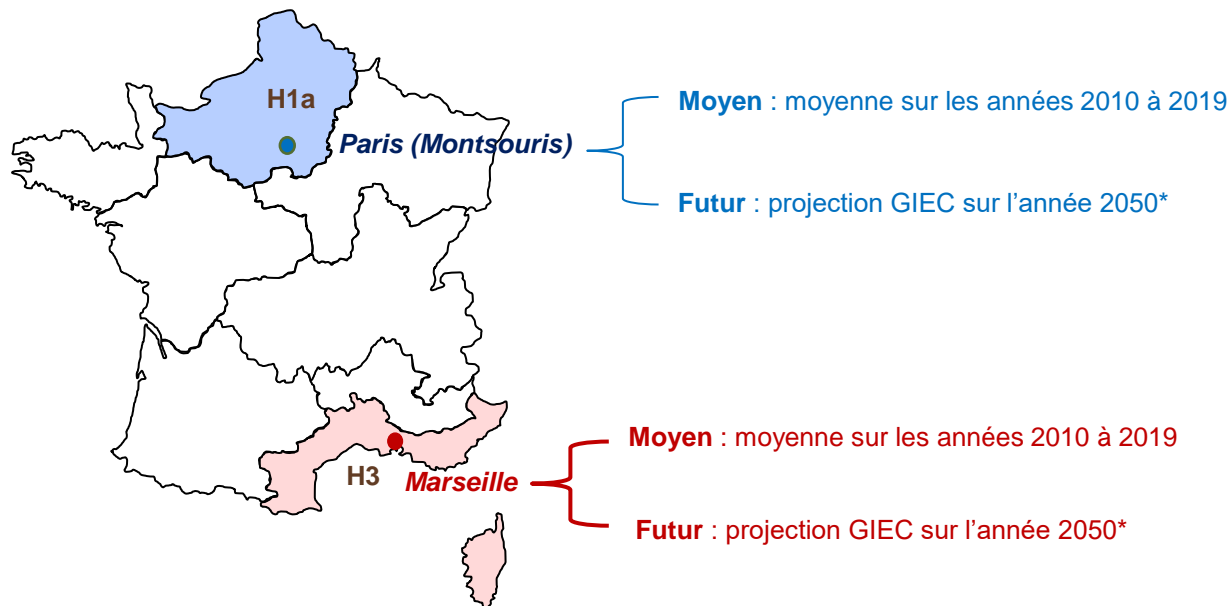
## Modélisation 3D



| Pièce           | Surface                   |
|-----------------|---------------------------|
| Espace de vie   | 28,7m <sup>2</sup>        |
| Salle de bain   | 4,5m <sup>2</sup>         |
| Dégagement + WC | 1,6m <sup>2</sup>         |
| Chambre 1       | 9,8m <sup>2</sup>         |
| Chambre 2       | 7,5 m                     |
| <b>Total</b>    | <b>52,1 m<sup>2</sup></b> |

# DOMAINE D'ÉTUDE

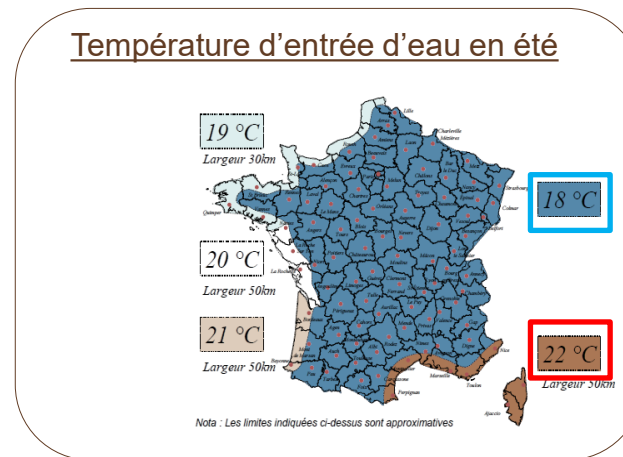
## Fichiers météorologiques retenus



|               | PARIS |       | MARSEILLE |       |
|---------------|-------|-------|-----------|-------|
|               | Moyen | 2050* | Moyen     | 2050* |
| Minimale      | -4,0  | -3,1  | -3,3      | -2,0  |
| Maximale      | 34,3  | 36,0  | 36,0      | 38,2  |
| Moyenne       | 12,7  | 14,0  | 15,8      | 17,2  |
| N heure >30°C | 35    | 107   | 294       | 575   |
| N heure >28°C | 87    | 265   | 579       | 956   |
| N heure >26°C | 235   | 505   | 940       | 1440  |

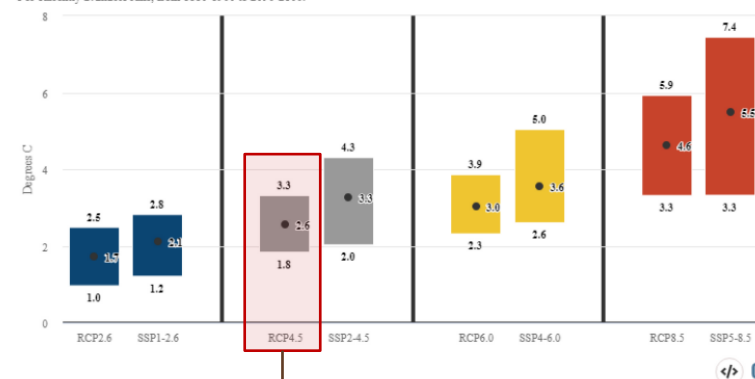
\*Scénario RCP 4,5 – Trajectoire : stabilisation sans dépassement

## Régulation



## Comparing CMIP5 and CMIP6 scenarios

For currently available runs, from 1880-1900 to 2090-2100.







Source : <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained>

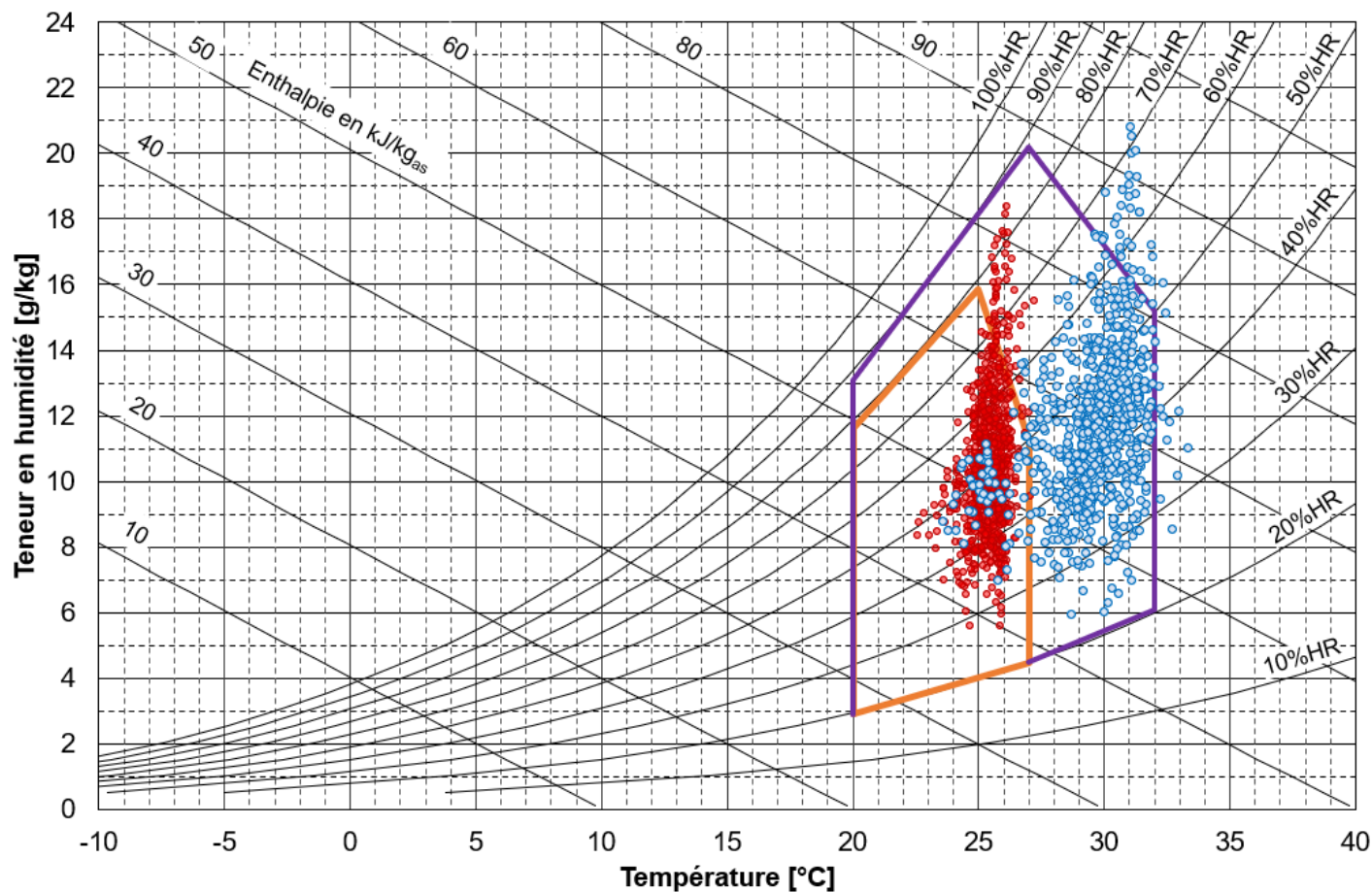
Prévision RCP4,5 → +2,6°C en moyenne

# CONFORT D'ÉTÉ

## Résultats

Fichier météo : **Paris (moyen)** Période : 15 juin au 15 septembre

-  : Zone confortable sans brasseur d'air
-  : Zone confortable avec brasseur d'air
-  : Heure d'occupation sans PCRBT
-  : Heure d'occupation avec PCRBT







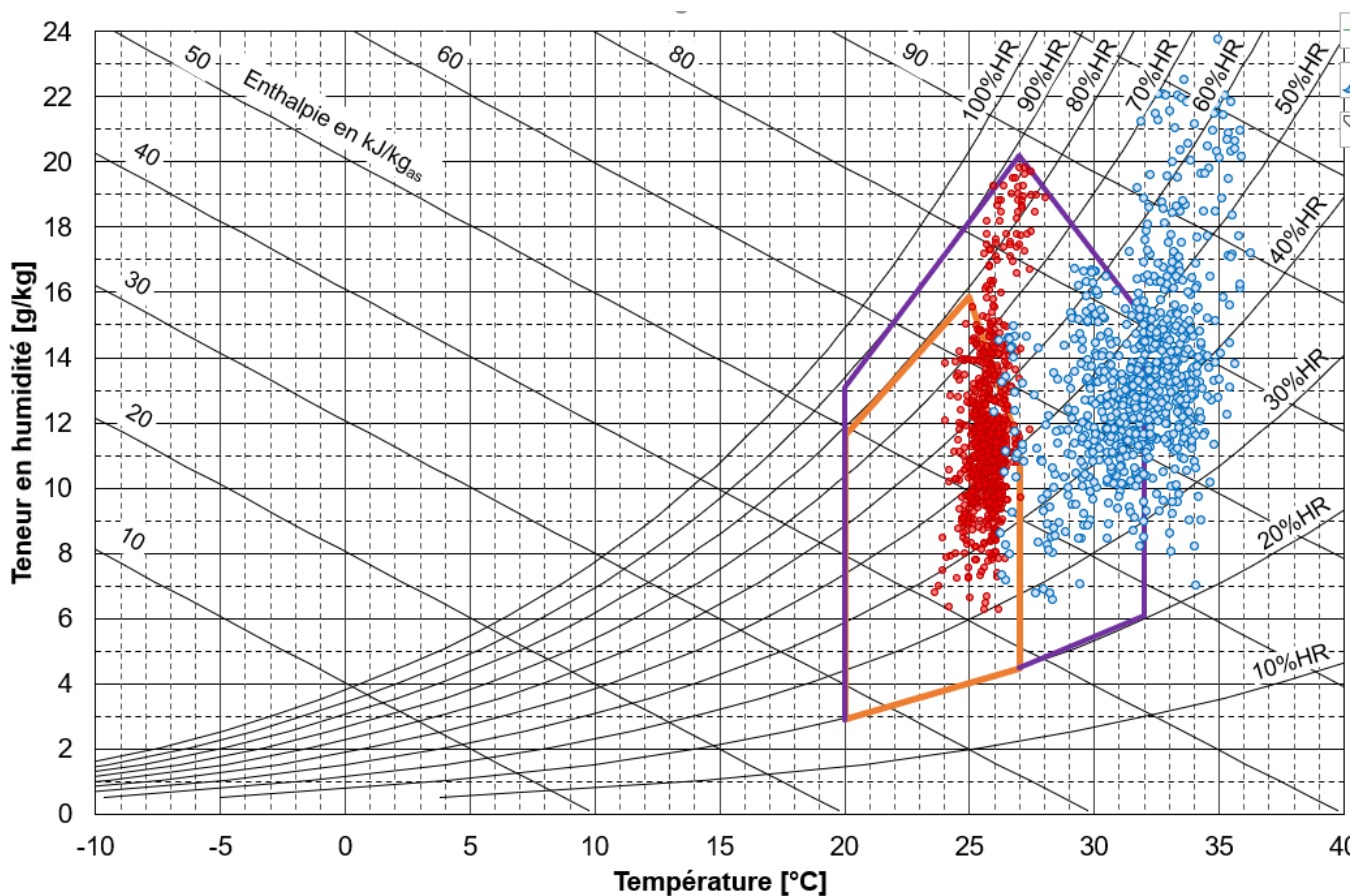
**Confort garanti aujourd'hui sans couplage à des solutions passives (brasseurs d'air, occultations).  
→ Moins de 60H > 26°C**

# CONFORT D'ÉTÉ

## Résultats

Fichier météo : **Paris (GIEC 2050)** Période : 15 juin au 15 septembre

-  : Zone confortable sans brasseur d'air
-  : Zone confortable avec brasseur d'air
-  : Heure d'occupation sans PCRBT
-  : Heure d'occupation avec PCRBT



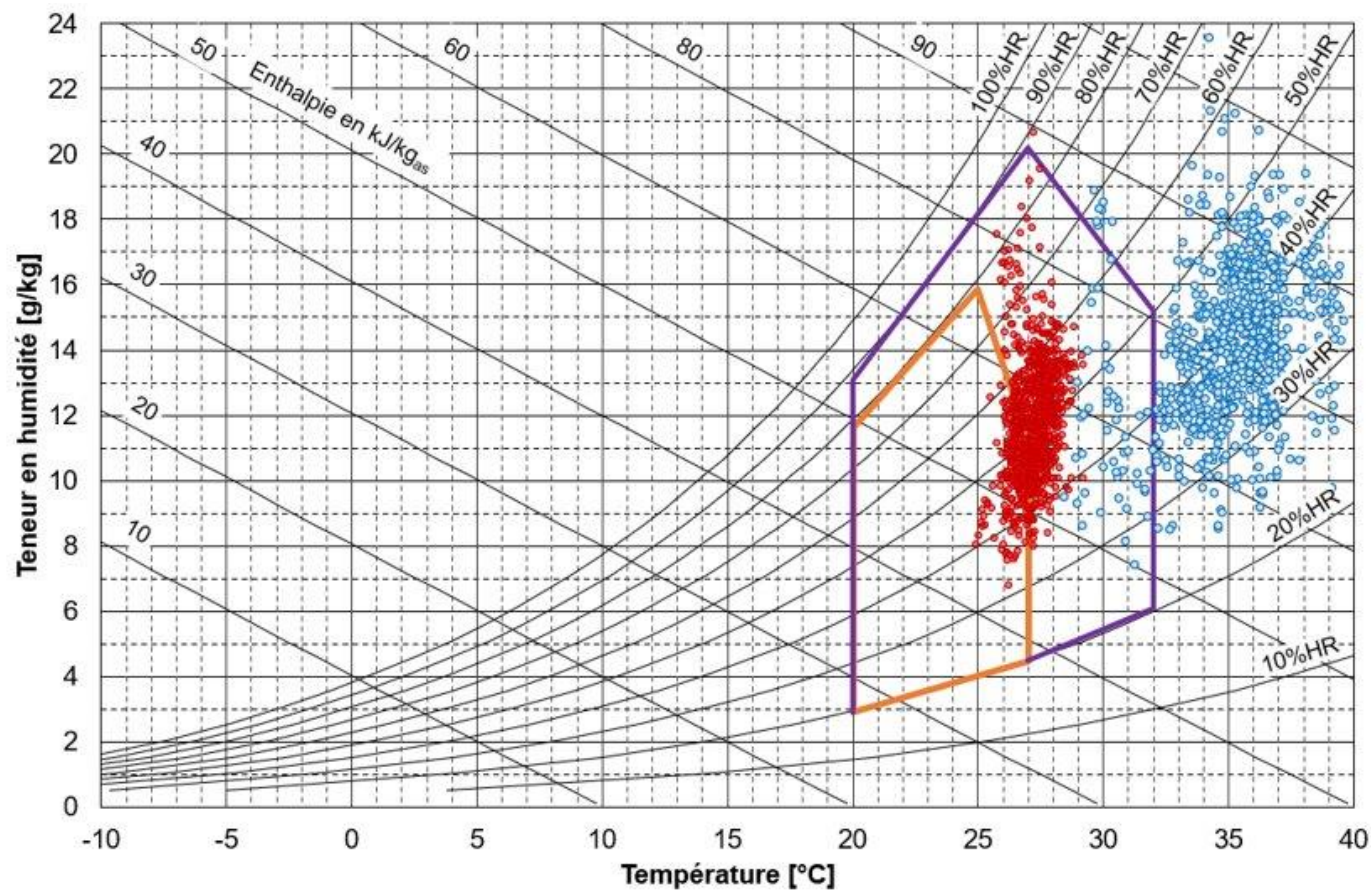
**Confort garanti aujourd'hui sans couplage à des solutions passives (brasseurs d'air, occultations).**





- Moins de 60h > 26°C
- 0h > 26°C avec solutions passives

# CONFORT D'ÉTÉ

## Résultats

Fichier météo : **Marseille (Moyen)** Période : 15 juin au 15 septembre







-  : Zone confortable sans brasseur d'air
-  : Zone confortable avec brasseur d'air
-  : Heure d'occupation sans PCRBT
-  : Heure d'occupation avec PCRBT

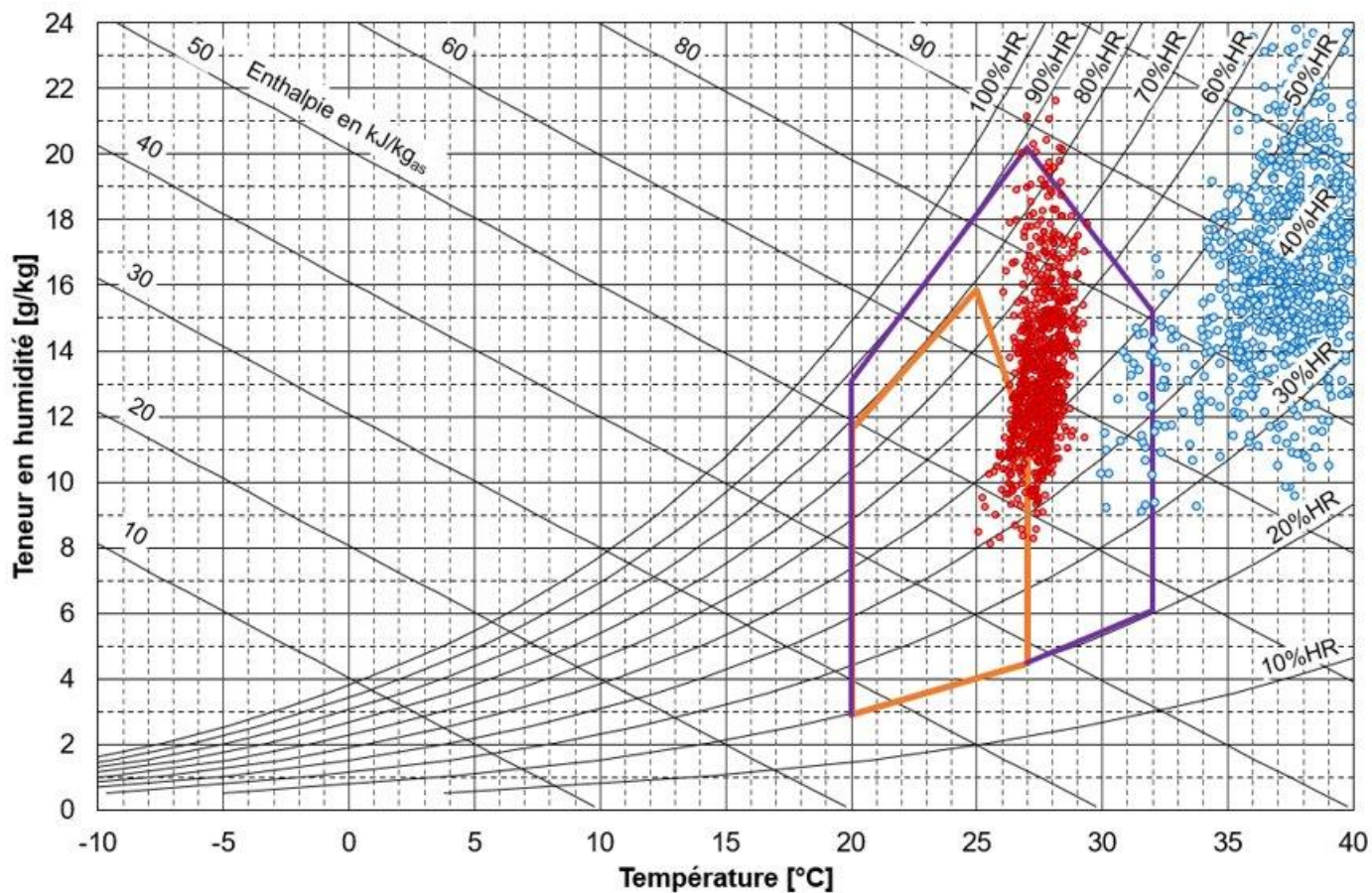
**Confort garanti en 2050 si le PCRBT est couplé à des leviers passifs (occultations, brasseur d'air...etc).**  
**- 1h>26°C avec solutions passives**

# CONFORT D'ÉTÉ

## Résultats

Fichier météo : **Marseille (GIEC2050)** Période : 15 juin au 15 septembre

-  : Zone confortable sans brasseur d'air
-  : Zone confortable avec brasseur d'air
-  : Heure d'occupation sans PCRBT
-  : Heure d'occupation avec PCRBT



**Confort garanti en 2050 si le PCRBT est couplé à des leviers passifs (occultations, brasseur d'air...etc).  
- 16h > 26°C avec solutions passives.**

# SYNTHESE

---

## PCBRT une solution compatible « Neutralité carbone 2050 » :



- La pompe à chaleur est la solution phare pour décarboner le bâtiment et répondre aux exigences de la RE2020 millésime 2025 (exigence Pinel +). Le PCRBT associé à une pompe à chaleur permet :
  - Une amélioration des performances (COP) de la pompe à chaleur de 40% (pour la production de chauffage),
  - De rafraichir les logements avec un émetteurs robuste, silencieux et confortable (pas de courant d'air frais),
- Le PCRBT c'est un confort d'été maintenu jusqu'en 2050 dans toutes la France. Dans le sud-est de la France il faudra pour cela l'associer à des solutions passives (brasseurs d'air, occultation performante).
- Compatibilité forte avec solutions constructive bois (chape présente systématiquement).
- En RE2020, le PCRBT est l'émetteur en capacité de rafraichir dont l'impact carbone est le plus faible.
- Compatibilité forte avec les solutions innovantes de demain (émetteur basse température). Déployer le PCBRT aujourd'hui c'est faciliter le raccordement future au solution de production de demain.