



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **CONCERTATION EXIGENCES RE2020**

Typologies :

- A. « Bâtiments universitaires d'enseignement et de recherche et bâtiments d'enseignements atypiques type privé (conservatoire, ...) »
- B. « Commerces »

# Organisation de la visioconférence

La séance est **enregistrée** (vidéo disponible sur demande auprès de la DHUP).

Durant la concertation, les micros seront par défaut coupés.

Dans la zone de conversation, vous pouvez :

- Poster vos questions / remarques ;
- Demander une prise de parole (merci de privilégier les interventions concises).

**La DHUP relève les messages postés, distribue la parole et s'assure que toutes les parties prenantes puissent s'exprimer.**

Le support présenté, ainsi que les résultats des simulations réalisées, seront mises à disposition sur le site RT-RE bâtiment à la suite de la réunion.

# Calendrier des concertations

Pour les typologies « Universités » et « Commerces » :

- **Le 5 mars 2024** (aujourd'hui) : 1<sup>re</sup> réunion de concertation
- **Du 6 mars 2024 au 5 avril 2024 inclus** : **Contributions écrites** des acteurs adressées à [concertation-re2020@developpement-durable.gouv.fr](mailto:concertation-re2020@developpement-durable.gouv.fr)
- **Jusqu'au 5 avril 2024 inclus** : Réalisation de **simulations « complémentaires »** à celles réalisées par la DHUP (voir [l'article du site RT-RE bâtiment précisant le cadre pour réaliser ces simulations](#))

Selon les contributions, des échanges bilatéraux ou une nouvelle réunion de concertation seront éventuellement organisés.

En conclusion, une synthèse aura lieu pour **présenter les exigences retenues** par la DHUP.

# Composition du « GT Modélisateur 2 » (GTM2)

Equipe projet
<b>DHUP</b> Pilote global
<b>Lot « pilote » (lot 1)</b> → Produit les analyses
<b>CSTB</b> AMO & Aide à la décision
<b>Cerema</b> Appui technique
<b>Bureaux d'études modélisateurs</b> Evaluations énergétiques, environnementales et économiques de bâtiments

<b>Typologies traitées</b>
Hôtels
Restaurants
Commerces
Établissements d'accueil de la petite enfance (crèches, haltes garderies)
Bâtiments universitaire d'enseignement et de recherche et bâtiments d'enseignements atypiques (type conservatoire, école de cuisine, ...)
Établissements de santé et EHPAD
Gymnases et salles de sports, y compris vestiaires
Bâtiments à usage industriel et artisanal
Aérogares
Médiathèques et bibliothèques

## Type de résultats obtenus :

- Simulations énergétiques et environnementales (ensemble des indicateurs considérés pour le RE2020),
- Chiffrages économiques (surcoût d'investissement, surcoût financier, surcoût global)

## Bâtiments modélisés :

Bâtiments de base (standard actuel) et variantes (= modifications d'un bâtiment de base)

# Méthode de travail du GTM2

## Phase 1 : Choix des bâtiments de base

- Sélection du panel de bâtiments à étudier
- Formation des bureaux d'études à l'utilisation des outils
- Cadrage de la réalisation des bâtiments de base

## Phase 3 : Evaluation énergétique, environnementale et économique de premières variantes\* des bâtiments

Objectif : identifier les paramètres influençant les performances énergétiques et environnementales des bâtiments.

## Phase 2 : Modélisation, vérification et analyse des bâtiments de base

- Modélisation des bâtiments de base suivant une prestation « Standard 2022 »
- Vérification des modélisations puis analyse des résultats obtenus
- Préparation de la phase 3 : liste de premières variantes

## Phase 4 : Modélisation de variantes supplémentaires permettant la détermination des seuils

Objectif : élaborer plusieurs scénarios d'exigences qui seront soumis à la concertation

\*Une variante de bâtiment diffère du bâtiment « Standard 2022 » par la modification d'une ou plusieurs prestations énergétiques ou environnementales. Par exemple, les modifications peuvent être : changement de système énergétique, renforcement de l'enveloppe du bâtiment, modification des données environnementales utilisées vers des données « optimisées » (poids carbone réduit) ou vers des données par défaut, etc.

# Ordre du jour de la réunion

1. Exigences **énergétiques** (Indicateurs Bbio, Cep, Cep,nr, Ic<sub>énergie</sub> et leurs modulations)
  - a. Universités
  - b. Commerces
  - c. **Echanges avec les participants**
  
2. Exigences **confort d'été** (Indicateur DH et les modulations Mb<sub>bruit</sub>, Mc<sub>cat</sub> et Mi<sub>géo</sub>)
  - a. Universités
  - b. Commerces
  - c. **Echanges avec les participants**
  
3. Exigences **environnementales** (Indicateur Ic<sub>construction</sub> et ses modulations)
  - a. Universités
  - b. Commerces
  - c. **Echanges avec les participants**



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **EXIGENCES ÉNERGÉTIQUES**

Typologie « Bâtiments universitaires d'enseignement et de recherche et bâtiments d'enseignements atypiques type privé (conservatoire, ...) »

# 1. Retour sur la RT2012



# Seuils Bbio et Cep en RT2012

$$Bbio_{\max} = Bbio_{\max\text{moyen}} \times (M_{\text{bgéo}} + M_{\text{balt}} + M_{\text{bsurf}})$$

Avec  $M_{\text{bgéo}} + M_{\text{balt}} \neq 0$ ,  $M_{\text{bsurf}} = 0$

$$Cep_{\max} = 50 \times M_{\text{ctype}} \times (M_{\text{cgéo}} + M_{\text{calt}} + M_{\text{csurf}} + M_{\text{cGES}})$$

Avec  $M_{\text{cgéo}} + M_{\text{calt}} \neq 0$ ,  $M_{\text{csurf}} = 0$  et  $M_{\text{cGES}} \neq 0$

Bbio <sub>maxmoyen</sub> [points]		50*M <sub>ctype</sub> [kWhep/(m <sup>2</sup> .an)]	
CE1 <sup>◊</sup>	CE2 <sup>◊</sup>	CE1 <sup>◊</sup>	CE2 <sup>◊</sup>
55	100	65	80

◊ **CE2** : bâtiment climatisé, baies en zone BR2 ou BR3, en zone climatique H2d ou H3, à une altitude inférieure à 400 m

◊ **CE1** : tout autre bâtiment

$M_{\text{bgéo}} + M_{\text{balt}} - 1$	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
0 à 400 m	0,1	0,3	0,2	0,1	0	0	-0,1	-0,2
401 à 800 m	0,4	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
801 m et plus	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3

$M_{\text{cgéo}} + M_{\text{calt}} - 1$	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Toute altitude	0,1	0,1	0	0	0	0,1	-0,1	-0,2

# Données issues de l'observatoire de la RT2012 (OPE)

Sur la période 2017-2022, 61 projets répertoriés :

- **Surface** : ~ 50 % des projets (31) avec une  $S_{RT} < 2\,000\text{ m}^2$  (dont 13 projets avec une  $S_{RT} \leq 500$ )
- **Bbio du projet** :
  - ~ 45 % des projets (27) → [ $B_{bio_{max}} - 10\%$  ;  $B_{bio_{max}}$ ]
  - ~ 20 % des projets (12) → [ $B_{bio_{max}} - 20\%$  ;  $B_{bio_{max}} - 10\%$ ]
- **Systèmes de chauffage** : Chaudière gaz (~45 % des projets), RCU (~25 %) et PAC (~20 %)
- **Systèmes d'ECS** : Chauffe eau électrique (~ 90 % des projets)

# RT2012 versus RE2020

**Les résultats obtenus en RT2012 et en RE2020 sont difficilement comparables**, car de nombreuses évolutions de méthode ont eu lieu avec entre les 2 réglementations :

- Changement de surface de référence ( $SHON_{RT} \rightarrow S_{ref}$ )
- Fichiers météorologiques
- Scenarios (occupation, gestion des protections mobiles, etc.)
- Corrections de bugs
- Etc.

## 2. Panel et Retex

# Panel de bâtiments (tous indépendants, sauf UNI\_09)

Nom	UNI_02	UNI_04	UNI_06	UNI_07	UNI_09
Usage réel	Bâtiment universitaire	Ecole du supérieur	IUT	Bâtiment de recherche	Extension université
S <sub>ref</sub>	3 219 m <sup>2</sup>	4 580 m <sup>2</sup>	1 970 m <sup>2</sup>	1 377 m <sup>2</sup>	1632 m <sup>2</sup>
Nb de niveaux (y compris RDC)	4	7	3	2	2
Compacité	1,5	1,2	1,42	2,1	2,1
Taux surface vitrée / surface façade	21 %	65 %	44 %	41 %	48 %

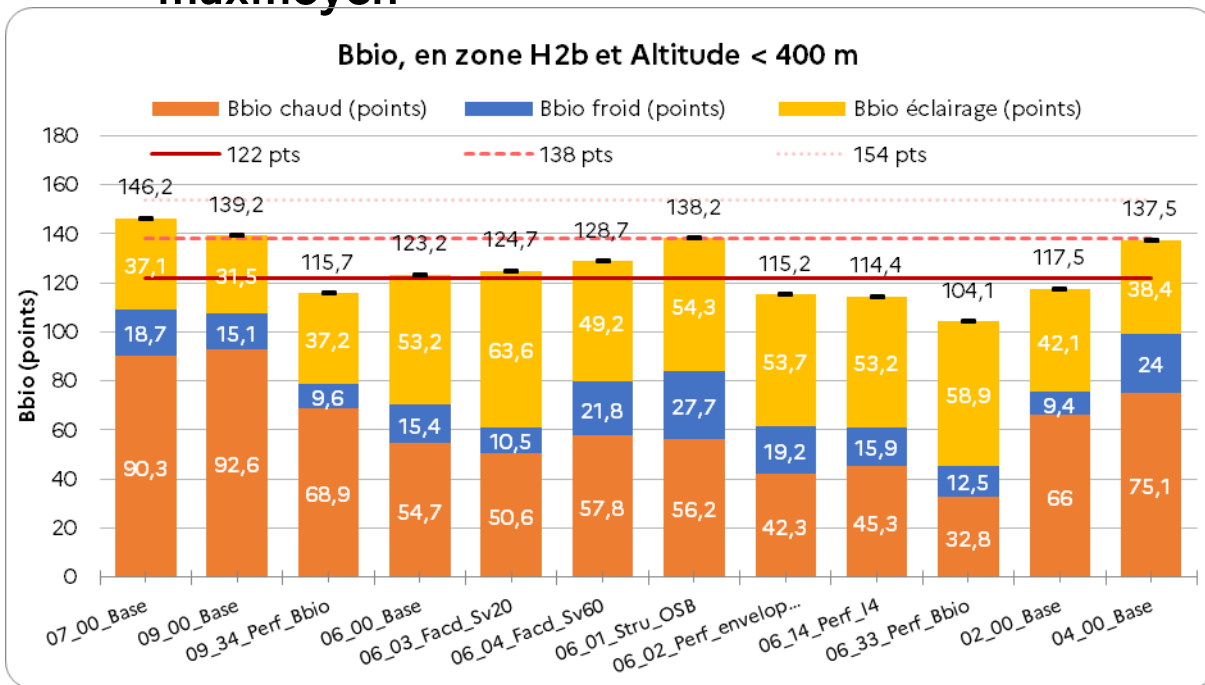
# Retour d'expérience

- Les bâtiments d'enseignement supérieurs ont des **usages « réels » très variés** : salles de cours, salles de TD / TP, amphithéâtres, laboratoires de recherches, administrations, restauration, etc.
- Certains locaux peuvent être hors périmètres RT2012 / RE2020 ou *oubliés d'être saisis*.
- Observatoire RT2012 : **61 projets saisis entre 2017 et 2022**  
Les bureaux d'études saisissent couramment d'autres usages RT2012 lors de la construction de bâtiments d'enseignement supérieurs (bureaux, par exemple), avec des exigences de performance plus facilement atteignables.
- Scenario conventionnel similaire au scenario « médiathèques & bibliothèques », proche des scenarios « enseignement primaire » et « enseignement secondaire »

# 3. Bbio

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{beombles} + M_{bsurf\_moyen} + M_{bsurf\_tot} + M_{bbruit})$$

# Bbio<sub>maxmoyen</sub>



- Performance actuelle : 118 à 146 pts
- Renforcement des prestations : 104 à 116 pts
- Augmentation des surfaces vitrées : + 5 pts
- Structure bois : + 15 pts

Base = Prestations « standard 2022 » / Facd\_Sv20/60 = Modification de la surface vitrée (base : 44 %) à 20/60 % de la surface des parois verticales /  
 Stru\_OSB : Structure ossature bois / Perf\_14 : perméabilité à l'air de 1 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) / Perf\_enveloppe : amélioration de l'enveloppe / Perf\_Bbio = consigne  
 passée au modélisateur de faire Bbio -10% à -20%



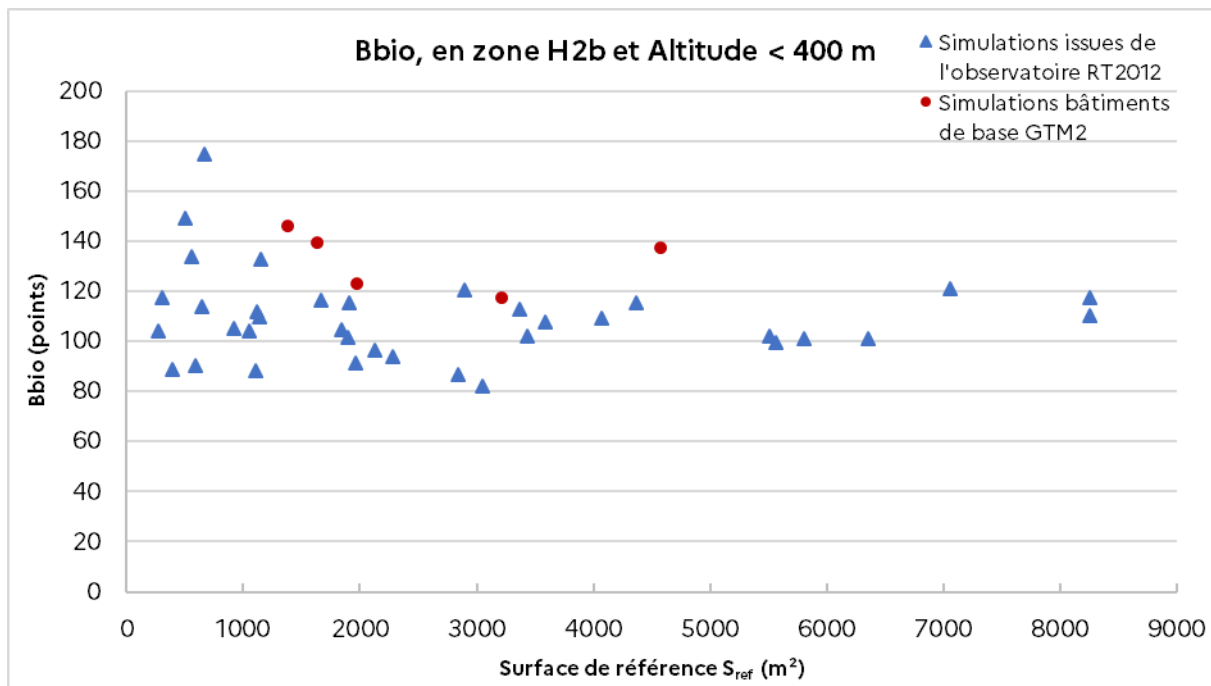
$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{beombles} + M_{bsurf\_moyen} + M_{bsurf\_tot} + M_{bbruit})$$

## Bbio<sub>maxmoyen</sub>

Proposition Bbio <sub>maxmoyen</sub> (points)	Valeurs	Impacts
Souple	154	Sans contrainte notable
Intermédiaire	138	Renforcement des prestations enveloppe
Exigeant	122	Incite à une conception bioclimatique des universités

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{bcombles} + M_{bsurf\_moyen} + M_{bsurf\_tot} + M_{bbruit})$$

# M<sub>bsurf\_tot</sub>



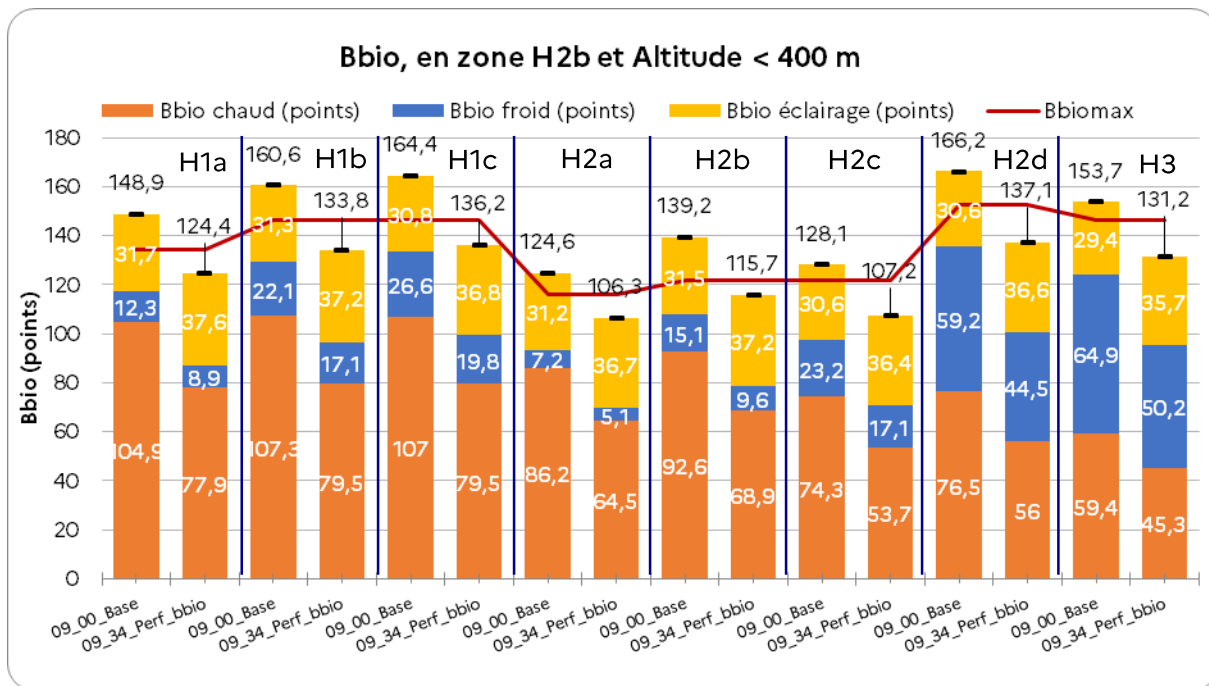
Simulations de l'observatoire RT2012 selon la méthode RE2020 pour compléter les 4 universités simulées

Aucun indice que Bbio évolue selon la surface

**Proposition : M<sub>bsurf\_tot</sub> = 0**

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{beombles} + M_{bsurf\_moyen} + M_{bsurf\_tot} + M_{bbruit})$$

## M<sub>bgéo</sub> (si Bbio<sub>maxmoyen</sub> = 122 pts)



Les simulations permettent de déterminer M<sub>bgéo</sub> selon la méthode suivante :

- On considère les variantes tel que Bbio < Bbio<sub>maxmoyen</sub> (142 pts) en zone H2b et pour une altitude < 400 m
- Pour ces variantes, on calcule les écarts :
 
$$\frac{Bbio(H \dots, alt) - Bbio (H2b, < 400m)}{Bbio (H2b, < 400m)}$$
- On retient la moyenne de ces écarts comme modulation M<sub>bgéo</sub>

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{beombles} + M_{bsurf\_moyen} + M_{bsurf\_tot} + M_{bbruit})$$

**M<sub>bgéo</sub> (si Bbio<sub>maxmoyen</sub> = 122 pts)**

Zone climatique → Altitude↓	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Entre 0 et 400 m inclus	0,1	0,2	0,2	-0,1	0	-0,05	0,25	0,2
Entre 400 m et 800m inclus	0,25	0,3	0,3	0,1	0,15	0,05	0,25	0,15
Supérieure à 800m	0,45	0,5	0,45	0,3	0,35	0,2	0,25	0,15

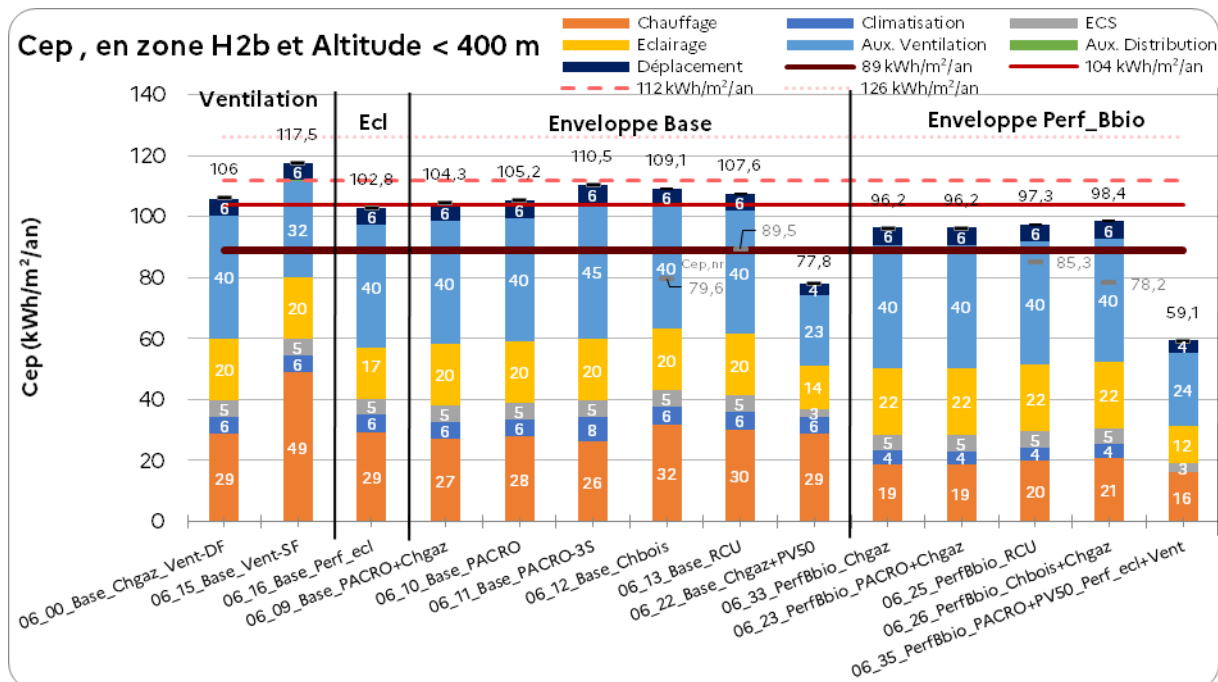
Pour mémoire, pour la typologie  
« bâtiment d'enseignement » :

Zone climatique → Altitude↓	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Entre 0 et 400 m inclus	0,05	0,1	0,2	-0,05	0	0,1	0,3	0,25
Entre 400 m et 800m inclus	0,25	0,25	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	-0,05
Supérieure à 800m	0,45	0,45	0,4	0,4	0,35	0,25	0,3	0,1

## 4. Cep, Cep,nr et Ic<sub>énergie</sub>

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf\_moy} + M_{c surf\_tot} + M_{ccat})$$

# Cep<sub>maxmoyen</sub>

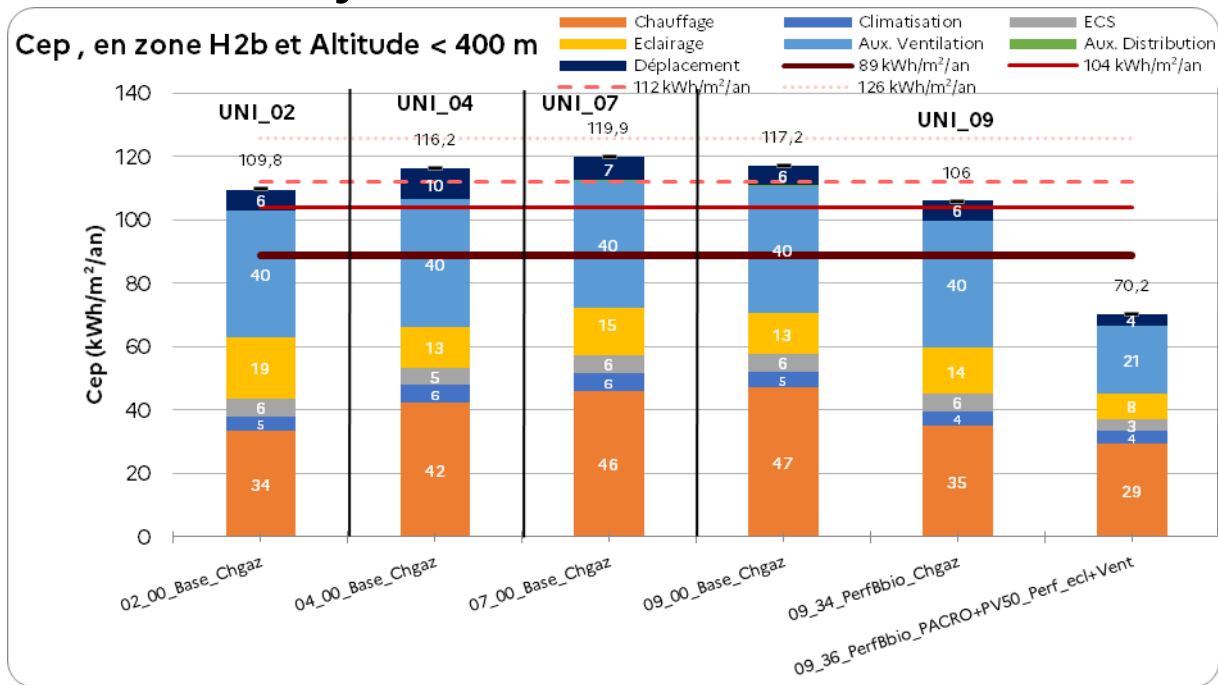


- Postes les plus forts : chauffage / ventilation
- Passage d'une ventilation SF à DF : Cep ≳ 12 kWh/m²/an
- Optimisation de l'éclairage : Cep ≳ 3 kWh/m²/an
- Prestations enveloppe « standard 2022 » ~ tout type de système énergétique ~105 -110 kWh/m²/an
- Prestations enveloppe « Perf\_Bbio » ~ tout type de système énergétique ~ 96 - 98 kWh/m²/an
- Installation PV : Cep ≳ 30 kWh/m²/an

Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio -10% à -20% / Vent-DF = ventilation double flux

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{recombles} + M_{esurf\_moy} + M_{csurf\_tot} + M_{ccat})$$

# Cep<sub>maxmoyen</sub>



- Postes les plus forts : chauffage / ventilation
- Optimisation de l'éclairage : Cep  $\simeq$  6 kWh/m<sup>2</sup>/an
- Prestations enveloppe « standard 2022 » ~ 110 -120 kWh/m<sup>2</sup>/an
- Prestations enveloppe « Perf\_Bbio » ~ tout type de système énergétique ~ 106 kWh/m<sup>2</sup>/an
- Installation PV : Cep  $\simeq$  30 kWh/m<sup>2</sup>/an

Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% / Vent-DF = ventilation double flux

Vent-SF = ventilation double flux / PACRO = Pompe à chaleur Air/Eau / Chgaz = chaudière gaz / PV50 = 50 % de toiture équipée de panneaux

photovoltaïques / Perf\_Ecl+Vent = optimisation de l'éclairage et de la ventilation

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf\_moy} + M_{c surf\_tot} + M_{ccat})$$

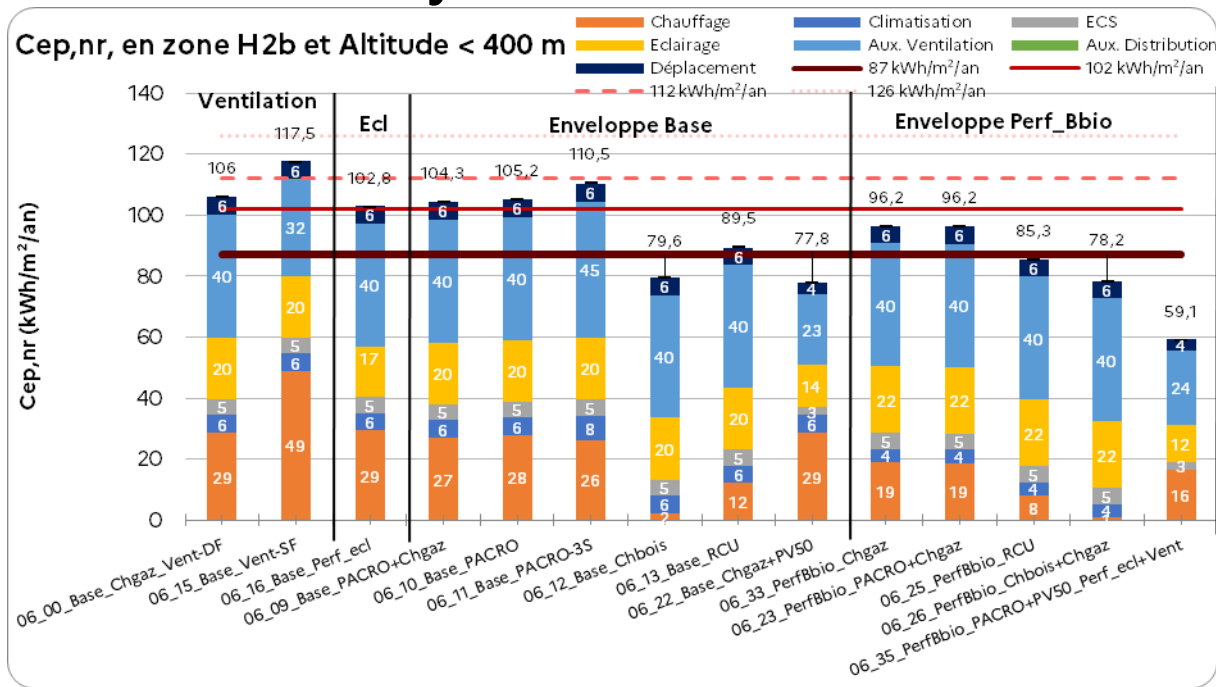
# Cep<sub>maxmoyen</sub>

Proposition Cep <sub>maxmoyen</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /an)	Valeurs	Impacts
Souple	126	Pas de renforcement / <sup>t</sup> aux prestations actuelles
Intermédiaire	112	Renforcement sur l'enveloppe nécessaire (prestations « perf_Bbio ») ou optimisation de l'éclairage, installation du PV, etc.
Exigeant	104	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cohérent avec le seuil Bbio<sub>max</sub> exigeant</li> <li>• Dans certaines configurations, nécessite d'optimiser l'éclairage, installer du PV, etc.</li> </ul>
Très exigeant	89	Obligation d'installation du PV à hauteur de ~ 30 % alors que la loi impose recours au PV ou végétalisation



$$Cep,nr_{max} = Cep,nr_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{recombles} + M_{esurf\_moy} + M_{csurf\_tot} + M_{ccat})$$

# Cep,nr<sub>maxmoyen</sub>



- Postes les plus forts : chauffage / ventilation
- Prestations enveloppe « standard 2022 » :
  - Chgaz → Chbois  $\approx$  25 kWh/m<sup>2</sup>/an
  - Chgaz → RCU (taux EnR&R 60%)  $\approx$  15 kWh/m<sup>2</sup>/an
- Prestations enveloppe « Perf\_Bbio » :
  - Chgaz → Chbois + Chgaz  $\approx$  18 kWh/m<sup>2</sup>/an
  - Chgaz → RCU (taux EnR&R 60%)  $\approx$  11 kWh/m<sup>2</sup>/an

Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% / Vent-DF = ventilation double flux

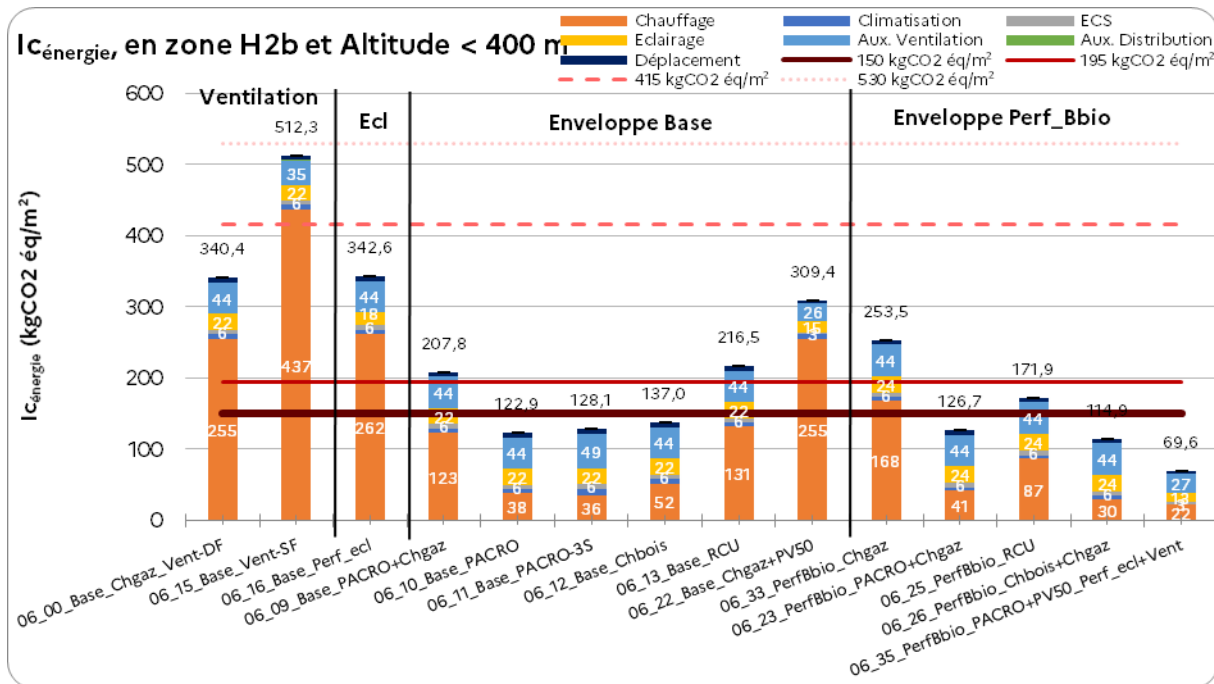
$$\text{Cep,nr}_{\text{max}} = \text{Cep,nr}_{\text{maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ecombles}} + M_{\text{esurf_moy}} + M_{\text{csurf_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

## Cep,nr<sub>maxmoyen</sub>

Proposition Cep,nr <sub>maxmoyen</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /an)	Valeurs	Impacts
Souple (Identique Cep <sub>maxmoyen</sub> )	126	Pas de renforcement / <sup>t</sup> aux prestations actuelles
Intermédiaire (Identique Cep <sub>maxmoyen</sub> )	112	Renforcement sur l'enveloppe nécessaire (prestations « perf_Bbio ») ou optimisation de l'éclairage, installation du PV, etc.
Exigeant	102	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cohérent avec le seuil Bbio<sub>max</sub> exigeant</li> <li>• Dans certaines configurations, nécessite d'optimiser l'éclairage, installer du PV, etc.</li> </ul>
Très exigeant	87	Obligation d'installation du PV à hauteur de ~ 30 % alors que la loi impose recours au PV ou végétalisation

$$Ic_{\text{énergie\_max}} = Ic_{\text{énergie\_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ecombles}} + M_{\text{esurf\_moy}} + M_{\text{csurf\_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

# Ic<sub>énergie\_maxmoyen</sub>

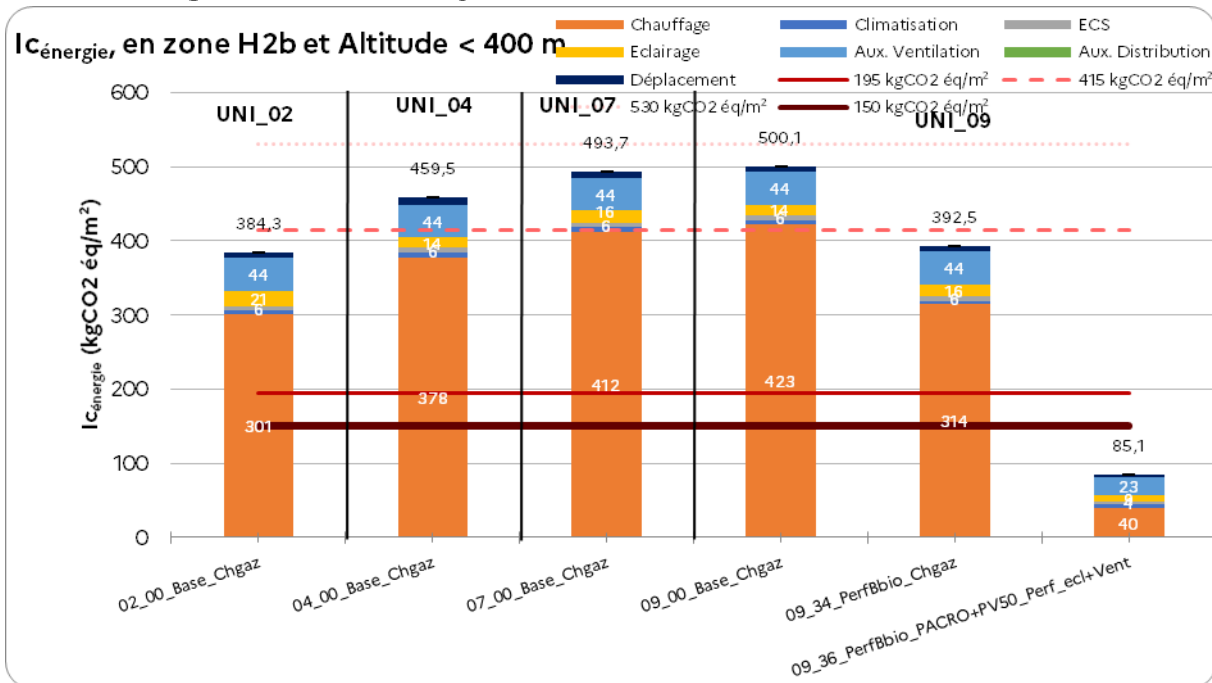


- Postes les plus forts : chauffage / ventilation
- Prestations enveloppe « standard 2022 » :
  - Chgaz → PACRO+Chgaz ou RCU (0,110 kgCO<sub>2</sub> eq/kWh) : ∼ 125 kgCO<sub>2</sub> eq / m<sup>2</sup>
  - Chgaz → Chbois ou PACRO : ∼ + de 200 kgCO<sub>2</sub> eq / m<sup>2</sup>
- Prestations enveloppe « Perf\_Bbio » :
  - Chgaz → PACRO+Chgaz ou RCU ∼ 80 kgCO<sub>2</sub> eq / m<sup>2</sup>
  - Chgaz → Chbois+Chgaz ∼ 130 kgCO<sub>2</sub> eq / m<sup>2</sup>

Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% / Vent-DF = ventilation double flux

$$Ic_{\text{énergie\_max}} = Ic_{\text{énergie\_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{recombles}} + M_{\text{esurf\_moy}} + M_{\text{csurf\_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

# Ic<sub>énergie\_maxmoyen</sub>



Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% / Vent-DF = ventilation double flux

Vent-SF = ventilation double flux / PACRO = Pompe à chaleur Air/Eau / Chgaz = chaudière gaz / PV50 = 50 % de toiture équipée de panneaux

photovoltaïques / Perf\_Ecl+Vent = optimisation de l'éclairage et de la ventilation

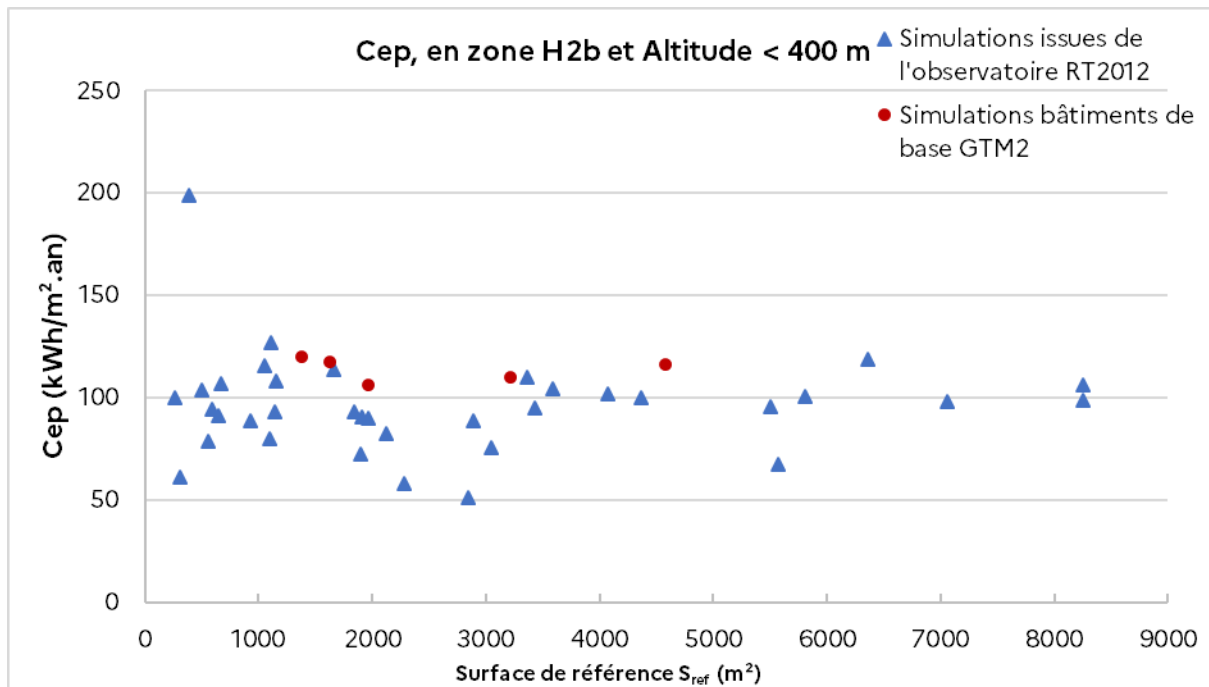
$$Ic_{\text{énergie\_max}} = Ic_{\text{énergie\_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ecombles}} + M_{\text{esurf\_moy}} + M_{\text{csurf\_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

## Ic<sub>énergie\_maxmoyen</sub>

Proposition Ic <sub>énergie_maxmoyen</sub> (kgCO <sub>2</sub> éq/m <sup>2</sup> )	Valeurs	Impacts
Souple	530	Pas de renforcement /t aux prestations actuelles
Intermédiaire	415	• Cohérent avec le seuil Bbio <sub>max</sub> exigeant
Exigeant	195	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exclut les RCU &gt; 0,130 kgCO<sub>2</sub> éq/kWh</li> <li>• Exclut le chauffage gaz seul (PAC-RO + appoint gaz passe)</li> </ul>
Très exigeant	150	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exclut le gaz même en appoint (à confirmer par une simulation)</li> </ul>

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf\_moy} + M_{csurf\_tot} + M_{ccat})$$

# M<sub>csurf\_tot</sub>



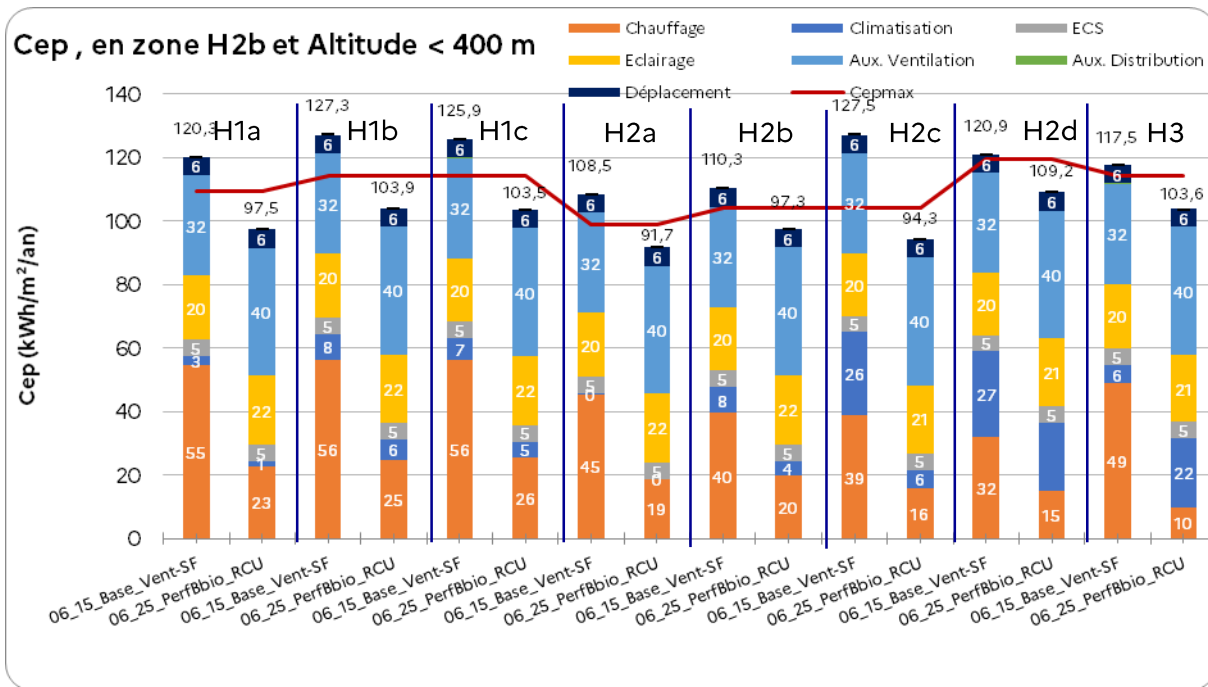
Simulations de l'observatoire RT2012 selon la méthode RE2020 pour compléter les 4 universités simulées

Aucun indice que Cep évolue selon la surface

**Proposition : M<sub>csurf\_tot</sub> = 0**

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf\_moy} + M_{c surf\_tot} + M_{ccat})$$

**M<sub>cgéo</sub> (si Cep<sub>maxmoyen</sub> = 104 kWh/m<sup>2</sup>/an)**



Les simulations permettent de déterminer M<sub>cgéo</sub> selon la méthode suivante :

- On considère les variantes tel que Cep < Cep<sub>maxmoyen</sub> (175 kWh/m<sup>2</sup>/an) en zone H2b et pour une altitude < 400 m
- Pour ces variantes, on calcule les écarts :
 
$$\frac{Cep(H \dots, alt) - Cep(H2b, < 400m)}{Cep(H2b, < 400m)}$$
- On retient la moyenne de ces écarts comme modulation M<sub>cgéo</sub>

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf\_moy} + M_{c surf\_tot} + M_{ccat})$$

**M<sub>cgéo</sub> (si Cep<sub>maxmoyen</sub> = 104 kWh/m<sup>2</sup>/an)**

Zone climatique → Altitude↓	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Entre 0 et 400 m inclus	0,05	0,1	0,1	-0,05	0	0	0,15	0,10
Entre 400 m et 800m inclus	0,2	0,2	0,15	0,1	0,1	0	0,1	0
Supérieure à 800m	0,3	0,3	0,25	0,2	0,25	0,15	0,15	0

Pour mémoire, pour la typologie  
« bâtiment d'enseignement » :

Zone climatique → Altitude↓	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Entre 0 et 400 m inclus	0,05	0,15	0,1	-0,05	0	-0,05	0,4	0,3
Entre 400 m et 800m inclus	0,3	0,3	0,3	0,15	0,2	0,1	0,3	0,1
Supérieure à 800m	0,6	0,6	0,6	0,45	0,5	0,35	0,35	0,15





**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **EXIGENCES ÉNERGÉTIQUES**

Typologie « Commerces »

# 1. Retour sur la RT2012

# Seuils Bbio et Cep en RT2012

$$Bbio_{\max} = Bbio_{\max\text{moyen}} \times (M_{\text{bgéo}} + M_{\text{balt}} + M_{\text{bsurf}})$$

Avec :

Bbio <sub>maxmoyen</sub> [points]	CE1 <sup>◊</sup>	CE2 <sup>◊</sup>
		140

$$\text{Si } S_{\text{RT}} \leq 500 \text{ m}^2, M_{\text{bsurf}} = \frac{500 - S_{\text{RT}}}{1300}$$

$$\text{Sinon } M_{\text{bsurf}} = 0$$

Catégorie CE1 :

M <sub>bgéo</sub> + M <sub>balt</sub> -1	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
0 à 400 m	0	0,1	0	0	0	-0,1	-0,1	-0,1
401 à 800 m	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0
801 m et plus	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1

$$Cep_{\max} = 50 \times M_{\text{ctype}} \times (M_{\text{cgéo}} + M_{\text{calt}} + M_{\text{csurf}} + M_{\text{cGES}})$$

Avec :

50*M <sub>ctype</sub> [kWhep/(m <sup>2</sup> .an)]	CE1 <sup>◊</sup>	CE2 <sup>◊</sup>
		320

$$\text{Si } S_{\text{RT}} \leq 1000 \text{ m}^2, M_{\text{csurf}} = \frac{S_{\text{RT}} - 1000}{6270}$$

$$\text{Sinon } M_{\text{csurf}} = 0$$

Catégorie CE1 : M<sub>cgéo</sub> + M<sub>calt</sub> - 1 = 0

# Données issues de l'observatoire de la RT2012 (OPE)

Sur la période 2017-2022, 1628 projets répertoriés :

- **Surface :**
  - ~ 46 % des projets (751) avec une  $S_{RT} < 500 \text{ m}^2$
  - Moins de 4 % des projets (63) avec une  $S_{RT} > 5\,000 \text{ m}^2$  (dont 3 projets avec une  $S_{RT} > 20\,000 \text{ m}^2$ )
- **Bbio du projet :**
  - ~ 63 % des projets (1027) → [ $B_{bio_{max}} - 10\%$  ;  $B_{bio_{max}}$ ]
  - ~ 25 % des projets (404) → [ $B_{bio_{max}} - 20\%$  ;  $B_{bio_{max}} - 10\%$ ]
- **Systèmes de chauffage :** PAC ou équivalent (~76 % des projets), Ch. Gaz ou équivalent (~13 %)
- **Systèmes d'ECS :** Chauffe eau électrique (~ 91 % des projets)

## 2. Panel et Retex

# Panel de bâtiments

Nom	COM_15	COM_07	COM_12	COM_09
Usage réel	Commerce – bâtiment indépendant	Commerce – bâtiment indépendant	Centre commercial	Extension centre commercial
Dénomination commerciale	« stand alone »	« stand alone »	« retail park »	« centre commercial »
S <sub>ref</sub>	298	690	6 675	31 523
Nb de niveaux (y compris RDC)	1	1	1	4
Compacité	2,6	2,2	2,2	1,3
Taux surface vitrée / surface façade	0,57	0,48	0,16	0,24

# Retour d'expérience

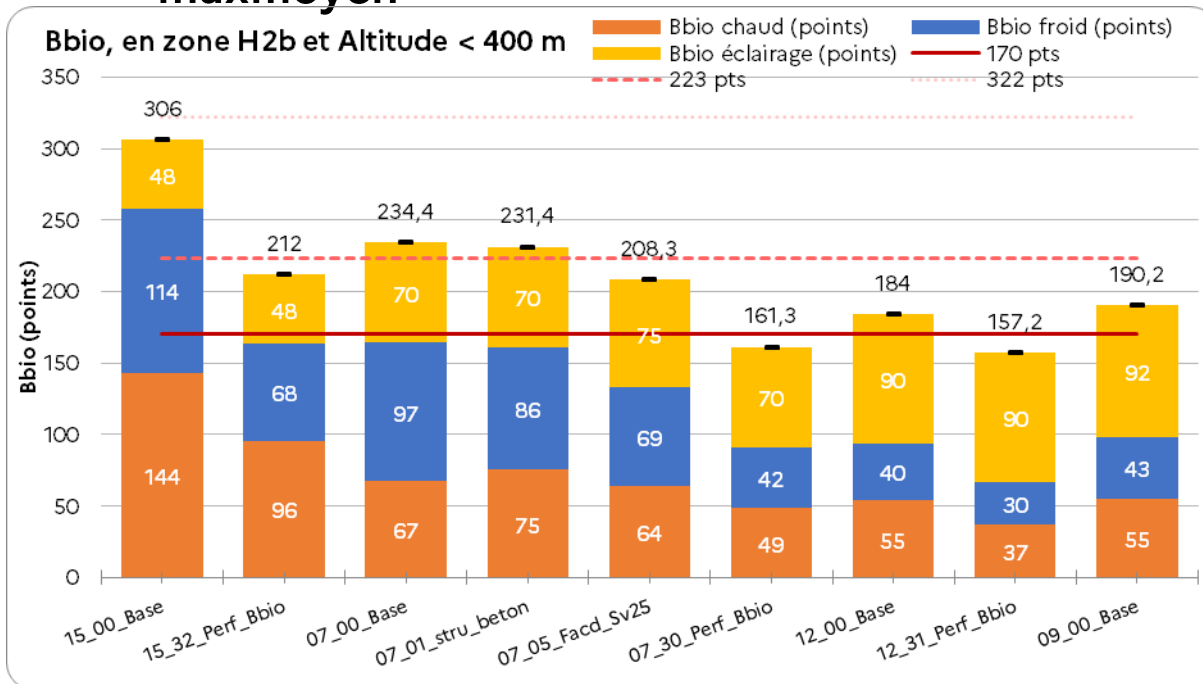
- Couramment RDC ou R+1 (commerces isolés, pied d'immeubles et centres commerciaux)
- Quelques grands centres commerciaux au-delà du R+1
- Enveloppe très vitrée
- Forts consommateurs de chaleur / froid

# 3. Bbio



$$B_{\text{bio}}_{\text{max}} = B_{\text{bio}}_{\text{maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{bgéo}} + M_{\text{beombles}} + M_{\text{bsurf_moyen}} + M_{\text{bsurf_tot}} + M_{\text{bbruit}})$$

# Bbio<sub>maxmoyen</sub>



- Performance actuelle : 184 à 306 pts
- Renforcement des prestations : 157 à 212 pts
- Réduction des surfaces vitrées : - 26 pts
- Structure béton : - 3 pts
- COM\_15 : résultats différents → petite surface ~ 300 m<sup>2</sup> et faible compacité → Modulation Mb\_surf pertinente

Base = Prestations « standard 2022 » / Facd\_Sv25 = Modification de la surface vitrée (base : 48 %) à 25 % de la surface des parois verticales / Stru\_beton : Structure béton (base : structure métallique) / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio -10% à -20%

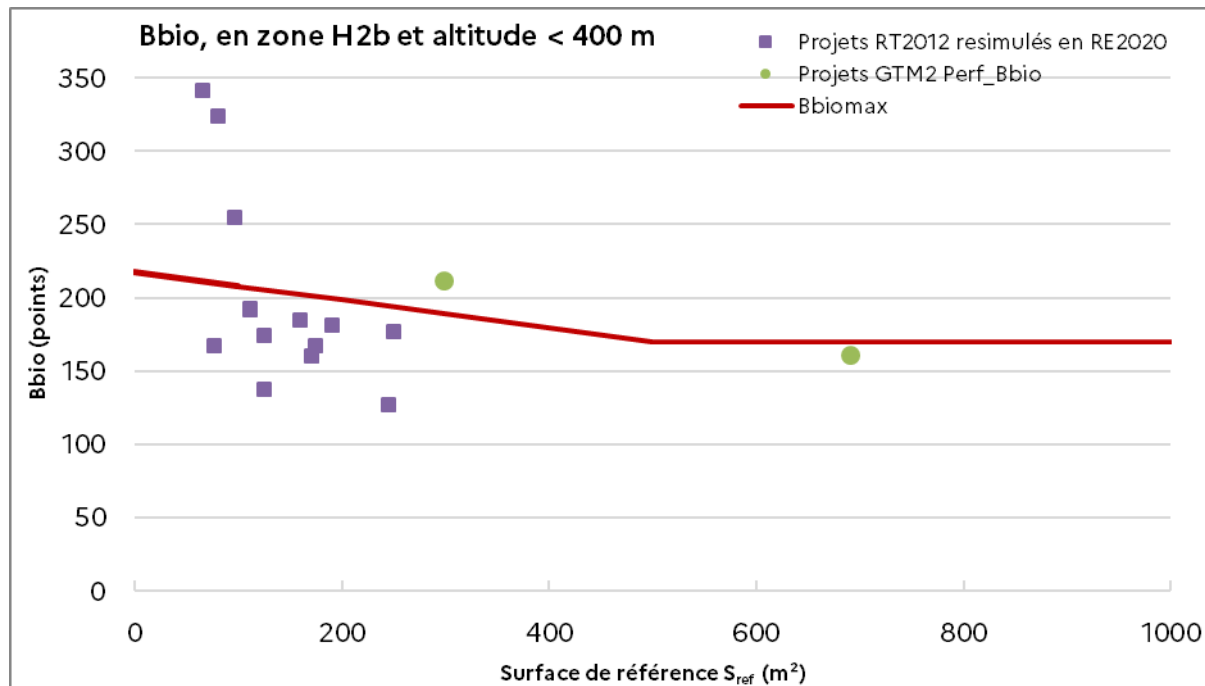
$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{bcombles} + M_{bsurf\_moyen} + M_{bsurf\_tot} + M_{bbruit})$$

## Bbio<sub>maxmoyen</sub>

Proposition Bbio <sub>maxmoyen</sub> (points)	Valeurs	Impacts
Souple	322	Sans contrainte notable (toutes simulations « standard 2022 » passent)
Intermédiaire	223	Renforcement des prestations enveloppe, notamment pour les petites surfaces
Exigeant	170	Incite à une conception bioclimatique

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{beombles} + M_{bsurf\_moyen} + M_{bsurf\_tot} + M_{bbruit})$$

# M<sub>bsurf\_tot</sub>



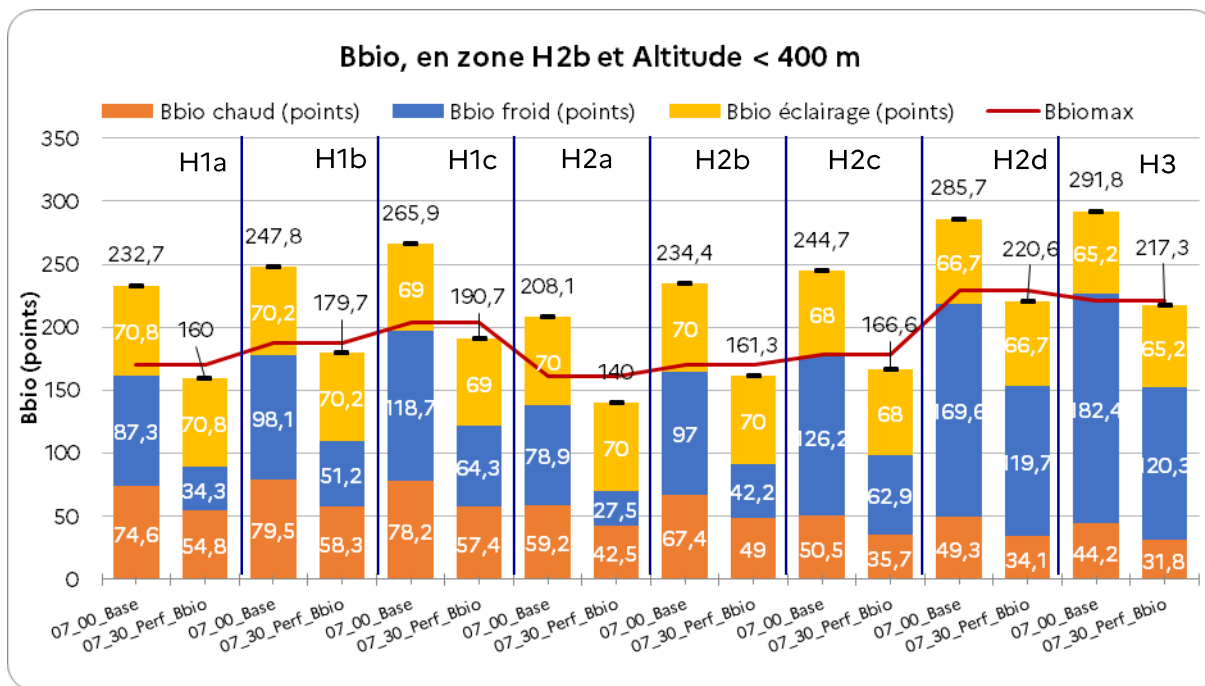
## Méthode :

1. Simulations selon la RE2020 des projets de l'observatoire RT2012
2. Tri selon les prestations saisies :
  - Catégorie CE1
  - Perméabilité à l'air < 1,7 m<sup>3</sup> / (h.m<sup>2</sup>)
  - Prestations de l'enveloppe renforcée
3. Régression linéaire selon le panel retenu

Conditions	M <sub>bsurf_tot</sub>
S <sub>ref</sub> ≤ 500 m <sup>2</sup>	$\frac{47,5 - 0,095 * S_{ref}}{Bbio_{max\ moyen}}$
S <sub>ref</sub> > 500 m <sup>2</sup>	0

$$Bbio_{\max} = Bbio_{\max\text{moyen}} \times (1 + M_{\text{bgéo}} + M_{\text{beombles}} + M_{\text{bsurf\_moyen}} + M_{\text{bsurf\_tot}} + M_{\text{bbruit}})$$

## M<sub>bgéo</sub> (si Bbio<sub>maxmoyen</sub> = 170 pts)



Les simulations permettent de déterminer M<sub>bgéo</sub> selon la méthode suivante :

- On considère les variantes tel que Bbio < Bbio<sub>maxmoyen</sub> (142 pts) en zone H2b et pour une altitude < 400 m
- Pour ces variantes, on calcule les écarts :
 
$$\frac{Bbio(H \dots, \text{alt}) - Bbio(H2b, < 400m)}{Bbio(H2b, < 400m)}$$
- On retient la moyenne de ces écarts comme modulation M<sub>bgéo</sub>

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{bcombles} + M_{bsurf\_moyen} + M_{bsurf\_tot} + M_{bbruit})$$

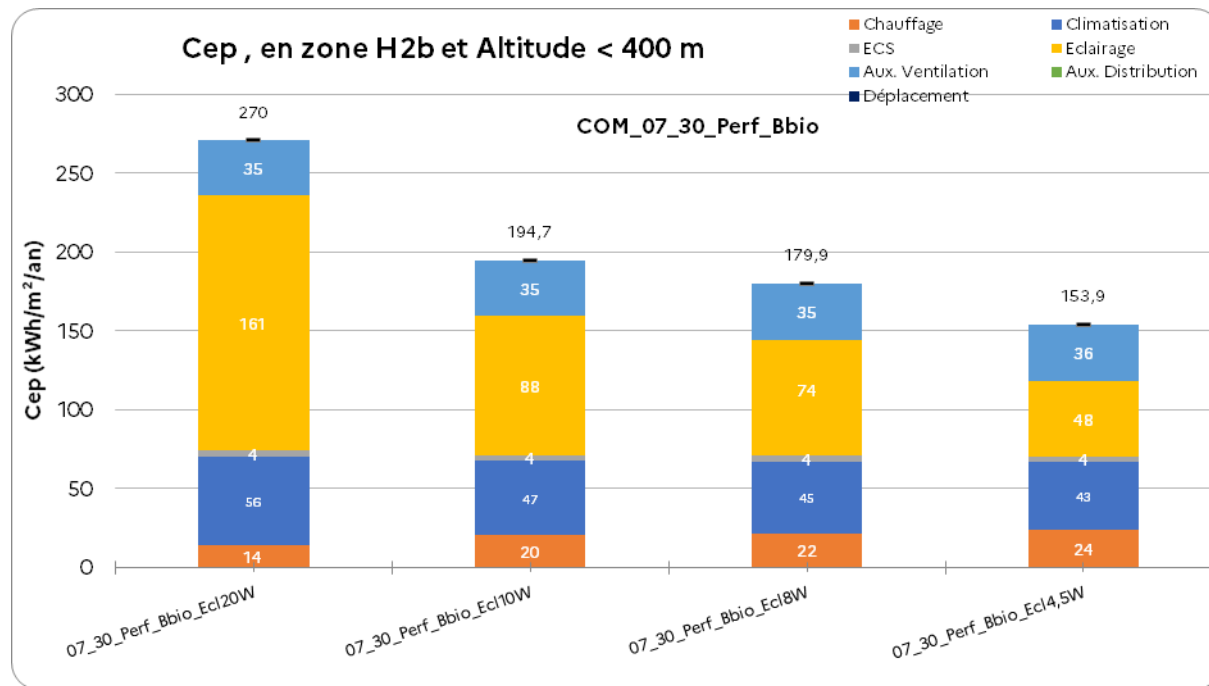
**M<sub>bgéo</sub> (si Bbio<sub>maxmoyen</sub> = 170 pts)**

Zone climatique → Altitude↓	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Entre 0 et 400 m inclus	0	0,1	0,2	-0,05	0	0,05	0,35	0,3
Entre 400 m et 800m inclus	0,05	0,15	0,2	0	0,05	0	0,25	0,25
Supérieure à 800m	0,15	0,25	0,25	0,1	0,15	0,05	0,25	0,2

## 4. Cep, Cep,nr et Ic<sub>énergie</sub>

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{recombles} + M_{esurf\_moy} + M_{csurf\_tot} + M_{ccat})$$

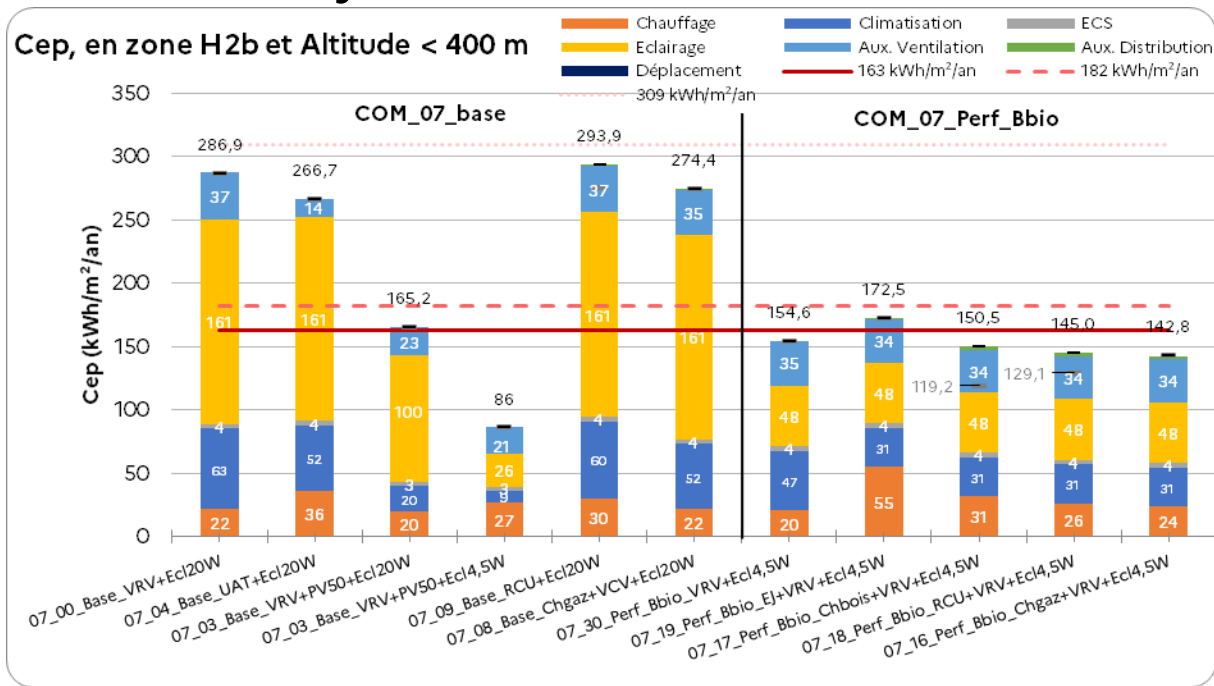
# Cep<sub>maxmoyen</sub> (Focus éclairage)



- Cep<sub>ecl</sub> = 1<sup>er</sup> poste de consommation
- Diverses puissances d'éclairage testée (20, 10, 8 et 4,5 W/m<sup>2</sup> pour le local « aire de vente »)
- Cep  $\searrow$  ~120 kWh/m<sup>2</sup>/an lorsque la puissance d'éclairage baisse de 20 à 4,5 W/m<sup>2</sup>
- Cohérence avec les VA de EET → Optimisation de l'éclairage : puissance saisie = 4,5 W/m<sup>2</sup>
- Potentiels gains complémentaires (non pris en compte) avec une gestion optimisée de l'éclairage (ici, les simulations intègrent marche / arrêt manuel)

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{recombles} + M_{esurf\_moy} + M_{c surf\_tot} + M_{ccat})$$

# Cep<sub>maxmoyen</sub>



- Postes les plus forts après l'éclairage : climatisation / ventilation
- Prestations enveloppe « standard 2022 » + Puissance d'éclaire à 20 W/m<sup>2</sup> ~ tout type de système énergétique ~ 275 - 295 kWh/m<sup>2</sup>/an
- Prestations enveloppe « Perf\_Bbio » + Puissance d'éclaire à 4,5 W/m<sup>2</sup> ~ tout type de système énergétique ~ 140 - 160 kWh/m<sup>2</sup>/an
- Installation PV : Cep ≳ 120 kWh/m<sup>2</sup>/an

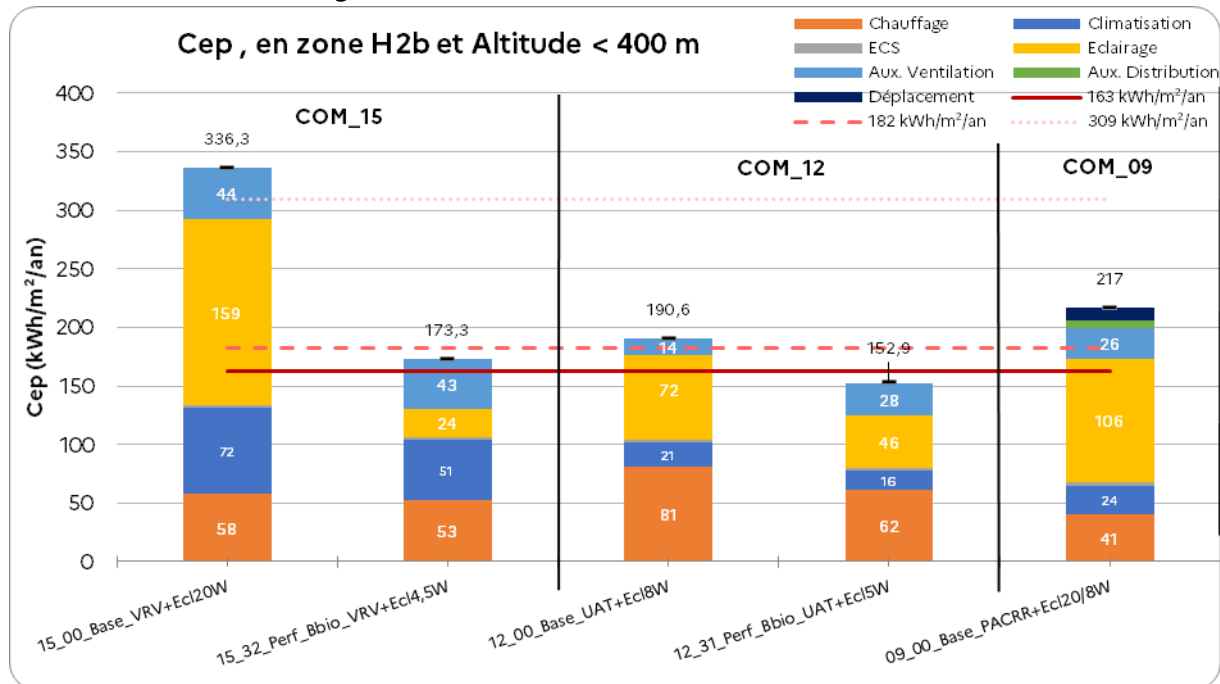
Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% / VRV = Volume de Réfrigérant Variable /

UAT = unité autonome de toiture / PV50 = 50 % de toiture équipée de panneaux photovoltaïques / RCU = réseau de chaleur urbain / Chgaz = chaudière gaz / EJ : Effet Joule / ChBois = chaudière bois / Ecl20W [Ecl4,5W] = puissance d'éclairage saisie pour le local « aire de vente » 20W/m<sup>2</sup> [4,5 W/m<sup>2</sup>]  
DGALN/DHUP/QC



$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{recombles} + M_{esurf\_moy} + M_{csurf\_tot} + M_{ccat})$$

# Cep<sub>maxmoyen</sub>



- Postes les plus forts : Eclairage (et chauffage pour COM\_12)
- Optimisation de l'éclairage : Cep ↘ jusqu' à 125 kWh/m²/an pour COM\_15
- Prestations enveloppe « standard 2022 » ~ 190 - 450 kWh/m²/an
- Prestations enveloppe « Perf\_Bbio » ~ 150 - 180 kWh/m²/an

Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à - 20% /

VRV = Volume de Réfrigérant Variable / UAT = unité autonome de toiture / PACRR Pompe à chaleur air/air / Ecl20W [Ecl10W] = puissance d'éclairage  
 saisie pour le local « aire de vente <300 m² » 20W/m² [4,5 W/m²] / Ecl8W [Ecl5W] = puissance d'éclairage saisie pour le local « aire de vente > 300 m² »  
 DGALN/DHUP/QC 8W/m² [5 W/m²]

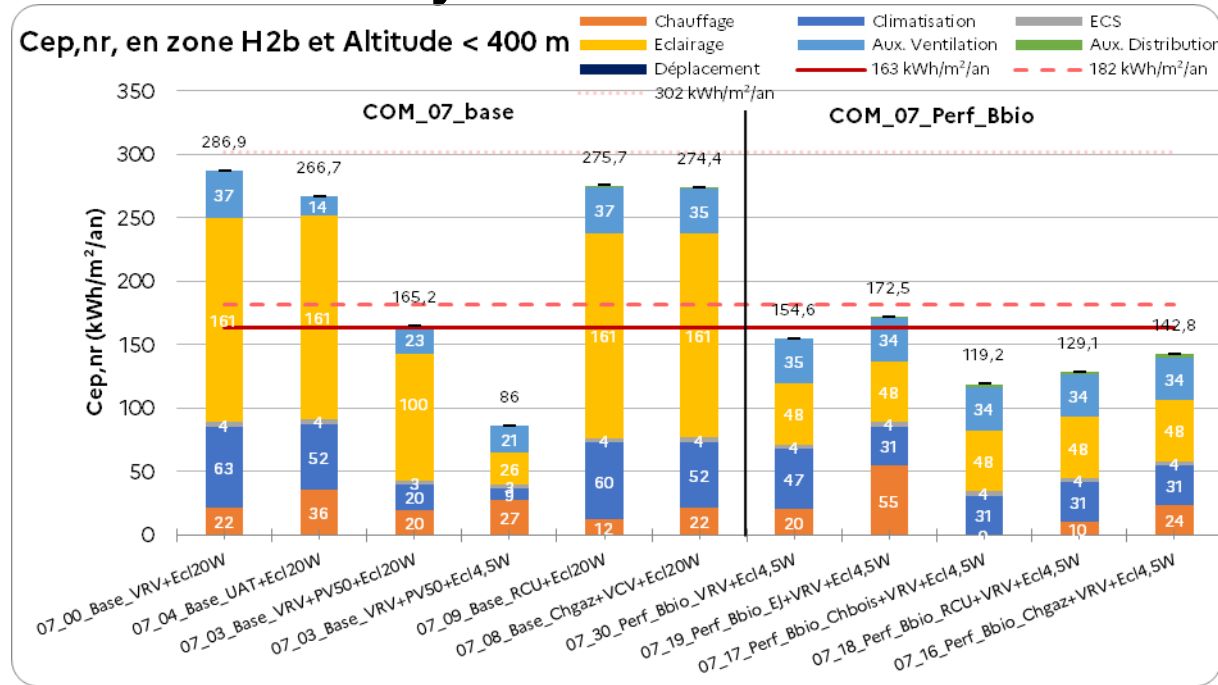
$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf\_moy} + M_{csurf\_tot} + M_{ccat})$$

# Cep<sub>maxmoyen</sub>

Proposition Cep <sub>maxmoyen</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /an)	Valeurs	Impacts
Souple	309	Pas de renforcement / <sup>t</sup> aux prestations actuelles
Intermédiaire	182	Renforcement sur l'enveloppe nécessaire (prestations « perf_Bbio ») ou optimisation de l'éclairage, installation du PV, etc.
Exigeant	163	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cohérent avec le seuil Bbio<sub>max</sub> exigeant</li> <li>• Nécessite d'optimiser l'éclairage</li> <li>• Exclusion du chauffage EJ sans recours au PV</li> <li>• Incitation au PV</li> </ul>

$$Cep,nr_{max} = Cep,nr_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf\_moy} + M_{csurf\_tot} + M_{ccat})$$

# Cep,nr<sub>maxmoyen</sub>



- Postes les plus forts : éclairage / climatisation
- Prestations enveloppe « standard 2022 » : Chgaz VRV → RCU (taux EnR&R 60%) ≈ 10 kWh/m<sup>2</sup>/an
- Prestations enveloppe « Perf\_Bbio » :
  - VRV → Chbois ≈ 20 kWh/m<sup>2</sup>/an
  - VRV → RCU (taux EnR&R 60%) ≈ 11 kWh/m<sup>2</sup>/an
  - VRV → EJ ≈ 25 kWh/m<sup>2</sup>/an

Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% / VRV = Volume de Réfrigérant Variable /

UAT = unité autonome de toiture / PV50 = 50 % de toiture équipée de panneaux photovoltaïques / RCU = réseau de chaleur urbain / Chgaz = chaudière gaz / EJ : Effet Joule / ChBois = chaudière bois / Ecl20W [Ecl4,5W] = puissance d'éclairage saisie pour le local « aire de vente » 20W/m<sup>2</sup> [4,5 W/m<sup>2</sup>]

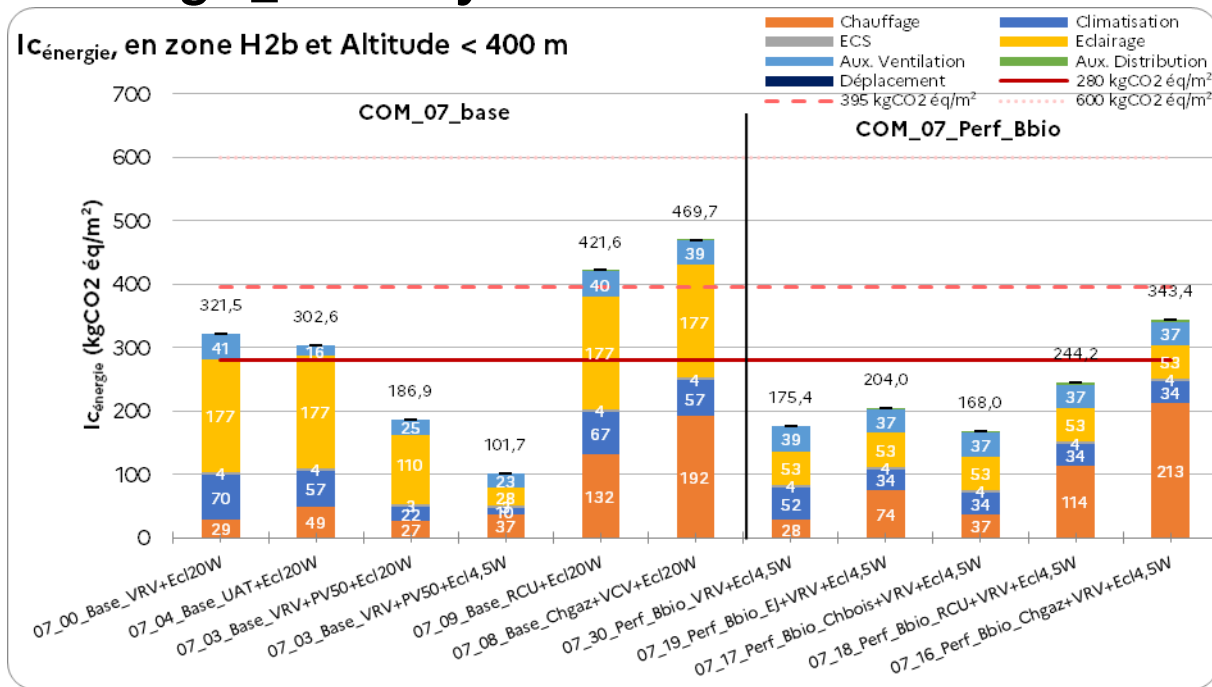
$$Cep,nr_{max} = Cep,nr_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf_moy} + M_{csurf_tot} + M_{ccat})$$

# Cep,nr<sub>maxmoyen</sub>

Proposition Cep <sub>maxmoyen</sub> kWh/m <sup>2</sup> /an)	Valeurs	Impacts
Souple	302	- Pas de renforcement / <sup>t</sup> aux prestations actuelles - Exclusion des RCU avec un taux EnR&R < 20 %
Intermédiaire (Identique Cep <sub>maxmoyen</sub> )	182	Renforcement sur l'enveloppe nécessaire (prestations « perf_Bbio ») ou optimisation de l'éclairage, installation du PV, etc.
Exigeant (Identique Cep <sub>maxmoyen</sub> )	163	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cohérent avec le seuil Bbio<sub>max</sub> exigeant</li> <li>• Nécessite d'optimiser l'éclairage</li> <li>• Exclusion du chauffage EJ sans recours au PV</li> <li>• Incitation au PV</li> </ul>

$$Ic_{\text{énergie\_max}} = Ic_{\text{énergie\_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{écobles}} + M_{\text{esurf\_moy}} + M_{\text{csurf\_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

# Ic<sub>énergie\_maxmoyen</sub>



- Postes les plus forts : éclairage / chauffage
- Prestations enveloppe « standard 2022 » :
  - VRV → UAT:  $\uparrow \sim 20 \text{ kgCO}_2 \text{ éq / m}^2$
  - VRV → RCU (0,110 kgCO<sub>2</sub> éq / kWh) :  $\uparrow \sim 100 \text{ kgCO}_2 \text{ éq / m}^2$
  - VRV → Chgaz :  $\uparrow \sim 160 \text{ kgCO}_2 \text{ éq / m}^2$
- Prestations enveloppe « Perf\_Bbio » :
  - VRV → Ej:  $\uparrow \sim 20 \text{ kgCO}_2 \text{ éq / m}^2$
  - VRV → Chbois : équivalent
  - VRV → RCU (0,110 kgCO<sub>2</sub> éq / kWh) :  $\uparrow \sim 65 \text{ kgCO}_2 \text{ éq / m}^2$
  - VRV → Chgaz :  $\uparrow \sim 150 \text{ kgCO}_2 \text{ éq / m}^2$

Base = prestations « standard 2022 » / Perf\_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio -10% à -20% / VRV = Volume de Réfrigérant Variable /

UAT = unité autonome de toiture / PV50 = 50 % de toiture équipée de panneaux photovoltaïques / RCU = réseau de chaleur urbain / Chgaz = chaudière gaz / Ej : Effet Joule / ChBois = chaudière bois / Ecl20W [Ecl4,5W] = puissance d'éclairage saisie pour le local « aire de vente » 20W/m<sup>2</sup> [4,5 W/m<sup>2</sup>]  
 DGALN/DHUP/QC

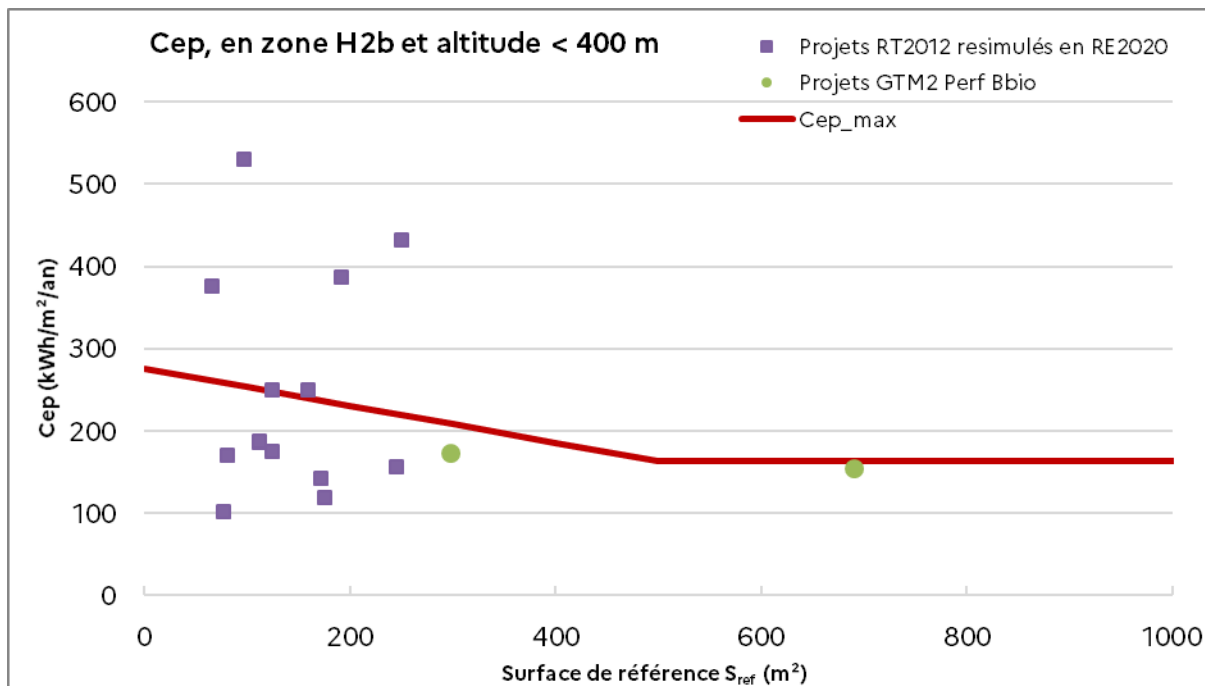
$$Ic_{\text{énergie\_max}} = Ic_{\text{énergie\_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ecombles}} + M_{\text{esurf\_moy}} + M_{\text{csurf\_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

## Ic<sub>énergie\_maxmoyen</sub>

Proposition Ic <sub>énergie_maxmoyen</sub> (kgCO <sub>2</sub> éq/m <sup>2</sup> )	Valeurs	Impacts
Souple	600	Pas de renforcement /t aux prestations actuelles
Intermédiaire	395	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exclut les RCU &gt; 0,235 kgCO<sub>2</sub> éq/kWh</li> <li>Cohérent avec le seuil Bbio<sub>max</sub> exigeant</li> </ul>
Exigeant	280	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exclut les RCU &gt; 0,130 kgCO<sub>2</sub> éq/kWh</li> <li>Exclut le chauffage gaz seul</li> </ul>

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{ecombles} + M_{esurf\_moy} + M_{csurf\_tot} + M_{ccat})$$

# M<sub>csurf\_tot</sub>



## Méthode :

1. Simulations selon la RE2020 des projets de l'observatoire RT2012
2. Tri selon les prestations saisies :
  - Catégorie CE1
  - Perméabilité à l'air < 1,7 m<sup>3</sup> / (h.m<sup>2</sup>)
  - Prestations de l'enveloppe renforcée
  - Système énergétique électrique
3. Régression linéaire selon le panel retenu

Conditions	M <sub>csurf_tot</sub>
S <sub>ref</sub> ≤ 500 m <sup>2</sup>	$\frac{113 - 0,226 * S_{ref}}{Bbio_{max\_moyen}}$
S <sub>ref</sub> > 500 m <sup>2</sup>	0

$$\text{Cep}_{\text{max}} = \text{Cep}_{\text{maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ecombles}} + M_{\text{esurf_moy}} + M_{\text{csurf_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

$$M_{\text{cgéo}} \text{ (si } \text{Cep}_{\text{maxmoyen}} = 163 \text{ kWh/m}^2\text{/an)}$$

(En cours de détermination)

Les simulations permettent de déterminer  $M_{\text{cgéo}}$  selon la méthode suivante :

- On considère les variantes tel que  $\text{Cep} < \text{Cep}_{\text{maxmoyen}}$  (175 kWh/m<sup>2</sup>/an) en zone H2b et pour une altitude < 400 m
- Pour ces variantes, on calcule les écarts :

$$\frac{\text{Cep}(\text{H} \dots, \text{alt}) - \text{Cep}(\text{H2b}, < 400\text{m})}{\text{Cep}(\text{H2b}, < 400\text{m})}$$

- On retient la moyenne de ces écarts comme modulation  $M_{\text{cgéo}}$





**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **EXIGENCES CONFORT D'ÉTÉ**

Typologie « Bâtiments universitaires d'enseignement et de recherche et bâtiments d'enseignements atypiques type privé (conservatoire, ...) »

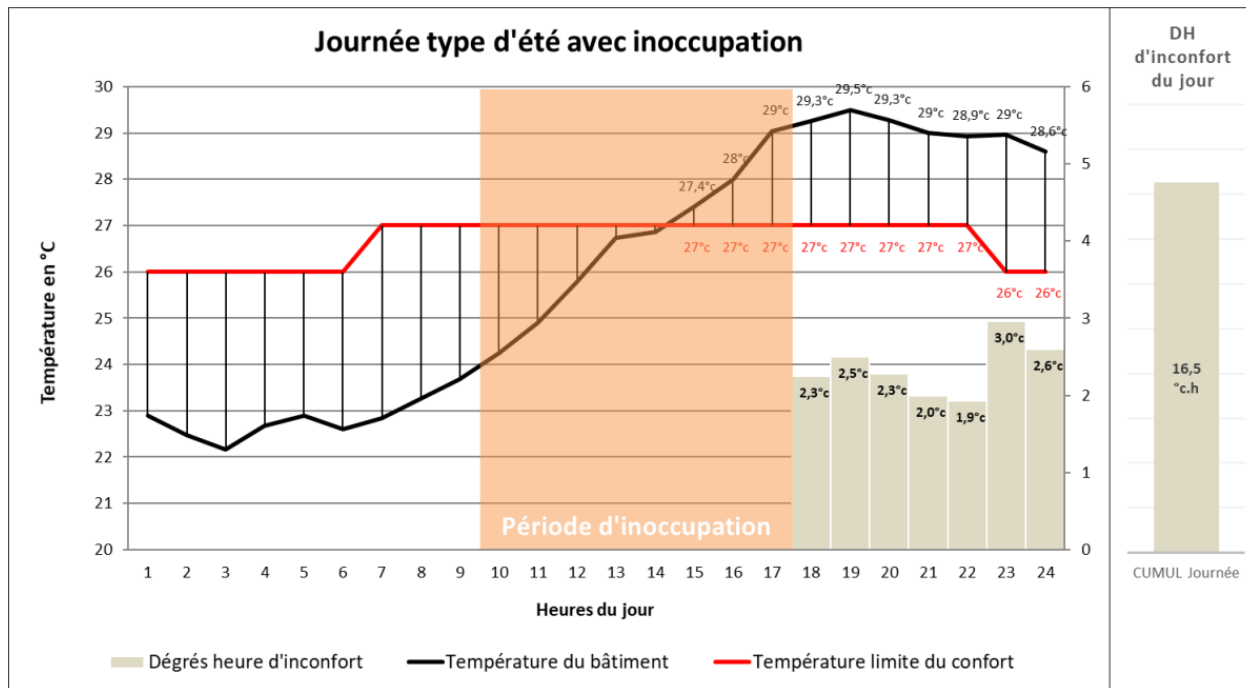
# Indicateur confort d'été en RE2020

Autre évolution majeure : La RE2020 introduit un objectif de confort d'été retravaillé.

- L'indicateur de confort d'été « Ticref » de la RT2012 est supprimé et remplacé par l'indicateur « **degrés-heures d'inconfort** ». Il évalue les écarts entre la température du bâtiment et une température de confort (température adaptée en fonction des températures des jours précédents, elle varie entre 26 et 28°C)
- De nouveaux systèmes de rafraîchissement ont été implémentés.
- Les données météorologiques utilisées correspondent à un épisode caniculaire de référence.
- Les scénarios d'occupation en août sont modifiés.

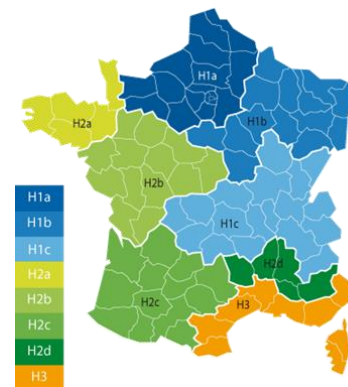


# Indicateur DH : exemple de calcul



# Rappel - Catégories de contraintes extérieures

<b>Catégorie 2</b>	Bâtiment climatisé + zone H2d ou H3 + zone Br2 ou Br3 + altitude [0, 400m[
<b>Catégorie 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bureau</b> + Bâtiment climatisé + règles d'hygiène et de sécurité interdisent l'ouverture de toutes les baies du local donnant sur l'extérieur (toute zone climatique, toute altitude)</li> <li>• <b>Bureau</b> + Bâtiment climatisé + situé dans un IGH</li> </ul>
<b>Catégorie 1</b>	Ce qui n'est pas de catégorie 2 ou 3
<b>Catégorie 1 climatisé en zone H2d et H3</b>	Catégorie 1 + bâtiment climatisé + zone H2d ou H3



## Utilisations :

- Le seuil haut (DH\_max) peut être différent selon la catégorie de contraintes extérieures
- Modulation du Bbio\_max (Mbbruit) et Cep, nr\_max, Cep\_max et Icénergie\_max (Mccat)

# Forfait froid – Rappel du calcul

## Si bâtiment climatisé :

- DH  $\in$  [0 ; seuil haut] : Cep refroidissement = Cep climatisation

## Si bâtiment non climatisé :

- DH mode Th-dc  $\in$  [0 ; 350 DH] : Cep refroidissement = 0 kWh/m<sup>2</sup>/an
- DH mode Th-dc  $\in$  [350 DH ; seuil haut] : Cep refroidissement = a \* (DH mode Th-dc – 350) \* b kWh/m<sup>2</sup>/an

a = coefficient directeur de la droite

b = coefficient de zone climatique et altitude

	a
MI	0,011
LC	0,011
BU	0,009
ENS	0,016

b	[0 ; 400m]	[400 ; 800]	[800 ; ...]
H1a	0,8	0,6	0,4
H1b	1	0,8	0,6
H1c	1	0,8	0,6
H2a	0,7	0,5	0,3
H2b	1	0,8	0,6
H2c	1,1	0,9	0,7
H2d	1,2	1	0,8
H3	1,2	1	0,8

# Scenario d'usage

Pour la typologie « bâtiments universitaires d'enseignement et de recherche et bâtiments d'enseignements atypiques type privé (conservatoire, ...) », il existe **1 scénario d'usage en RT2012**.

## Occupation :

Du lundi au vendredi : 7h-19h

Samedi : 7h-13h

Pas d'inoccupation en période de vacances scolaire

## Rappel :

Occupation en ENS :

L->V : 8h-18h

S : 8h-12h

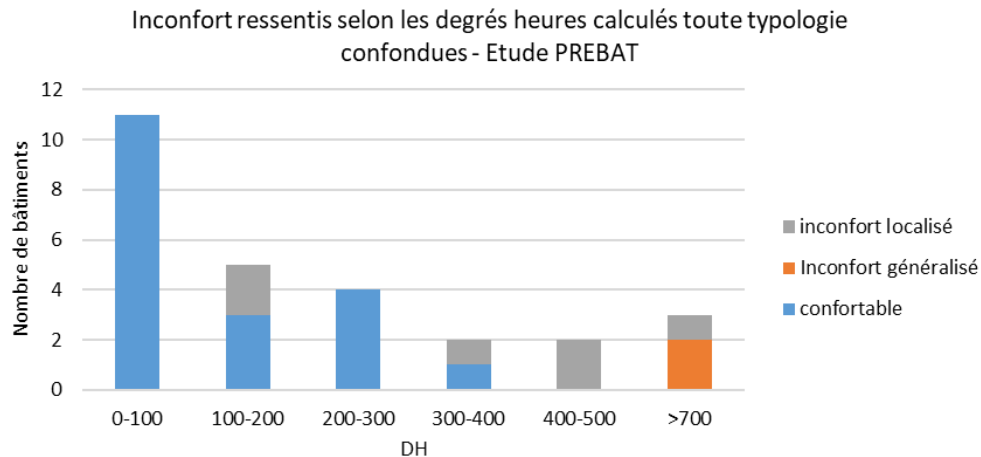
7 semaines d'inoccupation (vacances scolaires hors période estivale)

**Remarque :** La période d'occupation pour les bâtiments universitaires (UNIV) est proche de celle de l'enseignement (ENS), donc les écarts observés entre les typologies ENS et UNIV ne sont qu'en très petites partie justifiés par la période d'occupation

# Panel de bâtiments

Nom	UNIV_02	UNIV_04	UNIV_06	UNIV_07	UNIV_09
Usage réel	Université	Ecole enseignement supérieur	Université – IUT	Université (bâtiment recherche)	Extension d'université
S <sub>ref</sub> (m <sup>2</sup> )	3219	4580	1970	1377	1632
Nb de niveaux (y compris RDC)	4	7	3	2	2
Compacité	1.26	0.99	1.1	1.54	1.47
Surface vitrée (% S <sub>façade</sub> )	21%	65%	44%	41%	48%
Rouvmax	Baies majoritairement fixes (73%), reste : Rouv max = 0,8 => Rouvmax moyen = 0,19				
Protections solaires	Au sud : Stores ext ( Sw = 0,12 / Tlw = 0,13) ou résille (50% perforation /Sw = 0,23 / Tlw = 0,3)				

# Seuil bas



L'étude PREBAT a permis de recueillir le ressenti des occupants sur le confort des bâtiments en période estivale pour des bâtiments résidentiel, tertiaire et d'enseignement. Cette étude montre que le seuil entre ressenti « confortable » et « inconfort localisé » pour ces bâtiments se trouve entre 300 et 400 DH.

Il semble donc logique d'extrapoler les résultats de cette étude aux autres typologies et de considérer les bâtiments comme confortables en dessous de 350 DH.

**Le seuil bas serait donc le même pour toutes les typologies.**

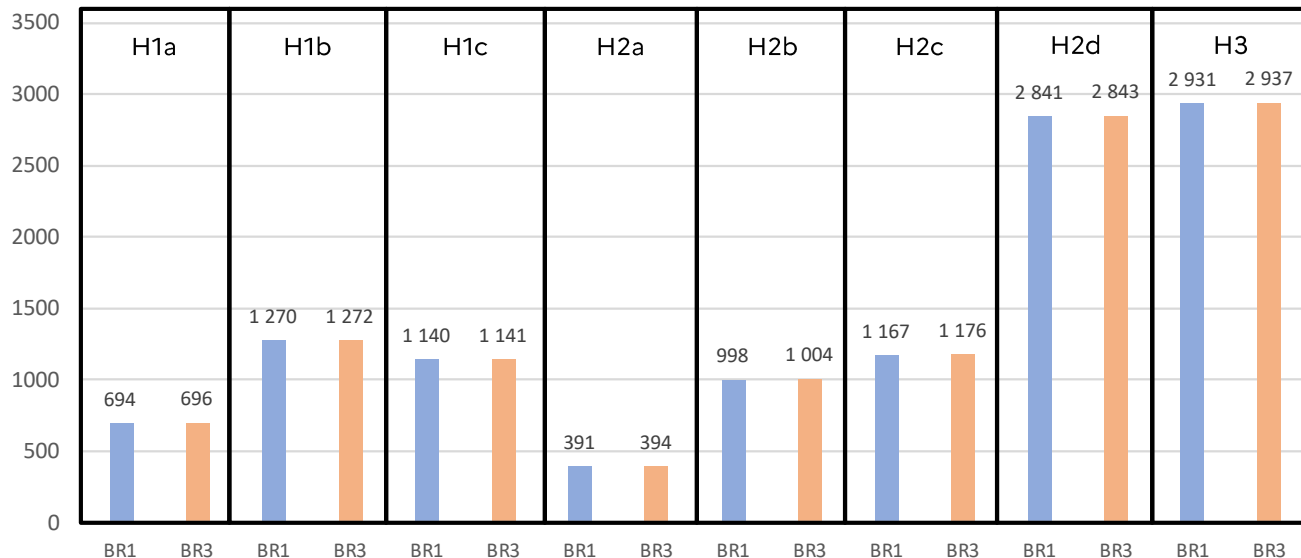


# Propositions de seuil haut

# Impact de la zone de bruit sur les degrés heure

Influence de la zone de bruit sur les DH

UNIV\_06 – Toutes zones – [0m ; 400m]



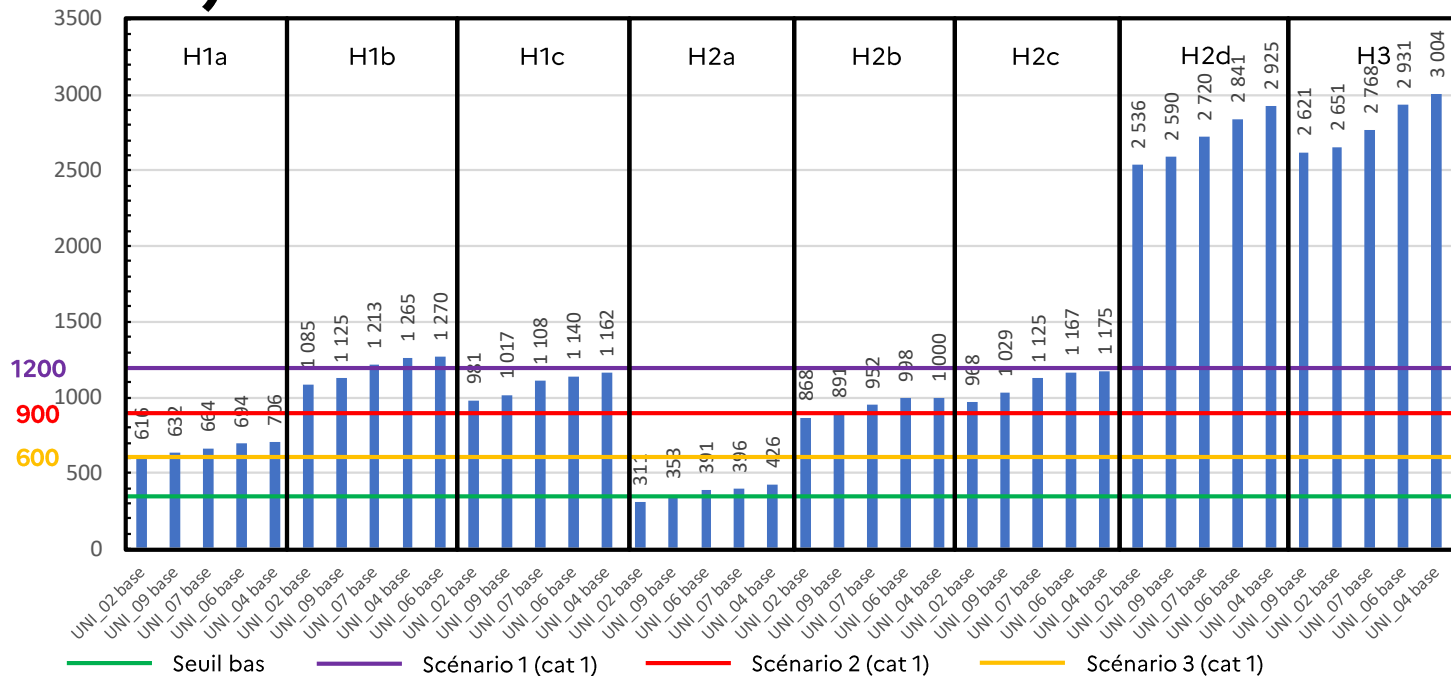
Ecarts faibles entre Br1 et Br3, même en zones H2d et H3.

**Pas nécessaire de moduler le seuil haut pour la catégorie 2**

# Proposition de seuil haut

	Scénario 1 : souple	Scénario 2 : intermédiaire	Scénario 3 : exigeant
Seuil haut cat 1	1200	900	600
Seuil haut cat 1 climatisé zone H2d/H3	2800	2200	1500
Seuil haut cat 2	2800	2200	1500
Seuil haut cat 3 (ex : IGH)	Pas de seuil	Pas de seuil	Pas de seuil
Contrainte H2d et H3	<p><b>Bâtiments non climatisés (seuil 1200 DH) :</b> nécessite protections solaires extérieures (avec gestion auto) + brasseurs d'air + surventilation ventilation nocturne</p> <p><b>Bâtiments climatisés (seuil 2800 DH) :</b> seuls les bâtiments les moins performants ne passent pas sans levier supplémentaire</p>	<p><b>Bâtiments non climatisés (seuil 900 DH) :</b> nécessite protections solaires extérieures + brasseurs d'air + optimisation de l'enveloppe (ou un levier confort d'été supplémentaire)</p> <p><b>Bâtiments climatisés (Seuil 2200 DH) :</b> nécessite mise en place d'un levier confort d'été (ex : BSO). Nécessite une plus forte optimisation pour les bâtiments à inertie légère.</p>	<p><b>Bâtiments non climatisés (seuil 600 DH) :</b> nécessite une combinaison couteuse de plusieurs leviers (sinon, la solution rafraîchissement adiabatique permet de passer le seuil sans effort)</p> <p><b>Bâtiments climatisés (Seuil 1500 DH) :</b> Nécessite la mise en place de 3 leviers de confort d'été supplémentaires (ex : optimisation des vitrages, casquettes au Sud, surventilation nocturne, brises soleil)</p>
Contrainte autres zones	Pas de contrainte importante	Optimisation de l'enveloppe et des vitrages nécessaire et/ou un levier confort d'été supplémentaire nécessaire dans certaines zones (ex : brises soleil, meilleure ouvrabilité des fenêtres, brasseurs)	Nécessite l'optimisation des vitrages (orientation et surface), la mise en place de protections solaires extérieures performantes et d'un levier supplémentaire (brasseurs d'air par exemple)

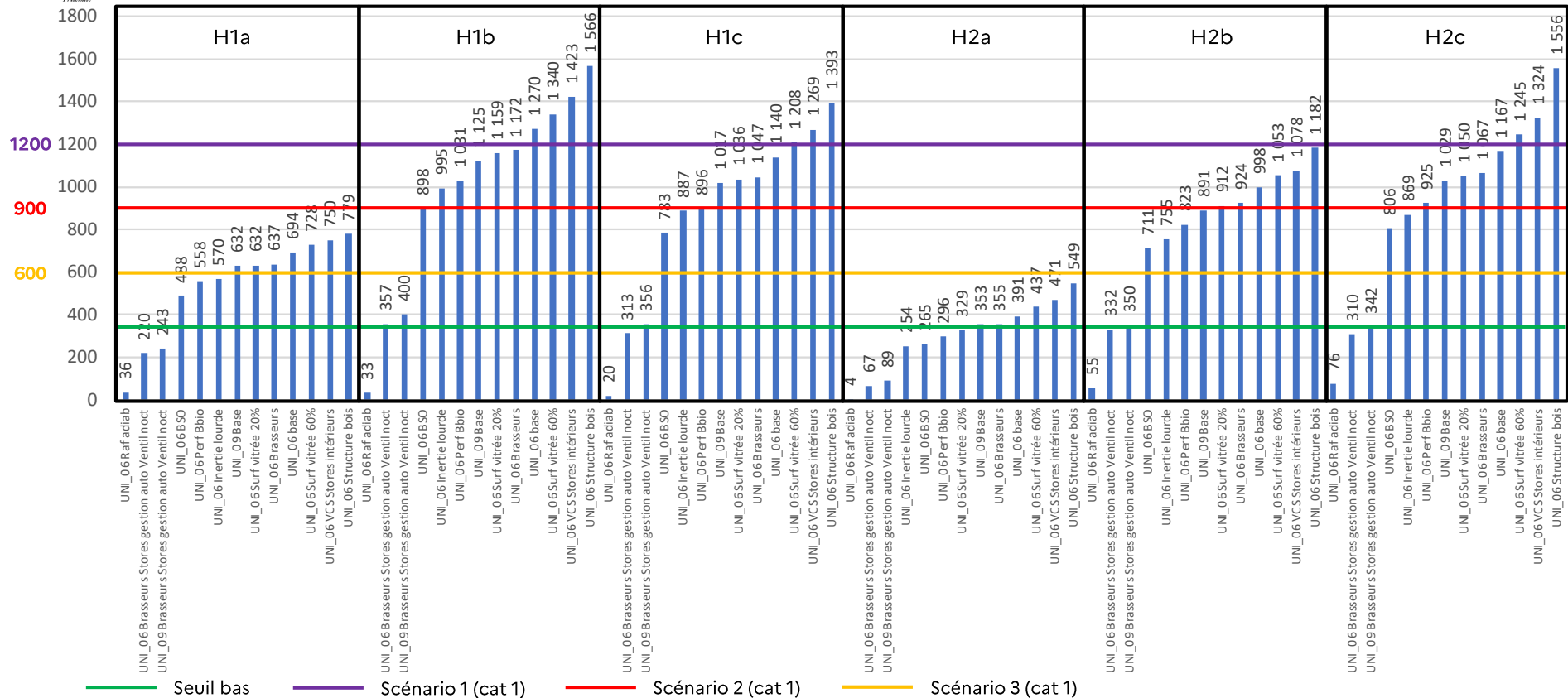
# Positionnement des bâtiments de base (standard 2022)



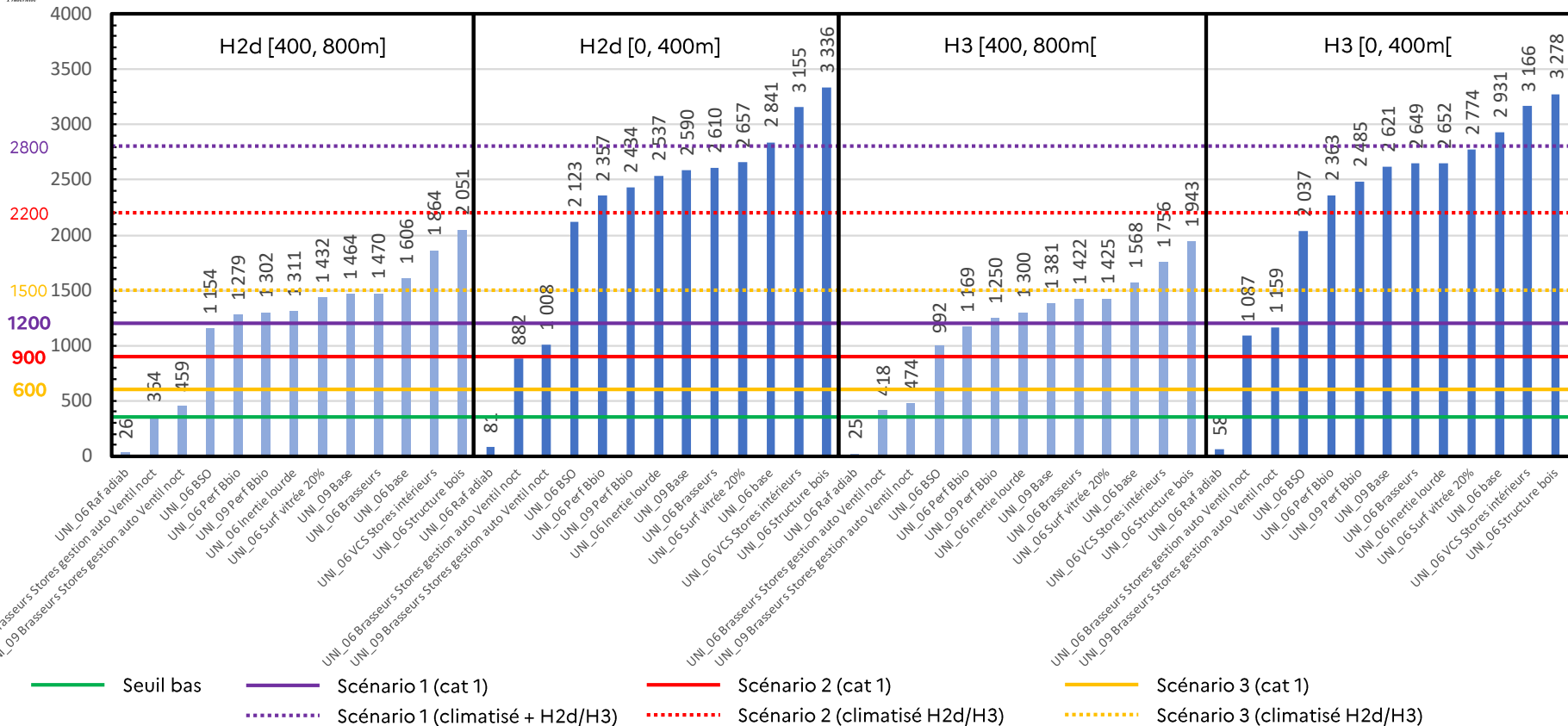
**Bâtiments avec une performance assez faible sur le plan confort d'été (stores extérieurs uniquement au Sud, majorité de baies non-ouvrables)**

**NB : La structure légère (bois) entraîne des DH plus importants**

# Leviers d'amélioration du confort d'été – H1a à H2c



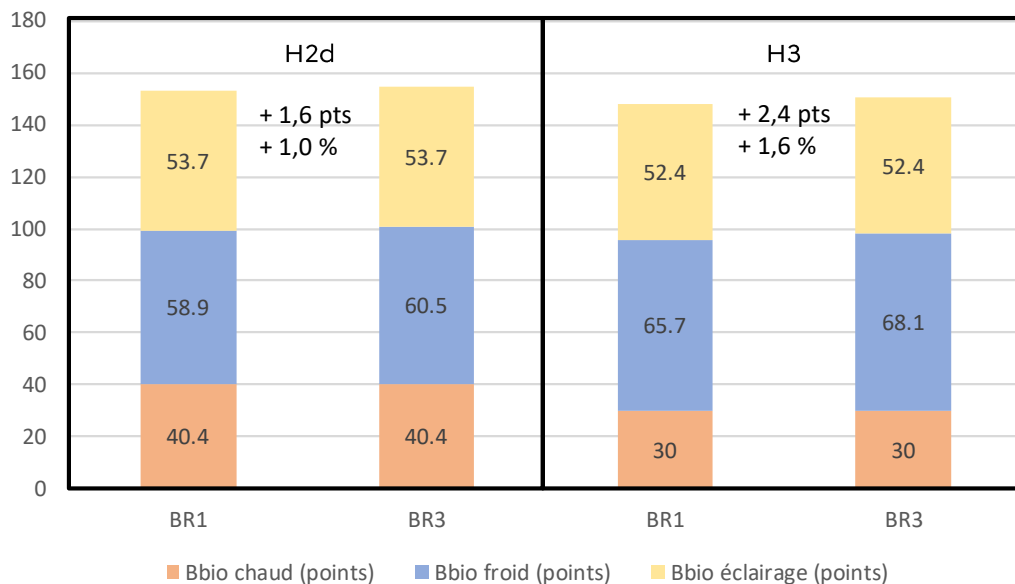
# Leviers d'amélioration du confort d'été – H2d/H3



# Modulations sur les indicateurs Cep, Cep,nr, Icénergie, Bbio, Icconstruction

# Impact de la zone de bruit sur le Bbio

Zones H2d et H3 – Altitude [0, 400m]  
UNIV\_06



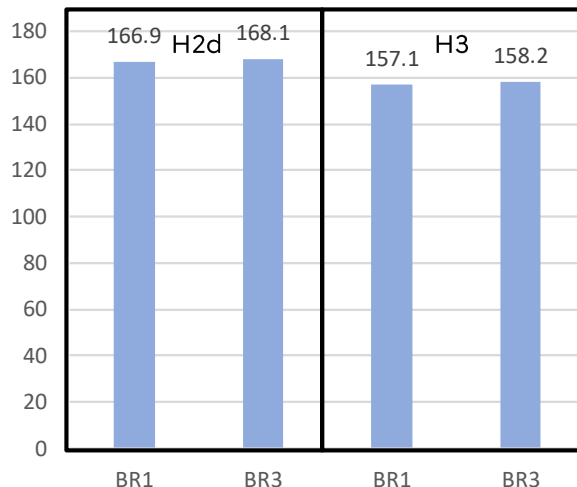
La classe d'exposition au bruit n'a pas un impact significatif sur le Bbio.

**Pas de modulation du BBio par rapport à la classe d'exposition au bruit**

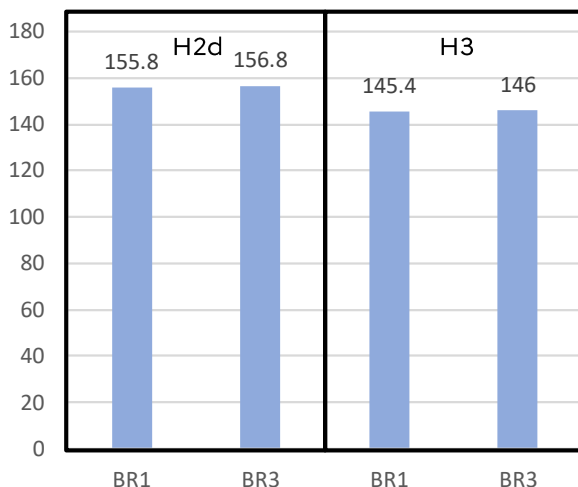


# Impact de la zone de bruit sur le Cep – Hôtels 0/1/2\*

Zones H2d et H3 – Altitude [0, 400m]  
HOT\_10\_03



Zones H2d et H3 – Altitude [0, 400m]  
HOT\_345e\_10\_03



La classe d'exposition au bruit a un impact très limité sur le Cep.

**Pas de modulation du Cep par rapport à la classe d'exposition au bruit**

# Propositions de modulations

- Cep, Cep,nr, Icénergie :**

$$Bbio_{\max} = Bbio_{\max\text{moyen}} \times (1 + M_{\text{bgéo}} + M_{\text{beombles}} + M_{\text{bsurf\_moyen}} + M_{\text{bsurf\_tot}} + M_{\text{bbruit}})$$

Mccat	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
BR1	0	0	0	0	0	0	0	0
BR2/BR3	0	0	0	0	0	0	0	0
Cat 3	En attente de simulations complémentaires							

- Bbio :**

$$Cep_{\max} = Cep_{\max\text{moyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ceombles}} + M_{\text{csurf\_moy}} + M_{\text{csurf\_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

Mbbruit	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
BR1	0	0	0	0	0	0	0	0
BR2/BR3	0	0	0	0	0	0	0	0
Cat 3	En attente de simulations complémentaires							

- Icconstruction :**

$$Ic_{\text{construction\_max}} = Ic_{\text{construction\_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{icomblés}} + M_{\text{isurf}}) + M_{\text{igéo}} + M_{\text{iinfra}} + M_{\text{ivrd}} + M_{\text{ided}} + M_{\text{ipv}}$$

**Migeo = Dépendra du seuil haut (DH) choisi**



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **EXIGENCES CONFORT D'ÉTÉ**

Typologie « Commerces »

# Panel de bâtiments

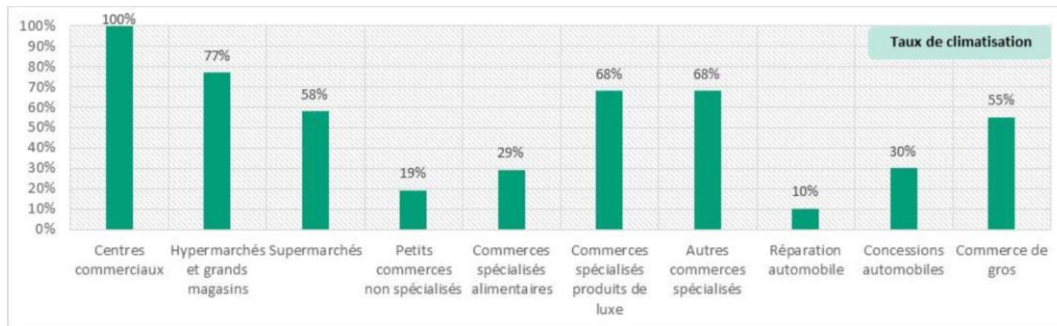
Nom	COM_07	COM_09	COM_12	COM_15
Usage réel	Bâtiment indépendant stand alone	Centre commercial (extension)	Centre commercial (retail park)	Commerce en pied d'immeuble
$S_{ref}$ (m <sup>2</sup> )	690	31 523	6 675	298
Nb de niveaux (y compris RDC)	1	4	1	1
Compacité (Sp/Su)	2.4	1.2	2.0	2.8
Surface vitrée (% S_façade)	48%	24%	16%	57%
Rouvmax	Baies fixes : Rouv_max = 0			
Protections solaires	Pas de protections solaires			
Scénario d'usage	Du lundi au samedi de 7h à 22h, toute l'année			

# Taux de climatisation et enjeux de confort d'été

## Enjeux spécifiques :

**Grands magasins et centres commerciaux :** climatisés pour la plupart -> il n'y a pas un fort enjeu d'amélioration du confort d'été mais plutôt un fort enjeu de réduction des consommations énergétiques liées au refroidissement.

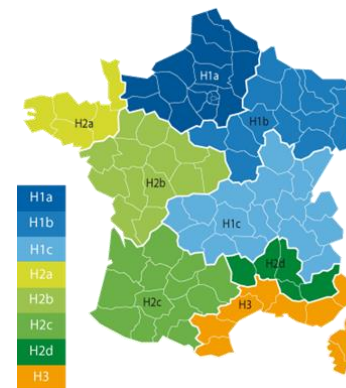
**Petits et moyens commerces :** la climatisation y n'y est pas systématique -> au vu de la faible optimisation du point de vue confort d'été, il est important de favoriser la mise en place d'un nouveau standard de conception plus adapté aux conditions climatiques futures.



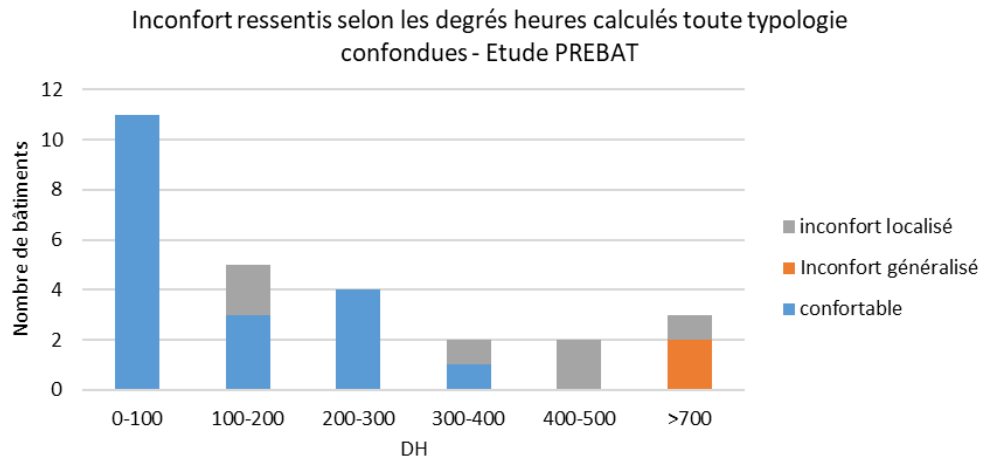
Source : CODA Stratégies, ADEME, 2021, *La climatisation dans le bâtiment*. 140 pages

Zone climatique	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3	Toutes zones
Nombre d'opérations depuis 2013 (OPE)	283	150	216	110	171	190	28	118	1266
Bâtiments climatisés	218	132	200	82	141	167	28	110	1078
Taux de bâtiments climatisés	77%	88%	93%	75%	82%	88%	100%	93%	85%

Source : OPE



# Seuil bas



L'étude PREBAT a permis de recueillir le ressenti des occupants sur le confort des bâtiments en période estivale pour des bâtiments résidentiel, tertiaire et d'enseignement. Cette étude montre que le seuil entre ressenti « confortable » et « inconfort localisé » pour ces bâtiments se trouve entre 300 et 400 DH.

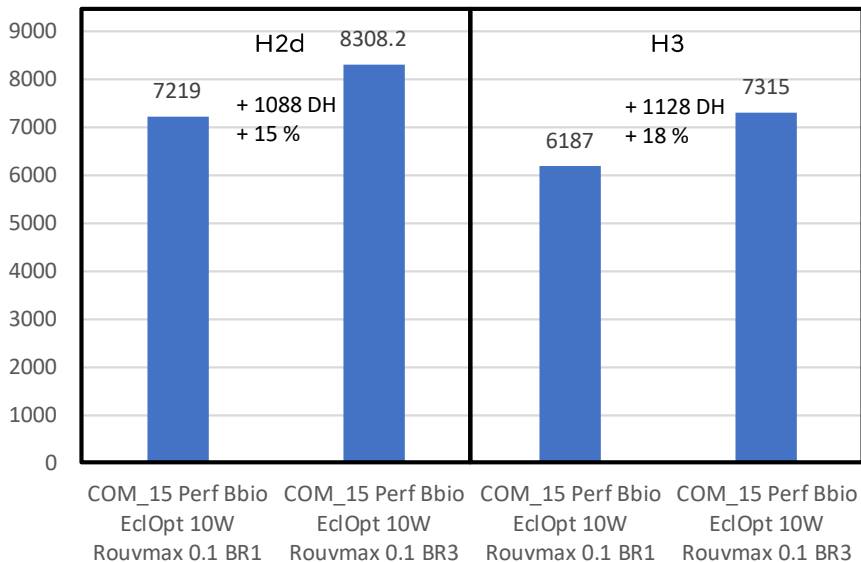
Il semble donc logique d'extrapoler les résultats de cette étude aux autres typologies et de considérer les bâtiments comme confortables en dessous de 350 DH.

**Le seuil bas serait donc le même pour toutes les typologies.**

# Propositions de seuil haut

# Impact de la zone de bruit sur les degrés-heures

Degrés-heures d'inconfort DH (°C,h)



Ecart significatifs entre Br1 et Br3 en zones H2d et H3.

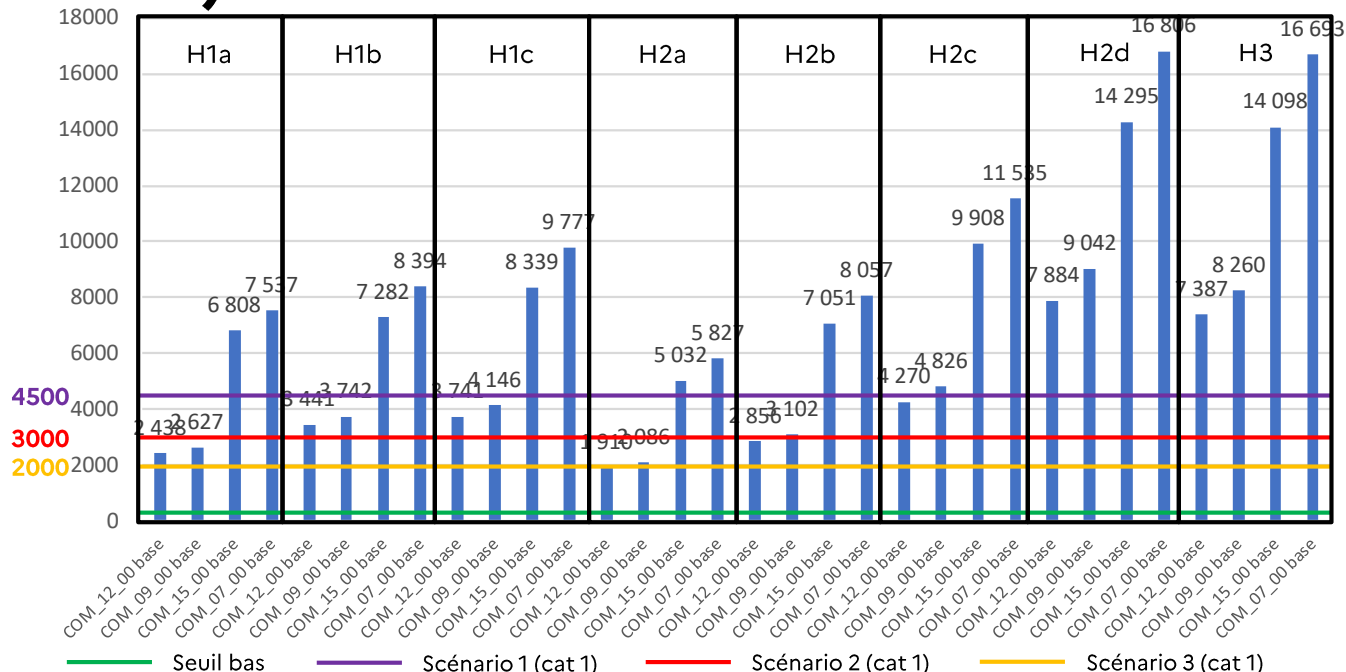
**Nécessaire d'adapter le seuil haut pour la catégorie 2.**



# Proposition de seuil haut

	Scénario 1 : souple	Scénario 2 : intermédiaire	Scénario 3 : exigeant
Seuil haut cat 1	4500	3000	2000
Seuil haut cat 1 climatisé zone H2d/H3	8000	6000	4500
Seuil haut cat 2	9500	7000	5500
Seuil haut cat 3 (ex : IGH)	Pas de seuil	Pas de seuil	Pas de seuil
Contraintes H2d et H3	<p><b>Bâtiments non climatisés (seuil 4500 DH) :</b> Nécessite l'ouvrabilité des baies et l'optimisation de l'enveloppe et de l'éclairage + un ou deux leviers simples</p> <p><b>Bâtiments climatisés (Seuil 8000 DH) :</b> L'ouvrabilité des baies et optimisation de l'enveloppe et de l'éclairage suffit dans la plupart des cas. Peut nécessiter un autre levier (ouvrabilité des baies, optimisation des vitrages, vitrage à contrôle solaire, ventilation nocturne, etc.) pour les bâtiments peu optimisés.</p>	<p><b>Bâtiments non climatisés (seuil 3000 DH) :</b> ouvrabilité des baies + plusieurs leviers de confort d'été (sinon, la solution rafraîchissement adiabatique permet de passer le seuil sans effort)</p> <p><b>Bâtiments climatisés (Seuil 6000 DH) :</b> Nécessite optimisation de l'enveloppe et de l'éclairage + un levier de confort d'été dans certains cas (protection solaire, ouvrabilité des baies, optimisation des vitrages, vitrage à contrôle solaire, ventilation nocturne, etc.)</p>	<p><b>Bâtiments non climatisés (seuil 2000 DH) :</b> nécessite une combinaison couteuse de plusieurs leviers (sinon, la solution rafraîchissement adiabatique permet de passer le seuil sans effort)</p> <p><b>Bâtiments climatisés (Seuil 4500 DH) :</b> Nécessite l'ouvrabilité des baies, l'optimisation de l'enveloppe et de l'éclairage + un ou deux leviers simples</p>
Contraintes autres zones	Peut nécessiter l'ouvrabilité des baies et/ou l'optimisation de l'enveloppe et de l'éclairage	Ouvrabilité des baies + optimisation de l'enveloppe et de l'éclairage	Ouvrabilité des baies + optimisation de l'enveloppe et de l'éclairage suffisante + un autre levier dans certaines zones climatiques

# Positionnement des bâtiments de base (standard 2022)



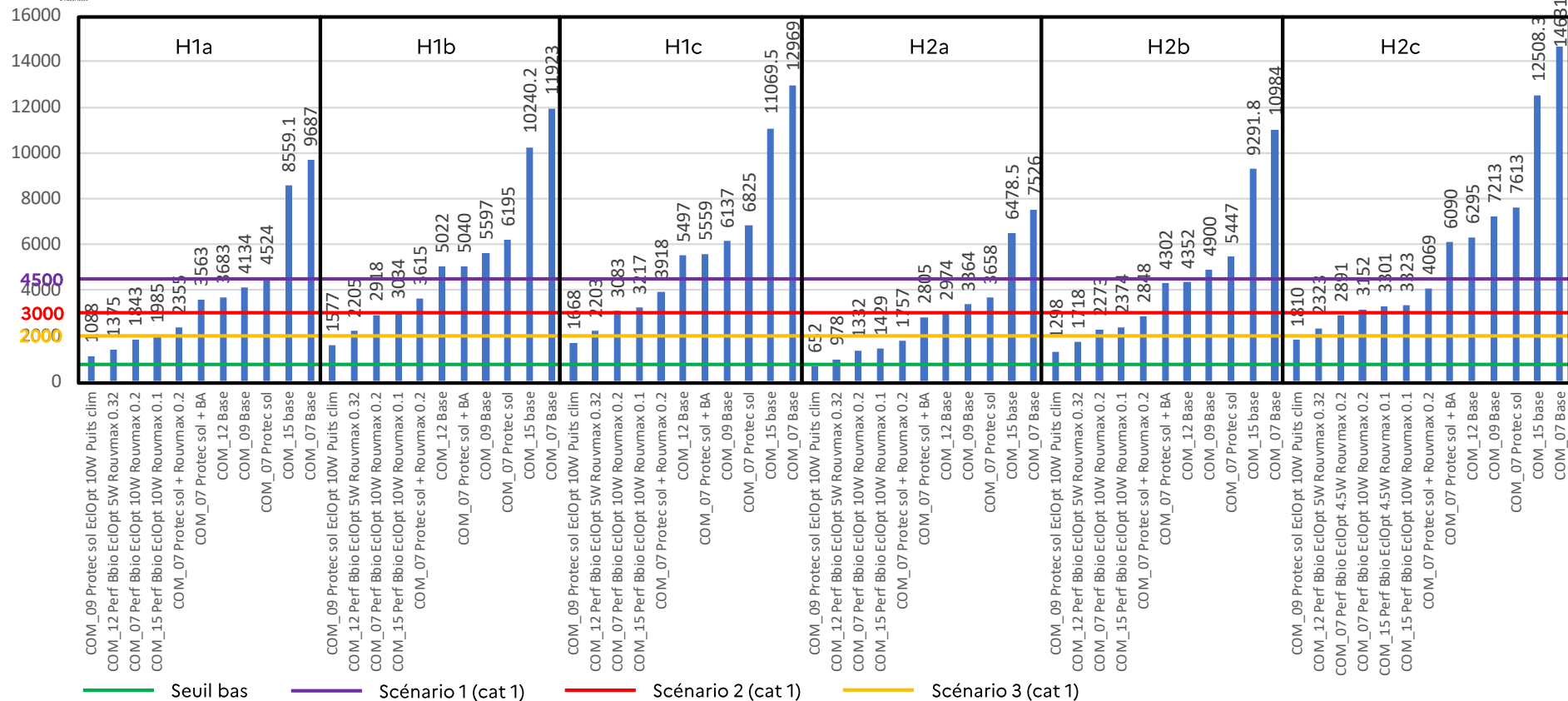
**Très mauvaise performance** sur le plan confort d'été (pas de protections solaires, baies non-ouvrables, surface vitrée parfois importante)

**NB :** La structure légère (bois) entraîne des DH plus importants

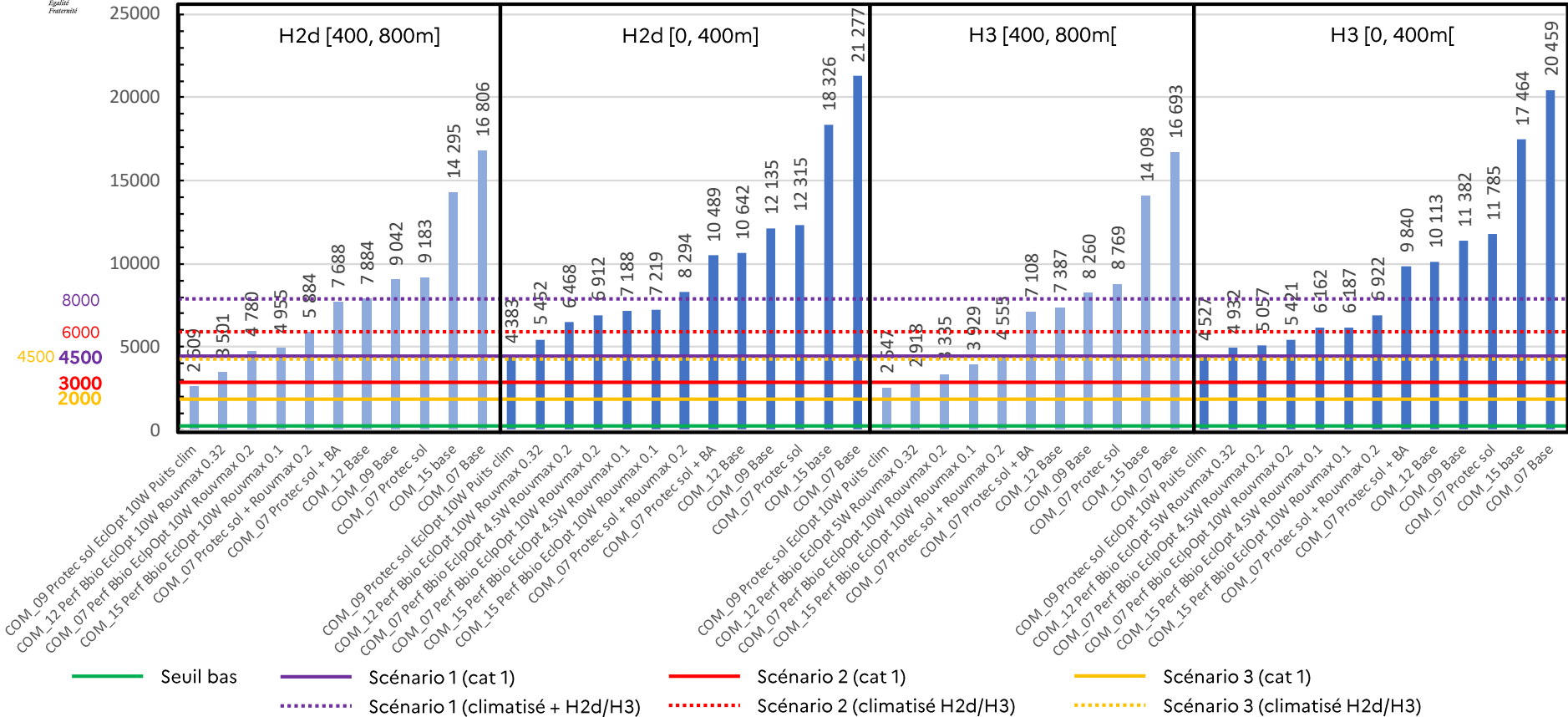
# Précisions sur les modélisations réalisées

- La plupart des variantes sont réalisées avec ouvrabilité des baies. Ceci est indiqué dans les graphiques ci-après par la mention « Rouvmax » (= ratio d'ouverture maximale de la baie, qui correspond au pourcentage d'ouverture de l'aire de la fenêtre par rapport à son aire totale)
- EclOpt : réduction puissance éclairage (en  $W/m^2$ ) + gradation
- Perf Bbio : performance thermique de l'enveloppe renforcée (isolants murs et toitures,  $U_w$  des baies, perméabilité à l'air diminuée pour COM\_15)
- De nouvelles variantes vont être modélisées pour conforter le calage des seuils

# Leviers d'amélioration du confort d'été – H1a à H2c



# Leviers d'amélioration du confort d'été – H2d/H3



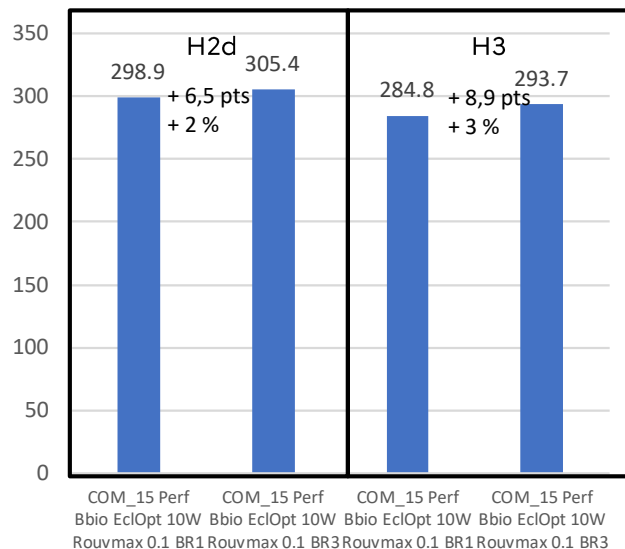
# Surcoûts estimés des variantes présentées

	Surcoût (€/m <sup>2</sup> )
Casquette au Sud + vitrage à contrôle solaire + protections extérieures skydomes (COM_07)	26
Brasseurs d'air (COM_07)	54

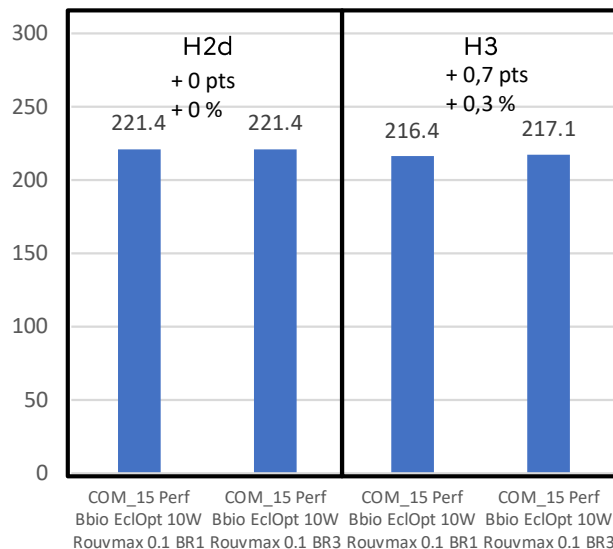
# Modulations sur les indicateurs Cep, Cep,nr, Icénergie, Bbio, Icconstruction

# Impact de la zone de bruit sur le Bbio et le Cep

Bbio (points)



Cep (kWh/m2SREF par an)



La classe d'exposition au bruit n'a pas un impact significatif ni sur le Bbio ni sur le Cep.

**Pas de modulation du Bbio et du Cep par rapport à la classe d'exposition au bruit**



# Surcouts et surimpact carbone

Surimpacts carbone des différents leviers confort d'été pour différentes typologies :

Typologie	Levier	Surimpact (kgeq.Co2/m <sup>2</sup> SHAB)
ENS	Brasseurs	8.6
ENS	Brise soleil auto bois	0
ENS	Brise soleil auto alu	20
ENS	Puits climatique	95
ENS	Bardage ventilé	0
ENS	Rafrâichissement adiabatique	1
BUR	Brasseurs	30.1
BUR	Brise soleil auto bois	0
BUR	Brise soleil auto alu	25
BUR	Puits climatique	124
BUR	Bardage ventilé	0
BUR	Rafrâichissement adiabatique	1
COM	Vitrage contrôle solaire + casquettes Sud + protections ext skydomes (COM_07)	23

# Propositions de modulations

- Cep, Cep,nr, Icénergie :**

$$Bbio_{\max} = Bbio_{\max\text{moyen}} \times (1 + M_{\text{bgéo}} + M_{\text{beombles}} + M_{\text{bsurf\_moyen}} + M_{\text{bsurf\_tot}} + M_{\text{bbruit}})$$

Mccat	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
BR1	0	0	0	0	0	0	0	0
BR2/BR3	0	0	0	0	0	0	0	0
Cat 3	En attente de simulations complémentaires							

- Bbio :**

$$Cep_{\max} = Cep_{\max\text{moyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ceombles}} + M_{\text{csurf\_moy}} + M_{\text{csurf\_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

Mbbruit	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
BR1	0	0	0	0	0	0	0	0
BR2/BR3	0	0	0	0	0	0	0	0
Cat 3	En attente de simulations complémentaires							

- Icconstruction :**

$$Ic_{\text{construction\_max}} = Ic_{\text{construction\_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{icomblés}} + M_{\text{isurf}}) + M_{\text{igéo}} + M_{\text{iinfra}} + M_{\text{ivrd}} + M_{\text{ided}} + M_{\text{ipv}}$$

**Migeo = Dépendra du seuil haut (DH) choisi**



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **EXIGENCES CONFORT D'ÉTÉ**

Annexe

## Panel de bâtiments – Répartition des locaux par usage (UNI)

Bâtiment	UNI_02	UNI_04	UNI_06	UNI_07	UNI_09	Valeur par défaut RE2020
Bureau	7%	8%	20%	30%	23%	10%
Circulation	27%	15%	21%	26%	39%	15%
Salle de classe	37%	69%	23%	18%	10%	25%
Amphi	14%	0%	18%	9%	8%	15%
Salle de réunion	6%	1%	3%	5%	6%	5%
Salles informatiques	0%	3%	9%	6%	0%	5%
Sanitaires	4%	2%	4%	3%	0%	5%
Centre de documentation	0%	0%	0%	0%	0%	5%
Autres (stockage,...)	5%	2%	2%	4%	14%	15%

## Panel de bâtiments – Répartition des locaux par usage (COM)

Bâtiment	COM_07	COM_09	COM_12	COM_15	Valeur par défaut RE2020
0->Petit magasin de vente <300m <sup>2</sup>	70%	28%	0%	47%	40%
1->Aire de vente (supérieure à 300m <sup>2</sup> )	0%	39%	85%	0%	25%
2->Circulation	25%	33%	1%	28%	28%
3->Sanitaires collectifs	5%	0,1%	1%	5%	1%
4->Douches collectives	0%	0%	0%	0%	1%
5->Local de service	0%	0%	13%	20%	5%

## Panel de bâtiments – Répartition des surfaces vitrées (COM)

Orientation des baies	COM_07	COM_09	COM_12	COM_15
Surface vitrée au Sud	37%	22%	0%	0%
Surface vitrée au Nord	55%	5%	0%	27%
Surface vitrée à l'Est	0%	1%	0%	10%
Surface vitrée à l'Ouest	0%	42%	92%	63%
Surface vitrée horizontale	8%	30%	8%	0%
Surface totale des portes extérieures	0%	0%	7%	0%

# Seuil haut – Rappel GTM1

Typologie		Catégorie 1	Catégorie 1 climatisé en zone H2d et H3	Catégorie 2	Catégorie 3
MI		1250		1850	
LC	$S_{\text{moy\_lgt}} \leq 20\text{m}^2$	1250	1600		
	$20\text{m}^2 < S_{\text{moy\_lgt}} \leq 60\text{m}^2$	1250	$1700 - 5 * S_{\text{moy\_lgt}}$	$2850 - 12,5 * S_{\text{moy\_lgt}}$	
	$S_{\text{moy\_lgt}} > 60\text{m}^2$	1250	1400	2100	
<b>BUR</b>		<b>1150</b>	<b>2400</b>	<b>2600</b>	<b>Pas de seuil</b>
<b>ENS</b>		<b>900</b>	<b>1800</b>	<b>2200</b>	

# Seuil haut – Rappel GTM1

## Bureaux

- Climatisation développée, notamment en zones chaudes :

Source : OPE

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Sans refroidissement	46%	46%	27%	72%	58%	14%	<b>22%</b>	<b>16%</b>
Refroidissement (principalement PAC)	54%	54%	73%	28%	42%	86%	<b>78%</b>	<b>84%</b>

## Seuil haut peu contraignant

## Enseignement

- Risque d'annulation et/ou de report d'épreuves en cas d'inconfort trop élevé (Brevet 2019) ;
- Problèmes sur l'ensemble du territoire ;
- Climatisation actuellement peu développée.

Source : OPE

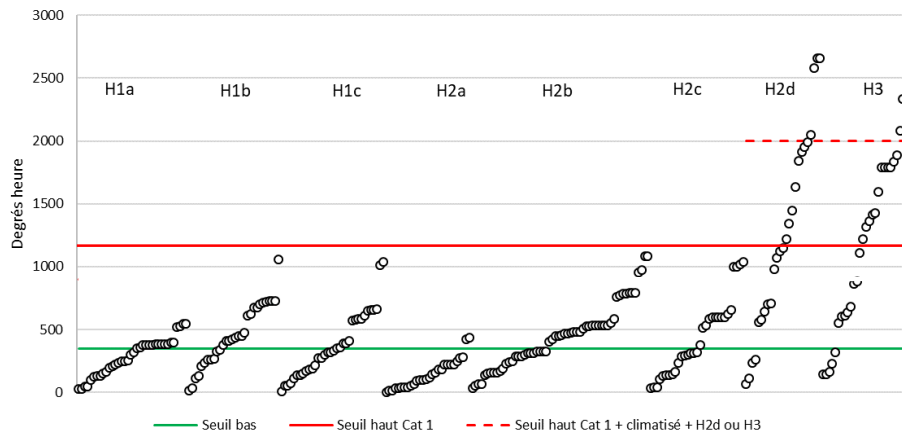
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Sans refroidissement	<b>91%</b>	<b>93%</b>	<b>90%</b>	<b>98%</b>	<b>95%</b>	<b>76%</b>	<b>72%</b>	<b>68%</b>
Refroidissement (principalement PAC)	9%	7%	10%	2%	5%	24%	28%	32%

## Seuil haut plus contraignant que pour BUR

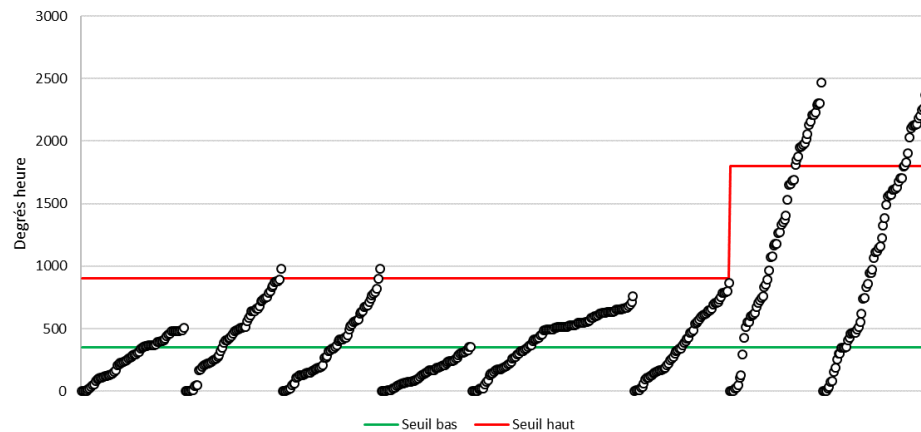


# Seuil haut – Rappel GTM1

Bureaux  
 Toute structure\_Toute zone climatique\_Toute altitude



Enseignement  
 Toute structure\_Toute zone climatique\_Toute altitude



# Modulations Mbbruit (Bbio), Mccat (Cep, Cep,nr, Icénergie) et Migeo (Icconstruction) – Rappel GTM1

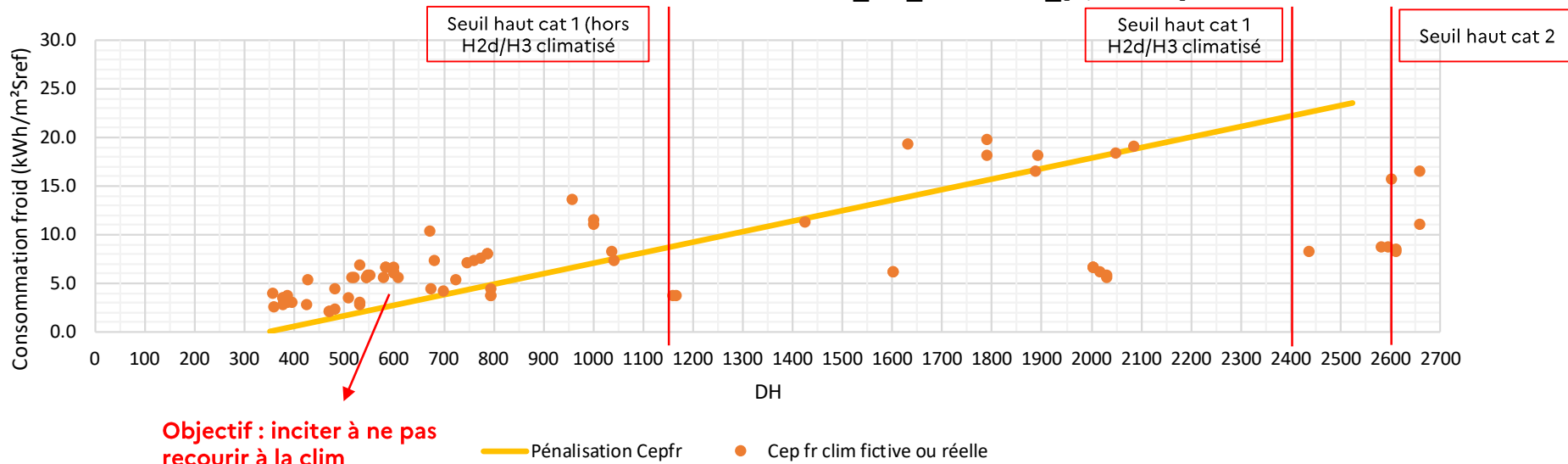
Mbbruit	BR1	BR2/BR3	Cat 3
BUR	0	0	0,4
ENS	0	0	-

Mccat	Cat 1	Cat 2	Cat 3
BUR	0	0	0
ENS	0	0,05	-

Migeo		H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
BUR	< 400m	0	0	0	0	0	0	+50 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	+50 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
	≥ 400m	0	0	0	0	0	0	0	0
ENS	Toutes altitudes	0	0	0	0	0	0	0	0

# Forfait froid – Détermination du coef directeur « a » (ex : BUR)

Pénalisation froid vs clim fictive ou réelle\_BU\_H2d & H3\_[0, 400m[





**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES**

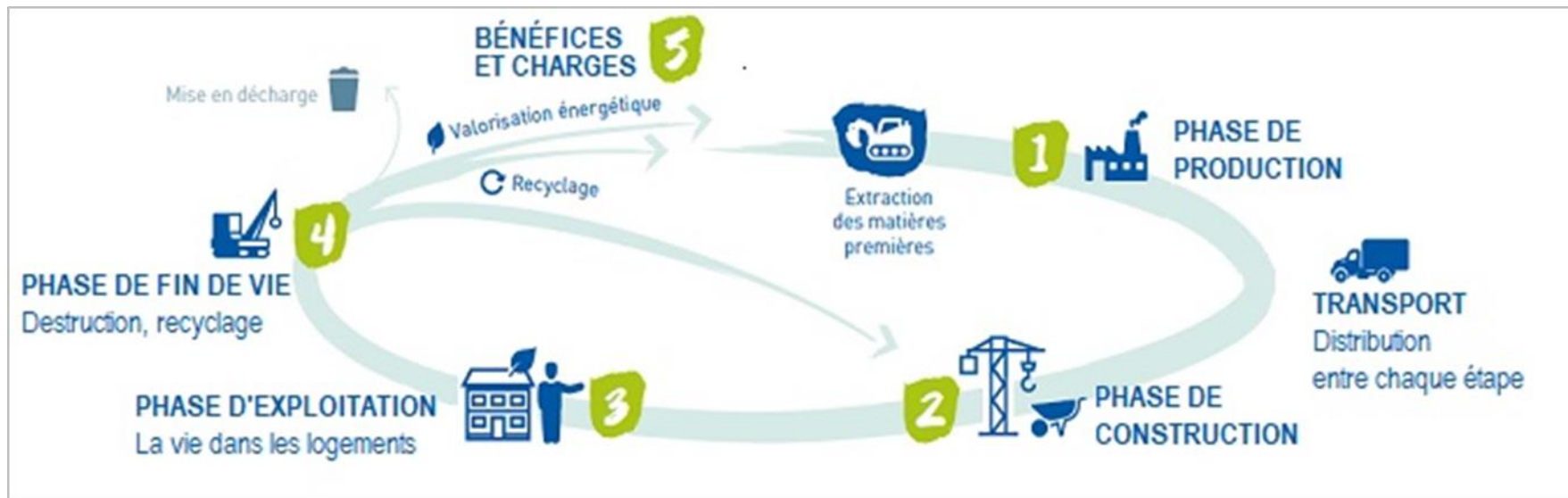
Introduction

# Rappel des priorités de l'Etat sur le volet carbone

- Incitation à une consommation de sources d'énergie décarbonées
  - traité dans le volet énergie
- Prise en compte des émissions de carbone du bâtiment sur son cycle de vie
- Incitation au recours à des modes constructifs peu émetteurs en carbone ou qui permettent de le stocker

# L'ACV : rappel de principe de la méthode de calcul

L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) mesure l'impact environnemental du bâtiment sur l'ensemble de sa vie (de la phase chantier à la valorisation des déchets issus de la destruction).



# L'ACV : rappel de principe de la méthode de calcul

Le calcul des impacts environnementaux d'un élément est la multiplication de sa donnée environnementale par la quantité utilisée et le nombre de renouvellements



- **Données environnementales:** disponibles sur la base nationale de référence: INIES (<http://www.inies.fr>)
- **Quantité:** quantités de composants (unités, m<sup>2</sup>, ml, ...), énergie (kWh d'énergie consommée) ou eau consommée (m<sup>3</sup>)
- **Facteur d'adaptation:** facteur de renouvellement lié à la durée de vie, de pondération dynamique, adaptation de la quantité à l'unité fonctionnelle utilisée dans la donnée environnementale unitaire (par exemple passage d'une masse à une surface grâce à une densité surfacique), taux d'affectation de la quantité dans le cas de parcelles multi bâtiment...

# L'ACV : rappel de principe de la méthode de calcul

Les impacts sur le cycle de vie du bâtiment sont calculés pour les contributeurs suivants :

- **Composants : produits de construction et équipements**
- Énergie : consommations d'énergie
- Eau : consommations et rejets d'eaux
- **Chantier**

} Impact global du bâtiment

**Ic\_construction** (kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> Sref) : indicateur d'impact carbone, en analyse en cycle de vie, des composants du bâtiment et de leur mise en œuvre (chantier) :

$$Ic\_construction = Ic\_composants + Ic\_chantier$$



# Rappel des exigences carbone du GTM1

L'indicateur **lc\_construction** est soumis à la valeur maximale :

$$\text{lc\_construction\_max} = \text{lc\_construction\_maxmoyen} \times (1 + \text{Micombles} + \text{Misurf}) + \text{Migéo} + \text{Miinfra} + \text{Mivrd} + \text{Mided} + \text{Mipv}$$

**Rappel du GTM1 :** lc\_construction\_maxmoyen

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de lcconstruction_maxmoyen (kq éq. CO2/m2)			
	2022 - 2024	2025 - 2027	2028 - 2030	2031 -
Maisons individuelles ou accolées	640	530	475	415
Logements collectifs	740	650	580	490
Bureaux	980	810	710	600
Enseignement primaire ou secondaire	900	770	680	590

NB : la surface de référence considérée est identique à celle du calcul énergétique : la SHAB pour le résidentiel et la SU pour le tertiaire.

# Rappel des exigences carbone du GTM1

$$Ic\_construction\_max = Ic\_construction\_maxmoyen \times (1 + Mi\_combles + Mi\_surf) + Mi\_géo + Mi\_infra + Mi\_vrd + Mi\_ded + Mi\_pv$$

## Rappel du GTM1 : Modulations

kgCO2/m2	MI	LC	BU	ES
<b>Mi_comble</b>	oui	non	non	non
<b>Mi_surf</b>	oui	oui	oui	oui
<b>Mi_géo</b>	oui	oui	oui	non
<b>Mi_infra</b>	oui	oui	oui	oui
<b>Mi_vrd</b>	oui	oui	oui	oui
<b>Mi_pv</b>	non	non	oui	non
<b>Mi_ded</b>	oui	oui	oui	oui

# Rappel des exigences carbone du GTM1

- `lconstruction_maxmoyen` : valeur de l'exigence pour un bâtiment moyen
- `Mi_combles` : modulation selon la présence de combles aménagés dans le bâtiment (seulement pour les maisons individuelles mais pas pour les bâtiments tertiaires)
- `Mi_surf` : modulation selon la surface de référence du bâtiment
- `Mi_géo` : modulation selon la localisation géographique (zone géographique et altitude) du bâtiment
- `Mi_infra` : modulation selon l'impact des fondations, des espaces en sous-sol et des parcs de stationnements couverts du bâtiment
- `Mi_vrd` : modulation selon l'impact de la voirie et des réseaux divers du bâtiment
- `Mi_ded` : modulation selon l'impact des données environnementales par défaut et valeurs forfaitaires
- `Mi_pv` : modulation selon l'impact de l'installation de panneaux photovoltaïques pour un bâtiment ou une partie de bâtiment



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES**

Typologie « Bâtiments universitaires d'enseignement et de recherche et bâtiments d'enseignements atypiques type privé (conservatoire, ...) »

# Valeurs à déterminer

- 1) Valeurs pivots : Iconstruction\_maxmoyen
- 2) Modulations : Mi\_géo
- 3) Modulations : Mi\_infra
- 4) Modulations : Mi\_vrd
- 5) Modulations : Mi\_ded
- 6) Modulations : Mi\_surf

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Proposition des valeurs pivots (\*):

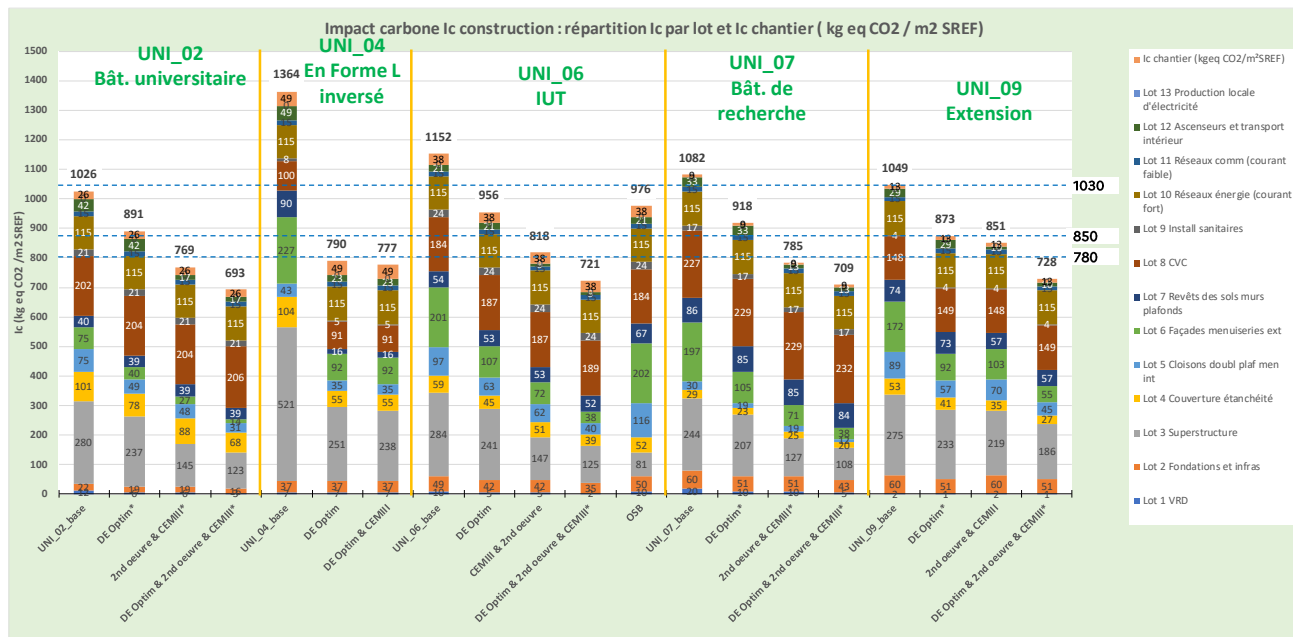
Ic construction max kg <sub>eq</sub> CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> <sub>Sref</sub>	2025-2027	2028-2030	>2031
Souple	1030	880	730
Intermédiaire	850	750	650
Exigeant	780	695	610

Pour rappel, les seuils d'exigence du GTM1 :

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de Icconstruction_maxmoyen (kq éq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )			
	2022 - 2024	2025 - 2027	2028 - 2030	2031 -
Maisons individuelles ou accolées	640	530	475	415
Logements collectifs	740	650	580	490
Bureaux	980	810	710	600
Enseignement primaire ou secondaire	<b>900</b>	<b>770</b>	<b>680</b>	<b>590</b>

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2025-2027



NB : Pour fixer les seuils, les hypothèses suivantes sont prises :

- Valeurs forfaitaires : identiques aux enseignements

Lot 10 : 115KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

Lot 11 : 15KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

- Modulation Mi\_infra et Mi\_vrd : indentiques aux enseignements (cf. §3 et §4)

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2025-2027

**Souple : 1030kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

UNI\_02 passe les seuils sans effort. L'optimisation des données environnementales permettra à tous les bâtiments restant de passer le seuil, sauf UNI\_04. Le bilan Ic\_construction de ce dernier est très élevé en raison de sa forme architecturale particulière. Pour passer le seuil, d'autres leviers comme celui de 2nd œuvres et CEMIII seraient nécessaires pour ce bâtiment.

**Intermédiaire : 850kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

Tous les bâtiments peuvent atteindre les seuils en optimisant les données environnementales utilisées ou en recourant à l'optimisation du 2nd œuvre ou/et du CEMIII.

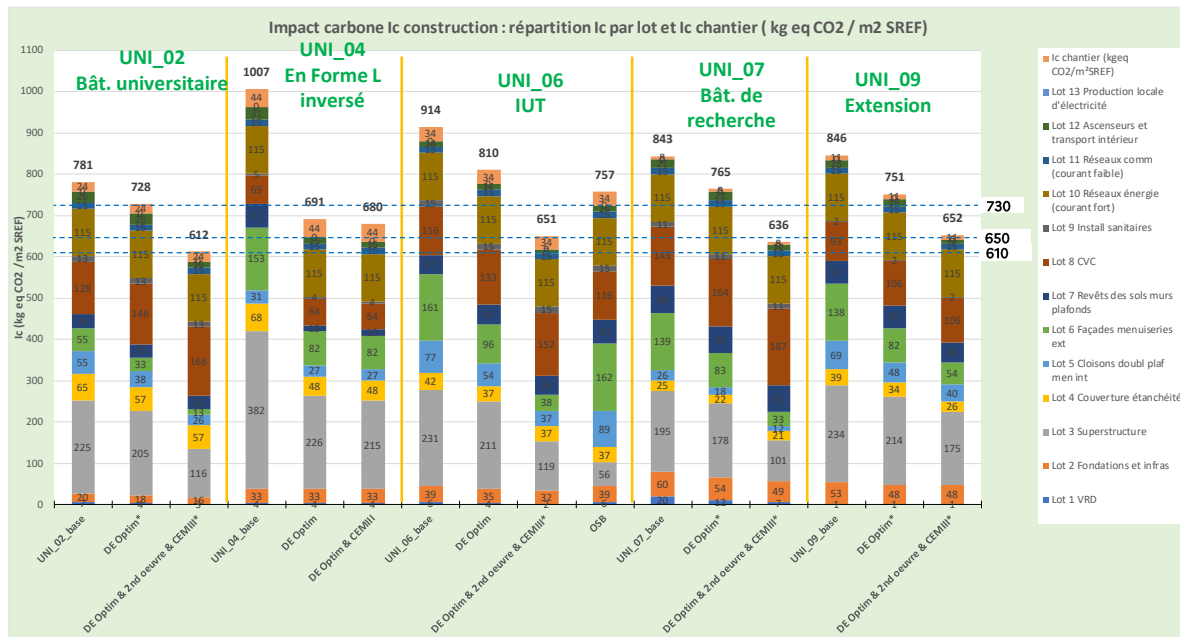
**Exigeant : 780kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

Tous les bâtiments peuvent atteindre les seuils en combinant l'optimisation des données environnementales utilisées et le recours à l'optimisation du 2nd œuvre et du CEMIII.



# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2031 -



Les résultats affichés prennent en compte la réduction liée au secteur industriel, l'abandon progressif des données environnementales par défaut et le remplacement des fluides frigorigènes des pompes à chaleur. D'autres leviers mobilisables ne sont pas pris en compte ici :

- L'utilisation de matériaux issus du réemploi, avec un gain d'environ 67 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> (selon les retours d'expérience du Booster du Réemploi).
- Les économies réalisées grâce au choix de mortiers ou de chapes, e.g. l'utilisation d'une chape anhydrite peut entraîner un gain d'environ 10 à 15 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.
- La sobriété des matériaux ...

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2031-

**Souple : 730kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

A l'horizon 2030, l'optimisation des DE ne devrait pas poser des difficultés, i.e. UNI\_02 passe les seuils sans effort. Un effort sur le 2nd œuvre et/ou CEMIII permettra à tous les bâtiments restant de passer le seuil.

**Intermédiaire : 650kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

Un effort sur le 2nd œuvre et CEMIII permettra à tous les bâtiments de passer le seuil sauf UNI\_04. Pour ce dernier, les leviers comme les matériaux de réemploi, choix des chapes, seraient suffisants pour leur permettre d'atteindre le seuil.

**Exigeant : 610kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

UNI\_02 passe le seuil avec un effort sur le 2nd œuvre et CEMIII. Les autres peuvent passer les seuils en mobilisant en plus les leviers comme l'utilisation de matériaux issus du réemploi, le choix des chapes, etc.

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

## Valeur pivot en 2028 - 2030

Les valeurs sont calculées comme des moyennes entre les seuils de 2024 et ceux de 2031.

Ic construction max kg <sub>eq</sub> CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> <sub>Sref</sub>	2025-2027	2028-2030	>2031
Souple	1030	<b>880</b>	730
Intermédiaire	850	<b>750</b>	650
Exigeant	780	<b>695</b>	610

Pour rappel, les seuils d'exigence du GTM1 :

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de Icconstruction_maxmoyen (kq éq. CO2/m2)			
	2022 - 2024	2025 - 2027	2028 - 2030	2031 -
Maisons individuelles ou accolées	640	530	475	415
Logements collectifs	740	650	580	490
Bureaux	980	810	710	600
Enseignement primaire ou secondaire	<b>900</b>	<b>770</b>	<b>680</b>	<b>590</b>

## 2) Mi\_géo

**Modulation Mi\_géo : dépend du niveau des exigences de confort d'été**

→ Traité dans le volet de confort d'été

Rappel des tertiaires du GTM1 :

<b>Bureaux</b>	=<400	0	0	0	0	0	0	50	50
	>400	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Scolaires</b>		0	0	0	0	0	0	0	0

### 3) Mi\_infra

#### Modulation Mi\_infra :

Dans un premier temps, nous proposons la règle qui est adoptée pour les enseignements lors du GTM1 :

Valeur de $I_{c_{lot2}}$	Miinfra
$Si I_{c_{lot2}} \leq 60 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	0
$Si I_{c_{lot2}} > 60 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	$I_{c_{lot2}} - 60$

Selon les résultats complémentaires :

re révisée.

## 4) Mi\_vrd

### Modulation Mi\_vrd :

Dans un premier temps, nous proposons la règle qui est adoptée pour les enseignements lors du GTM1 :

Valeur de $I_{c_{lot1}}$	Mivrd
$Si I_{c_{lot1}} \leq 20 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	0
$Si I_{c_{lot1}} > 20 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	$I_{c_{lot1}} - 20$

Selon les résultats complémentaires (tableau ci-dessous), la valeur de Mi\_vrd est révisée.

## 5) Mi\_ded

Conformément avec la règle adoptée lors du GTM1, nous proposons une modulation suivante :

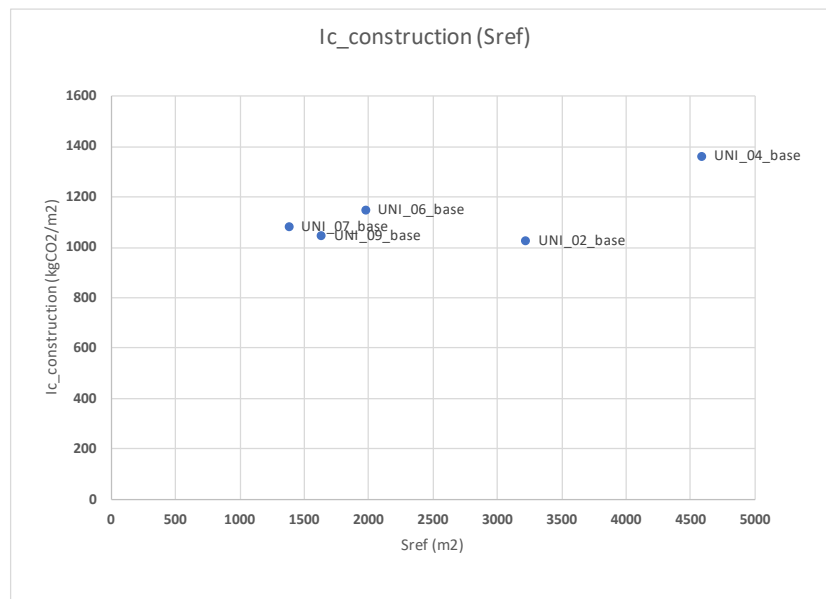
Valeur de $I_{c_{ded}}$	Mided		
	Année à laquelle la demande de permis de construire ou la déclaration préalable est déposée :		
	2025 à 2027	À partir de 2028	
Si $I_{c_{ded}} \leq a^*$ (kg éq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0	0	
Si $I_{c_{ded}} > a^*$ (kg éq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0	-0,3 × ( $I_{c_{ded}} - a^*$ )	

Avec  $a^* = 573 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$ , ce qui correspond à la valeur médiane de  $I_{c_{ded}}$  dans notre panel des bâtiments simulés. A titre indicatif, Mi\_ded adoptée pour les enseignements maisons individuelles:

Valeur de $I_{c_{ded}}$	Mided		
	Année à laquelle la demande de permis de construire ou la déclaration préalable est déposée :		
	2022 à 2024	2025 à 2027	À partir de 2028
Si $I_{c_{ded}} \leq 370 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	0	0	0
Si $I_{c_{ded}} > 370 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	$0,3 \times (I_{c_{ded}} - 300)$	0	$-0,3 \times (I_{c_{ded}} - 300)$

## 6) Mi\_surf

Aucune tendance n'est observée avec le nombre actuel des données :







**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

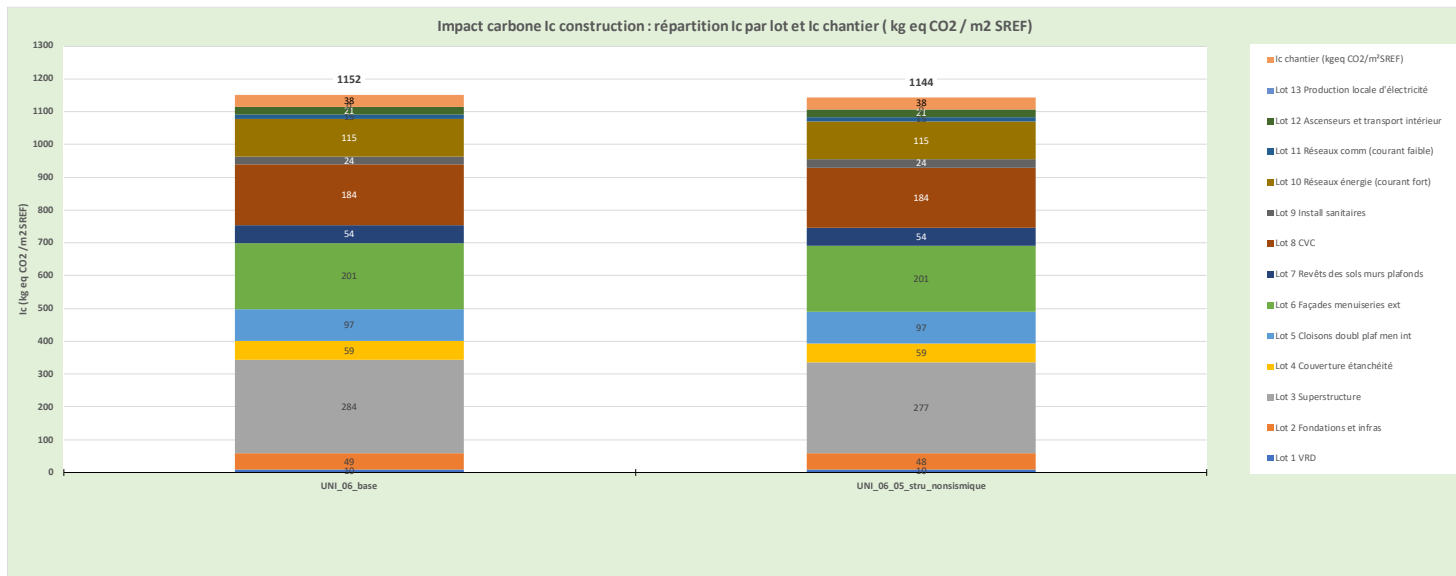
# **EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES**

Typologie « Bâtiments universitaires d'enseignement et de recherche et bâtiments d'enseignements atypiques type privé (conservatoire, ...) »

Annexe

# Influence de « zone sismique »

Le panel de bâtiment de base comprend tous les bâtiments en zone sismique. Cependant, selon les résultats d'une variante, l'impact serait très limité.





**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES**

Typologie « Commerces »

# Valeurs à déterminer

- 1) Valeurs pivots : Iconstruction\_maxmoyen
- 2) Modulations : Mi\_géo
- 3) Modulations : Mi\_infra
- 4) Modulations : Mi\_vrd
- 5) Modulations : Mi\_ded
- 6) Modulations : Mi\_surf

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Proposition des valeurs pivots (\*):

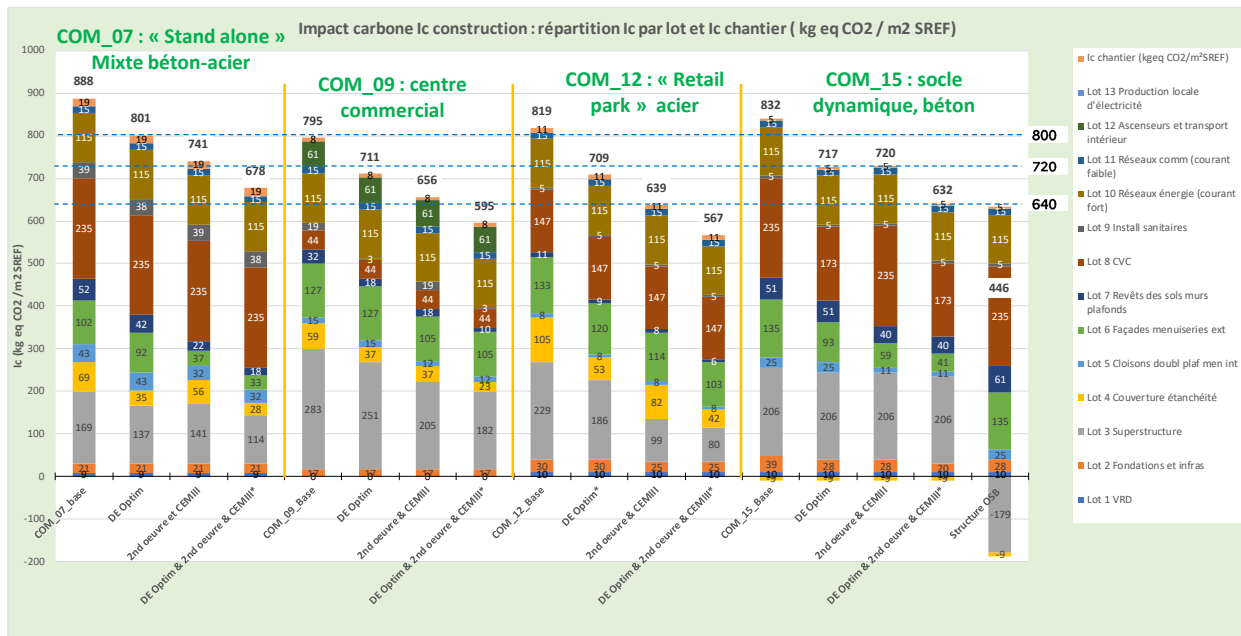
Ic construction max kg <sub>eq</sub> CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> <sub>Sref</sub>	2025-2027	2028-2030	>2031
Souple	800	675	550
Intermédiaire	720	595	470
Exigeant	640	540	440

Pour rappel, les seuils d'exigence du GTM1 :

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de Icconstruction_maxmoyen (kq éq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )			
	2022 - 2024	2025 - 2027	2028 - 2030	2031 -
Maisons individuelles ou accolées	640	530	475	415
Logements collectifs	740	650	580	490
Bureaux	<b>980</b>	<b>810</b>	<b>710</b>	<b>600</b>
Enseignement primaire ou secondaire	900	770	680	590

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2025-2027



NB : Pour fixer les seuils, les hypothèses suivantes sont prises :

- Valeurs forfaitaires : identiques aux bureaux

Lot 10 : 115KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

Lot 11 : 15KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

- Modulation Mi\_infra et Mi\_vrd : identiques au bureaux (cf. §3 et §4)

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2025-2027

**Souple : 800kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

COM\_09 passe les seuils sans effort. L'optimisation des données environnementales permettra à tous les bâtiments restant de passer le seuil.

**Intermédiaire : 720kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

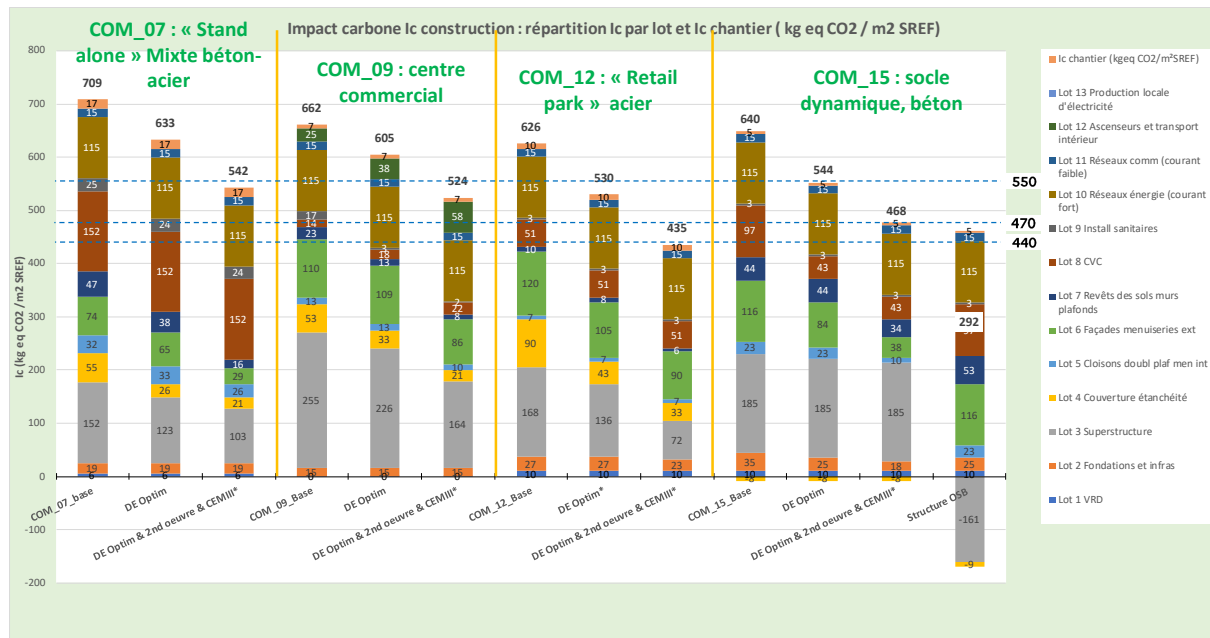
Tous les bâtiments peuvent atteindre les seuils en optimisant les données environnementales utilisées ou en recourant à l'optimisation du 2<sup>nd</sup> œuvre ou/et du CEMIII.

**Exigeant : 640kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

Tous les bâtiments peuvent atteindre les seuils en combinant l'optimisation des données environnementales utilisées et le recours à l'optimisation du 2<sup>nd</sup> œuvre et du CEMIII.

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2031 -



Les résultats affichés prennent en compte la réduction liée au secteur industriel, l'abandon progressif des données environnementales par défaut et le remplacement des fluides frigorigènes des pompes à chaleur. D'autres leviers mobilisables ne sont pas pris en compte ici :

- L'utilisation de matériaux issus du réemploi, avec un gain d'environ 67 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> (selon les retours d'expérience de Booster du Réemploi).
- Les économies réalisées grâce au choix de mortiers ou de chapes, e.g. l'utilisation d'une chape anhydrite peut entraîner un gain d'environ 10 à 15 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.
- La sobriété des matériaux ...



# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2031-

**Souple : 550kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

À l'horizon 2030, l'optimisation des DE ne devrait pas poser de difficultés. Un effort sur le 2<sup>nd</sup> œuvre et CEM III permettra à tous les bâtiments de passer les seuils.

**Intermédiaire : 470kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

Un effort sur le 2<sup>nd</sup> œuvre et CEM III est suffisant pour COM\_12 et COM\_15. Pour les autres bâtiments, la mise en place d'autres leviers comme le choix des matériaux de réemploi, choix des chapes, etc, pourrait être suffisante.

**Exigeant : 440kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>**

Pour les COM\_12 et COM15, la mise en place d'autres leviers comme le choix des matériaux de réemploi, choix des chapes, etc, pourrait être suffisante. Pour les autres bâtiment, opter pour une structure bois ou mixte bois permet de passer le seuil.

# 1) Valeur pivot : Icconstruction\_maxmoyen

Valeur pivot en 2028 - 2030

Ic construction max $\text{kg}_{\text{eq CO}_2}/\text{m}^2_{\text{Sref}}$	2025-2027	2028-2030	>2031
Souple	800	675	550
Intermédiaire	720	595	470
Exigeant	640	540	440

Pour rappel, les seuils d'exigence du GTM1 :

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de Icconstruction_maxmoyen (kq éq. CO2/m2)			
	2022 - 2024	2025 - 2027	2028 - 2030	2031 -
Maisons individuelles ou accolées	640	530	475	415
Logements collectifs	740	650	580	490
Bureaux	980	810	710	600
Enseignement primaire ou secondaire	900	770	680	590

## 2) Mi\_géo

**Modulation Mi\_géo : dépend du niveau des exigences de confort d'été**

→ Traité dans le volet de confort d'été

Rappel des tertiaires du GTM1 :

<b>Bureaux</b>	=<400	0	0	0	0	0	0	50	50
	>400	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Scolaires</b>		0	0	0	0	0	0	0	0

### 3) Mi\_infra

#### Modulation Mi\_infra :

Dans un premier temps, nous proposons la règle qui est adoptée pour les bureaux lors du GTM1 :

Valeur de $I_{clot2}$	Miinfra
$Si I_{clot2} \leq 40 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	0
$Si I_{clot2} > 40 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	$I_{clot2} - 40$

Selon les résultats complémentaires :re révisée.

## 4) Mi\_vrd

### Modulation Mi\_vrd :

Dans un premier temps, nous proposons la règle qui est adoptée pour les bureaux lors du GTM1 :

Valeur de $I_{c_{lot1}}$	Mivrd
$Si I_{c_{lot1}} \leq 10 \text{ kg \acute{e}q. CO}_2/\text{m}^2$	0
$Si I_{c_{lot1}} > 10 \text{ kg \acute{e}q. CO}_2/\text{m}^2$	$I_{c_{lot1}} - 10$

Selon les résultats complémentaires (tableau 10) de la note de calcul, la valeur de Mi\_vrd est à réviser. La valeur de Mi\_vrd est à réviser.

## 5) Mi\_ded

Conformément avec la règle adoptée lors du GTM1, nous proposons une modulation suivante :

Valeur de $I_{c_{ded}}$	Mided		
	Année à laquelle la demande de permis de construire ou la déclaration préalable est déposée :		
	2024 à 2027	À partir de 2028	
Si $I_{c_{ded}} \leq a^*$ (kg éq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0	0	
Si $I_{c_{ded}} > a^*$ (kg éq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0	$-0,3 \times (I_{c_{ded}} - a^*)$	

Avec  $a^* = 215\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2$ , ce qui correspond à la valeur moyenne de  $I_{c_{ded}}$  dans notre panel des bâtiments simulés. A titre indicatif, Mi\_ded adoptée pour les maisons individuelles:

Valeur de $I_{c_{ded}}$	Mided		
	Année à laquelle la demande de permis de construire ou la déclaration préalable est déposée :		
	2022 à 2024	2025 à 2027	À partir de 2028
Si $I_{c_{ded}} \leq 370$ kg éq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	0	0	0
Si $I_{c_{ded}} > 370$ kg éq. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	$0,3 \times (I_{c_{ded}} - 275)$	0	$-0,3 \times (I_{c_{ded}} - 275)$

## 6) Mi\_surf

Aucune tendance n'est observée avec le nombre actuel des données :

