



**MINISTÈRE
DU LOGEMENT
ET DE LA RÉNOVATION
URBAINE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

CONCERTATION EXIGENCES RE2020

Typologie « Aérobares »

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 la typologie « Aérobares » :

- **Le 20 décembre 2024** (aujourd'hui) : **réunion** de concertation
- **Du 21 décembre 2024 au 13 janvier 2025 inclus** : **Contributions écrites** des acteurs adressées à concertation-re2020@developpement-durable.gouv.fr
- **Jusqu'au 13 janvier 2025 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
DHUP Pilote global
Lot « pilote » (lot 1) → Produit les analyses
CSTB AMO & Aide à la décision
Cerema Appui technique
Bureaux d'études modélisateurs Evaluations énergétiques, environnementales et économiques de bâtiments

Typologies traitées
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 « optimisés » (poids carbone réduit) ou vers des données par défaut, etc.

Périmètre de la typologie

Sont exclus du périmètre de la RE2020 (comme en RT2012) :

- Les bâtiments ou parties de bâtiment qui, en raison de contraintes spécifiques liées à leur usage, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air, et nécessitant de ce fait des règles particulières ;
- Les bâtiments ou parties de bâtiment chauffés ou refroidis pour un usage dédié à un procédé industriel.

Sont exclues du calcul carbone de la RE2020 les parties de bâtiment non chauffées.

Ordre du jour de la réunion

1. Exigences **environnementales** (Indicateur $Ic_{\text{construction}}$ et ses modulations)
 - a. Aérogares
 - b. Echanges avec les participants**

2. Exigences **énergétiques** (Indicateurs B_{bio} , C_{ep} , $C_{\text{ep,nr}}$, $Ic_{\text{énergie}}$ et leurs modulations)
 - a. Aérogares
 - b. Echanges avec les participants**

3. Exigences **confort d'été** (Indicateur DH et les modulations Mb_{bruit} , Mc_{cat} et $Mi_{\text{géo}}$)
 - a. Aérogares
 - b. Echanges avec les participants**

Panel de bâtiments & enjeux de la typologie

Panel de bâtiments

Nom	AER_01	AER_02	AER_03
Usage réel	Petite aérogare	Aérogare compacte	Aérogare - Jetée d'embarquement
S_{ref}	8 755	39 042	42 829
Nb de niveaux (y compris RDC)	3 niveaux et 2 niveaux partiels	5	4
Compacité (S_p/S_u)	0,7	1,4	2
Surface vitrée (% $S_{façade}$)	76	77	56
Surface vitrée horizontale (% $S_{vitrée}$)	0	28	16

Retour d'expérience

- Bâtiments de 2 ou 3 niveaux en moyenne
- Certains locaux ont une hauteur sous plafond de 6 à 8 m
- Installation de panneaux photovoltaïques complexe
- Leviers énergie « enveloppe » : Contrôle solaire en façade
- Leviers énergie « système » : systèmes type PAC utilisables, branchement sur réseau de chaleur / de froid urbain courant



**MINISTÈRE
DU LOGEMENT
ET DE LA RÉNOVATION
URBAINE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES

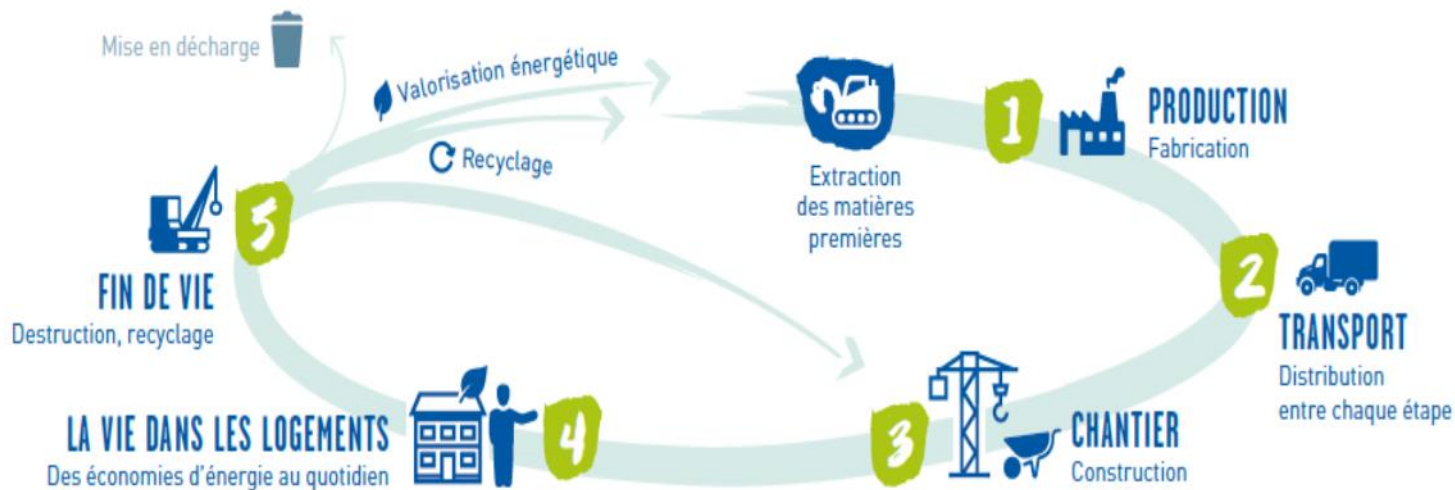
Typologie « Aérogares »

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, m², ml, ...), énergie (kWh d'énergie consommée) ou eau consommée (m³)
- **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**
 - Parcelle : composants nécessaires aux aménagements et l'usage de la parcelle
- } Impact global du bâtiment
} hors bâtiment

Ic_construction (kgCO₂eq/m² Sref) : indicateur d'impact carbone, en analyse en cycle de vie, des composants du bâtiment et de leur mise en œuvre (chantier) :

$$Ic_construction = Ic_composants + Ic_chantier$$

Rappels sur Ic_construction

L'indicateur **Ic_construction** est soumis à la valeur maximale :

$$\text{Ic_construction_max} = \text{Ic_construction_maxmoyen} \times (1 + \text{Micombles} + \text{Misurf}) + \text{Migéo} + \text{Miinfra} + \text{Mivrd} + \text{Mided} + \text{Mipv}$$

Rappel : Ic_construction_maxmoyen premières typologies RE2020

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

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

Rappels sur Ic_construction

$$Ic_construction_max = Ic_construction_maxmoyen \times (1 + Micombles + Misurf) + Migéo + Miinfra + Mivrd + Mided + Mipv$$

Rappel du GTM1 : Modulations

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

Rappels sur Ic_construction

- Icconstruction_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

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

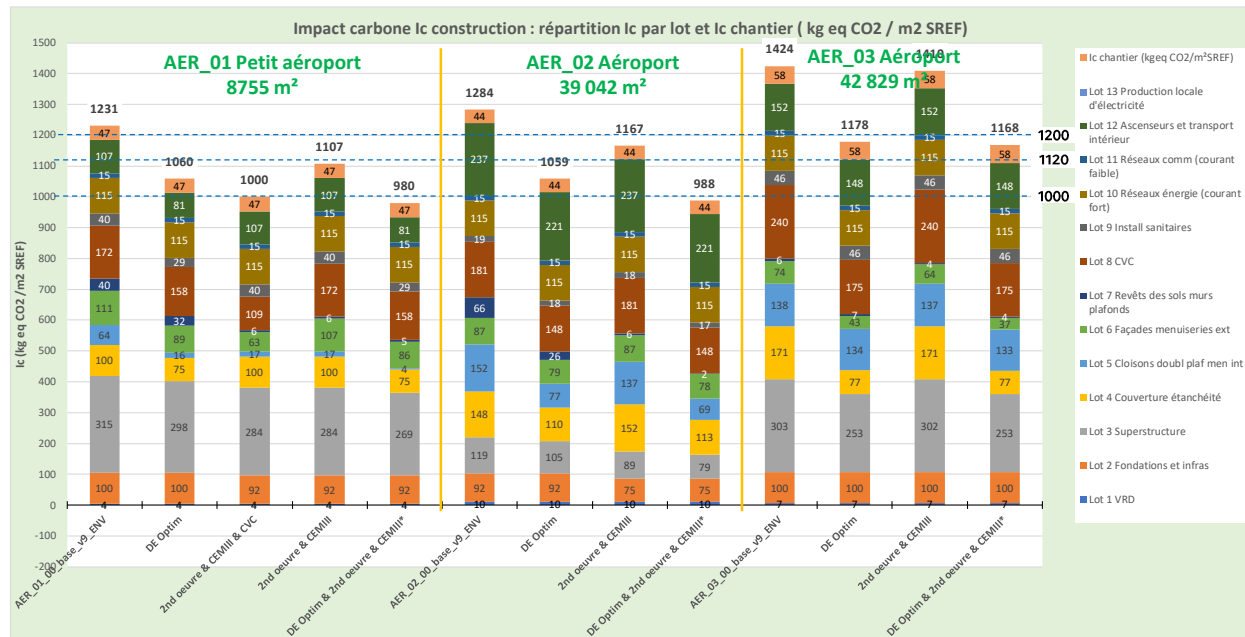
Proposition des valeurs pivots (*):

Ic construction max kg _{eq} CO ₂ /m ² _{Sref}	2025-2027	2028-2030	>2031
Souple	1200	1040	880
Intermédiaire	1120	970	820
Exigeant	1000	880	780
Intermédiaire / exigeant Pour applications soumises à l'exigence du GTM1 : (proposé par la DHUP)	1120	950	780

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

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 : 115KgCO₂/m²

Lot 11 : 15KgCO₂/m²

- Modulation Mi_infra et Mi_vrd : identiques au bureaux (cf. §3 et §4)

1) Valeur pivot : Icconstruction_maxmoyen

Valeur pivot en 2025-2027

Souple : 1200 kgCO₂eq/m²

Les trois bâtiments peuvent atteindre les seuils en optimisant légèrement les données environnementales utilisées.

Intermédiaire : 1100 kgCO₂eq/m²

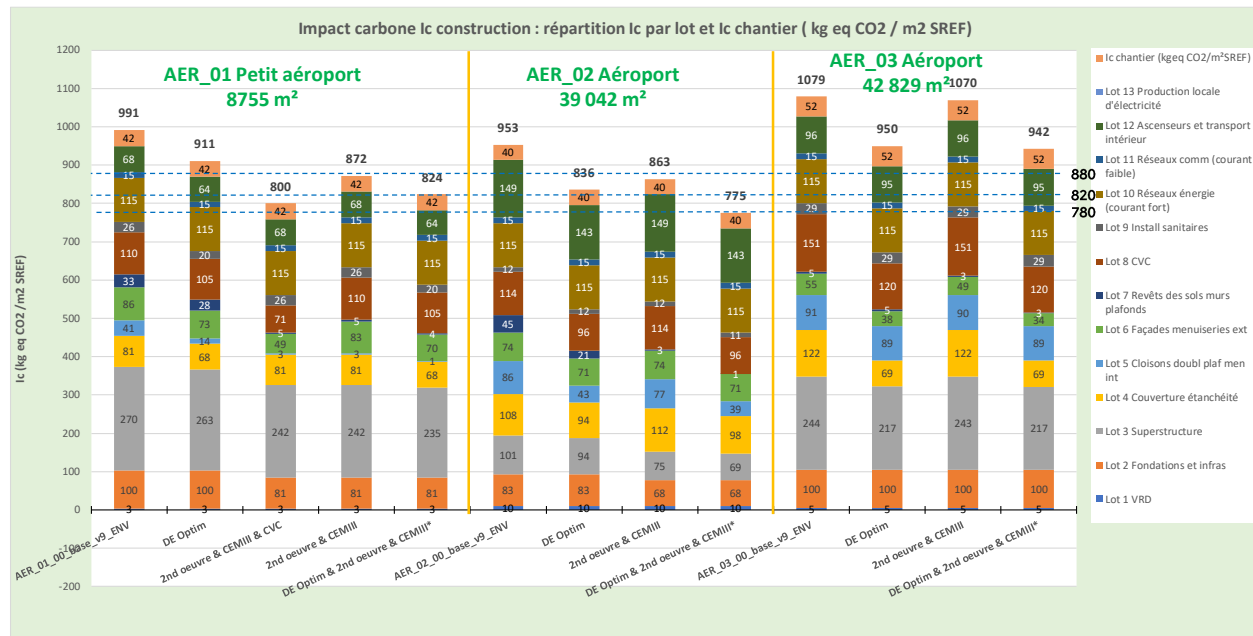
AER_01 et AER_02 peuvent atteindre les seuils en optimisant les données environnementales utilisées. AER_03 doit mettre en place un levier supplémentaire ou modifier certains choix architecturaux.

Exigeant : 1000 kgCO₂eq/m²

AER_01 et AER_02 peuvent atteindre les seuils en combinant l'optimisation des données environnementales utilisées et le recours à l'optimisation du 2nd œuvre et du CEMIII. Pour AER_03, des choix architecturaux plus sobres en termes d'impact pourrait être nécessaire.

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 kgCO₂/m² (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 kgCO₂/m²,
- La sobriété des matériaux,
- Etc.

1) Valeur pivot : Icconstruction_maxmoyen

Valeur pivot en 2031-

Souple : 880 kgCO₂eq/m²

Un effort sur le 2nd œuvre et CEM III est suffisant pour AER_01 et AER_02. Pour AER_03, la mise en place d'autres leviers comme le choix des matériaux de réemploi, choix des chapes, structure bois, etc, pourrait être suffisante, sobriété des matériaux.

Intermédiaire : 820 kgCO₂eq/m²

Un effort sur le 2nd œuvre et CEM III est suffisant pour AER_01 et AER_02. Pour AER_03, des choix architecturaux plus sobres en termes d'impact pourrait être nécessaire.

Exigeant : 780 kgCO₂eq/m²

Pour AER_01 la mise en place d'autres leviers comme le choix des matériaux de réemploi, choix des chapes, etc, pourrait être suffisante. Pour AER_03, des choix architecturaux plus sobres en termes d'impact pourrait être nécessaire.

1) Valeur pivot : Icconstruction_maxmoyen

Valeur pivot en 2028 - 2030

Ic construction max kg _{eq} CO ₂ /m ² _{Sref}	2025-2027	2028-2030	>2031
Souple	1200	1040	880
Intermédiaire	1120	970	820
Exigeant	1000	880	780
Intermédiaire / exigeant (proposé par la DHUP)	1120	950	780

Pour rappel, les seuils d'exigence du GTM1 :

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de Icconstruction_maxmoyen (kq éq. CO ₂ /m ²)			
	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 :

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

3) Mi_infra

Modulation Mi_infra :

Nous proposons la règle suivante :

Valeur de $I_{c_{lot2}}$	Miinfra
<i>Si $I_{c_{lot2}} \leq 100$ kg éq. CO₂/m²</i>	0
<i>Si $I_{c_{lot2}} > 100$ kg éq. CO₂/m²</i>	$I_{c_{lot2}} - 100$

Selon les résultats complémentaires et les contributions des acteurs, cette proposition pourra être révisée.

4) Mi_vrd

Modulation Mi_vrd :

Vu les valeurs des simulations, nous proposons de reprendre la règle qui est appliquée aux bâtiments de bureaux :

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

Selon les résultats complémentaires

la valeur de $I_{c_{lot1}}$ pourra être révisée.

5) Mi_ded

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

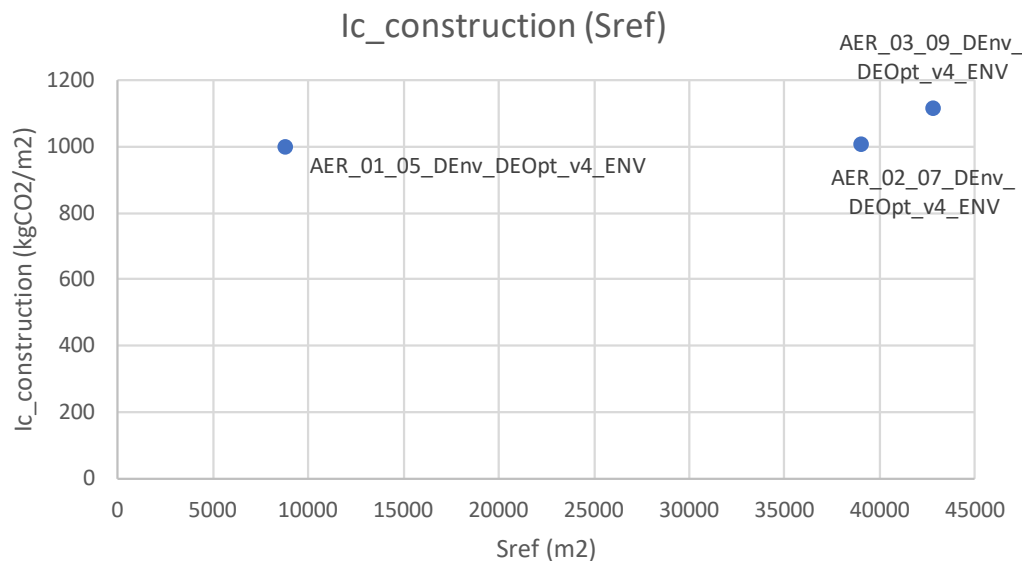
Valeur de $I_{c_{ded}}$	Mided		
	Année à laquelle la demande de permis de construire ou la déclaration préalable est déposée :		
	2024 à 2027	À partir de 2028	
Si $I_{c_{ded}} \leq a^*$ (kg éq. CO ₂ /m ²)	0	0	
Si $I_{c_{ded}} > a^*$ (kg éq. CO ₂ /m ²)	0	$-0,3 \times (I_{c_{ded}} - a^*)$	

Avec **$a^* = 540 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$** , 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 $I_{c_{ded}} \leq 370 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	0	0	0
Si $I_{c_{ded}} > 370 \text{ kg éq. CO}_2/\text{m}^2$	$0,3 \times (I_{c_{ded}} - 275)$	0	$-0,3 \times (I_{c_{ded}} - 275)$

6) Mi_surf

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





**MINISTÈRE
DU LOGEMENT
ET DE LA RÉNOVATION
URBAINE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

EXIGENCES ÉNERGÉTIQUES

Typologie « Aérobares »

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 :

	$Bbio_{\max\text{moyen}}$ [points]
CE1	190
CE2 (bâtiment climatisé)	240

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

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

Avec :

	$50 \times M_{\text{ctype}}$ [kWhep/(m ² .an)]
CE1	200
CE2 (bâtiment climatisé)	290

- $M_{\text{cgéo}} + M_{\text{calt}} \neq 0$
- $M_{\text{csurf}} = 0$
- $M_{\text{cGES}} \neq 0$

Observatoire de la RT2012 (OPE) : 2017 - 2023

10 projets pour le scénario « Aérobares » :

- 5 projets (50 %) avec une $S_{RT} < 1\,000\text{ m}^2$,
- 10 projets (100 %) avec une $S_{RT} < 4\,000\text{ m}^2$

- Bbio du projet :
 - ~ 40 % des projets (4) → [Bbiomax - 10 % ; Bbiomax]
 - ~ 20 % des projets (2) → [Bbiomax - 20 % ; Bbiomax - 10 %]
 - ~ 40 % des projets (4) → au-delà de Bbiomax - 20 %

- Systèmes de chauffage : PAC ou équivalent (4 projets), Chaudière Gaz ou équivalent (4 projets) et RCU (1 projet)

- Systèmes d'ECS : Chauffe eau électrique (6 projets)

RT2012 versus RE2020

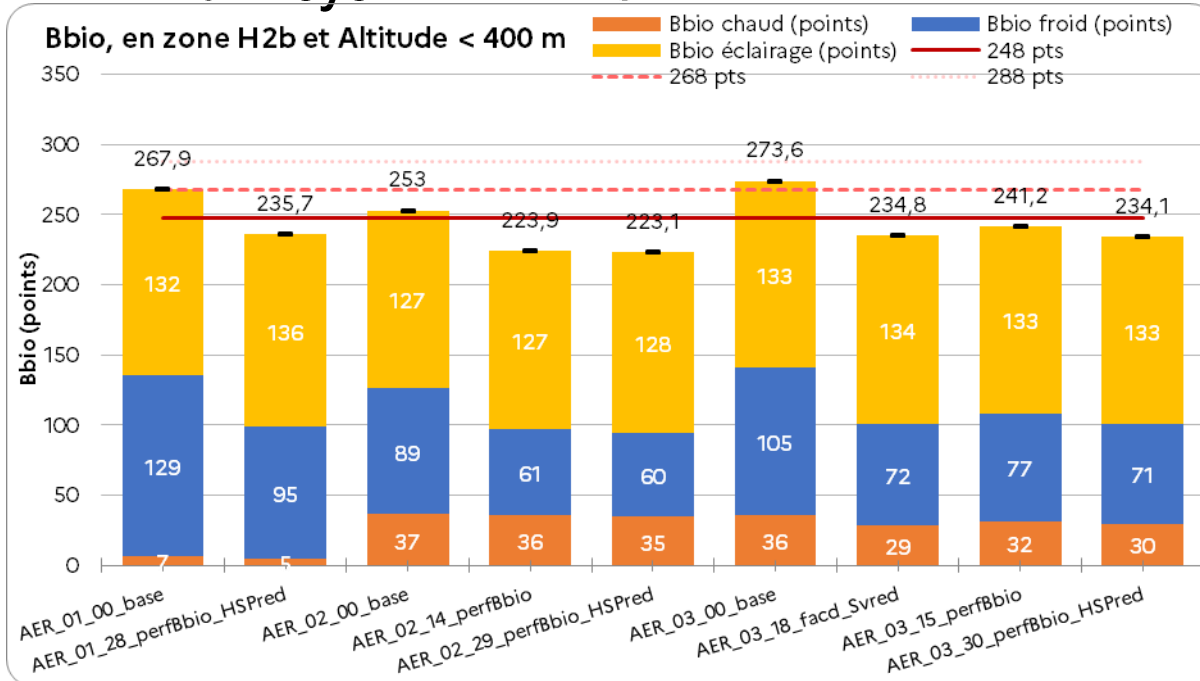
Les résultats obtenus en RT2012 et en RE2020 sont difficilement comparables, car de nombreuses évolutions de méthode ont eu lieu avec entre les 2 réglementations :

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

2. Bbio

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{beombles} + M_{bsurf_moyen} + M_{bsurf_tot} + M_{bbruit})$$

Bbio_{maxmoyen} - Aérogares



- Performance actuelle : 253 à 274 pts
- Renforcement des prestations : 223 à 236 pts
- Pas d'évolution des résultats selon la S_{ref}
- Réduction des surfaces vitrées de 50 % : - 39 pts
- AER_03 – réduction de la hauteur sous plafond de 1 m : -7 pts

Base = Prestations « standard 2022 » / Perf_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio -10% à -20% / HSPred = hauteur sous plafond réduite de 1 m / Facd_Svred = Réduction de la surface vitrée de 50 %

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{bcombles} + M_{bsurf_moyen} + M_{bsurf_tot} + M_{bbruit})$$

Bbio_{maxmoyen} - Aérogares

Proposition Bbio _{maxmoyen} (points)	Valeurs	Impacts
Souple	288	Sans contrainte notable (toutes simulations « standard 2022 » passent)
Intermédiaire	268	Un effort modéré sur l'enveloppe est nécessaire
Exigeant	248	Incite à une conception bioclimatique des bâtiments

→ Seuil envisagé : Proposition « exigeant »

→ Ambition à Bbio – 12 % par rapport aux prestations actuelles (2022)

→ Pas de modulation M_{bsurf_tot}

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (1 + M_{bgéo} + M_{beombles} + M_{bsurf_moyen} + M_{bsurf_tot} + M_{bbruit})$$

$M_{bgéo}$ (en cours de détermination)

(En cours de détermination)

Les simulations permettent de déterminer $M_{bgéo}$ selon la méthode suivante :

- On considère les variantes tel que $Bbio < Bbio_{maxmoyen}$ (à déterminer) en zone H2b et pour une altitude < 400 m
- Pour ces variantes, on calcule les écarts :

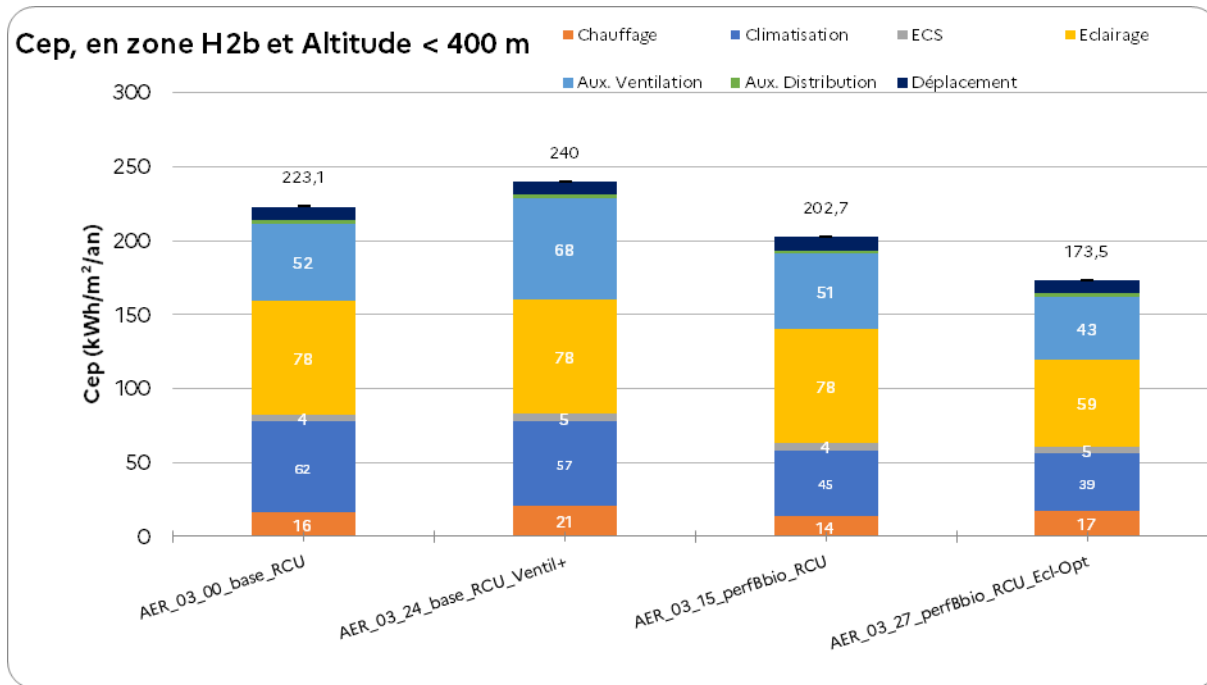
$$\frac{Bbio(H \dots, alt) - Bbio (H2b, < 400m)}{Bbio (H2b, < 400m)}$$

- On retient la moyenne de ces écarts comme modulation $M_{bgéo}$

3. Cep, Cep,nr et Ic_{énergie}

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{recombles} + M_{esurf_moy} + M_{csurf_tot} + M_{ccat})$$

Cep_{maxmoyen} (éclairage et ventilation) – Aérobares

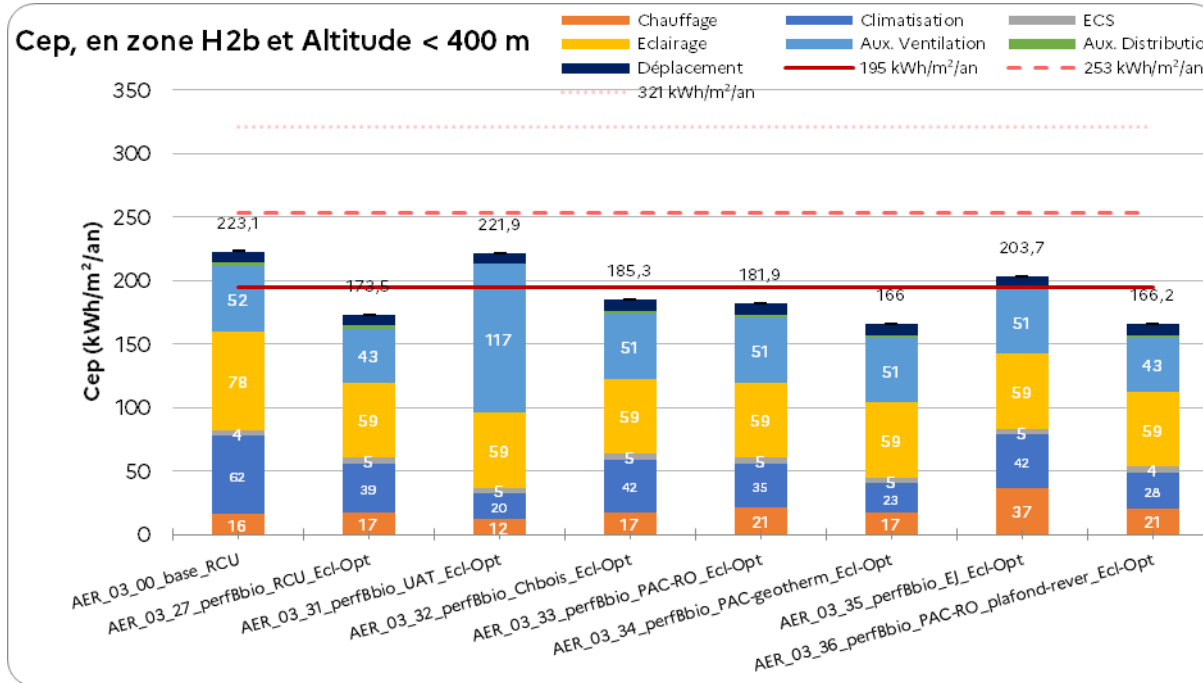


- Augmentation du débit de ventilation : + 17 kWh/m²/an
 - Cep \searrow 29 kWh/m²/an lorsque la puissance d'éclairage est optimisée
- L'optimisation de l'éclairage est donc un levier à activer pour réduire les consommations d'énergie

base = Prestations « standard 2022 » / Perf_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% par rapport aux prestations « standard 2022 » / RCU = réseau de chaleur urbain (taux EnR&R = 50 %) / Ventil+ = Augmentation du débit de ventilation de 18 à 25 m³/h/occ / Ecl-Opt = réduction des puissances d'éclairage des locaux

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{recombles} + M_{esurf_moy} + M_{c surf_tot} + M_{ccat})$$

Cep_{maxmoyen} – Aérobares



- Postes les plus forts : éclairage, ventilation, refroidissement
- Prestations enveloppe « standard 2022 » + RCU ~ 207 - 223 kWh/m²/an
- Prestations enveloppe « Perf_Bbio » + éclairage optimisé ~ tout type de système énergétique ~ 166 – 222 kWh/m²/an (hors unité autonome de toiture)

base = Prestations « standard 2022 » / Perf_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% par rapport aux prestations « standard 2022 » / RCU = réseau de chaleur (taux EnR&R = 50 %) / Ecl-Opt = réduction des puissances d'éclairage des locaux / UAT = unité autonome de toiture / Chbois = chaudière bois / PAC-RO = PAC Air-Eau / PAC-geotherm = PAC Eau-Eau géothermique / EJ = radiateurs à effet Joule / plafond_rever = émetteur principal – plafond réversible

$$Cep_{max} = Cep_{maxmoyen} \times (1 + M_{cgéo} + M_{recombles} + M_{esurf_moy} + M_{c surf_tot} + M_{ccat})$$

Cep_{maxmoyen} – Aérobares

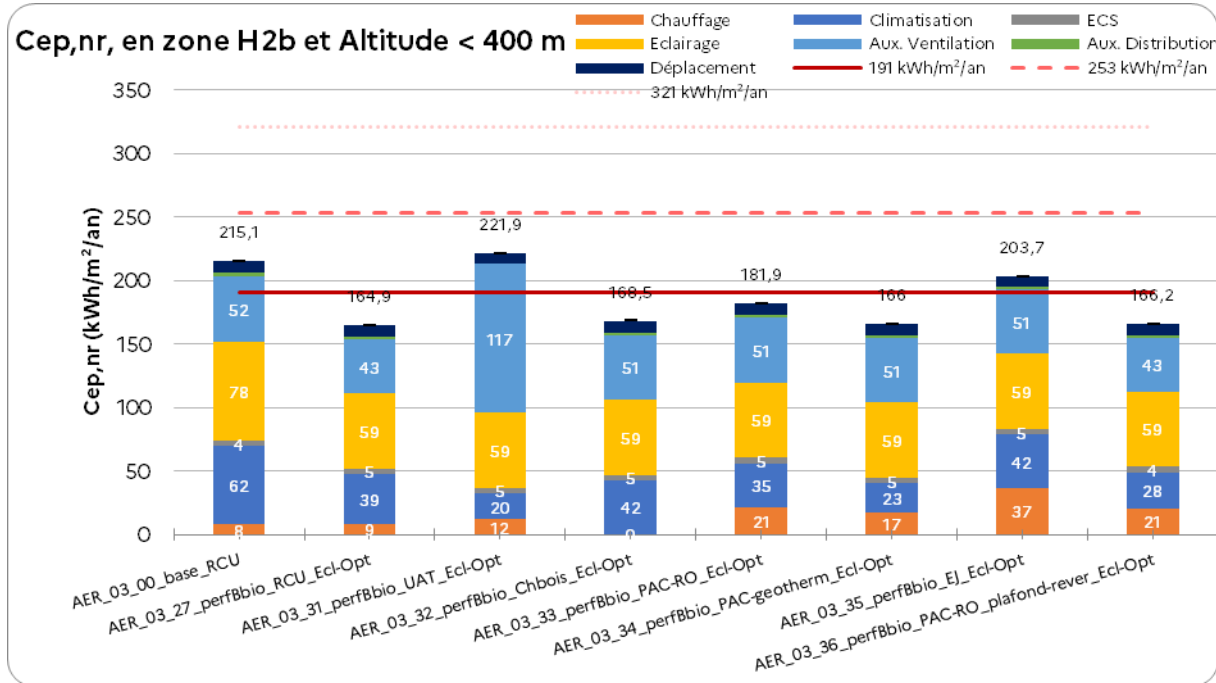
Proposition Cep _{maxmoyen} (kWh/m ² /an)	Valeurs	Impacts
Souple	321	Pas de renforcement / ^t aux prestations actuelles
Intermédiaire	253	Renforcement sur l'enveloppe nécessaire (prestations « perf_Bbio »)
Exigeant	195	<ul style="list-style-type: none"> • Cohérent avec le seuil Bbio_{max} exigeant • Nécessite d'optimiser l'éclairage • Exclut les radiateurs Effet Joule et les systèmes type PAC peu efficaces

→ Seuil envisagé : Proposition « intermédiaire »

→ Pas de modulation M_{c surf_tot}

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

Cep,nr_{maxmoyen} – Aérobares



- Postes les plus forts : éclairage, ventilation, refroidissement
- Prestations enveloppe « standard 2022 » + RCU ~ 198 - 215 kWh/m²/an
- Prestations enveloppe « Perf_Bbio » + éclairage optimisé :
 - RCU (taux EnR&R = 50 %) → UAT : + 57 kWh/m²/an
 - RCU → Ch. Bois : + 4 kWh/m²/an
 - RCU → PAC-RO plafond-rever / PAC-geotherm : +2 kWh/m²/an
 - RCU → PAC-RO : + 17 kWh/m²/an
 - RCU → EJ : + 39 kWh/m²/an

base = Prestations « standard 2022 » / Perf_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% par rapport aux prestations « standard 2022 » / RCU = réseau de chaleur (taux EnR&R = 50 %) / Ecl-Opt = réduction des puissances d'éclairage des locaux / UAT = unité autonome de toiture / Chbois = chaudière bois / PAC-RO = PAC Air-Eau / PAC-geotherm = PAC Eau-Eau géothermique / EJ = radiateurs à effet Joule / plafond_rever = émetteur principal – plafond réversible

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

Cep,nr_{maxmoyen} – Aérobares

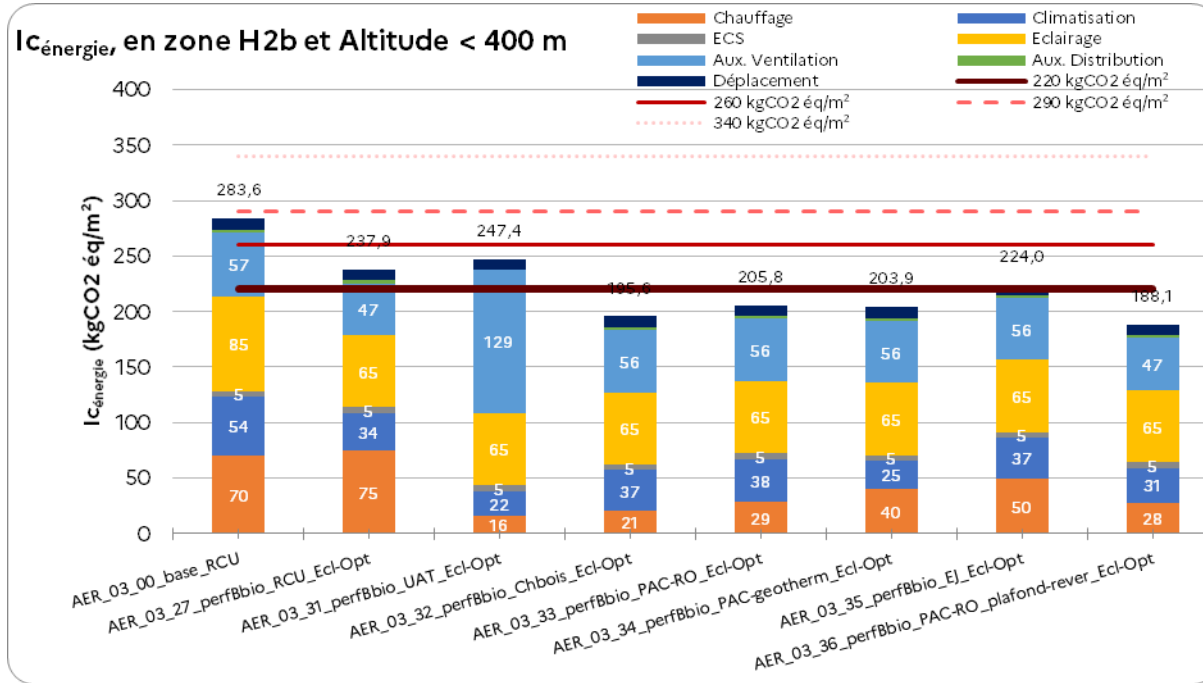
Proposition Cep,nr _{maxmoyen} (kWh/m ² /an)	Valeurs	Impacts
Souple	321	Pas de renforcement / ^t aux prestations actuelles
Intermédiaire	253	Renforcement sur l'enveloppe nécessaire (prestations « perf_Bbio »)
Exigeant	191	<ul style="list-style-type: none"> • Cohérent avec le seuil Bbio_{max} exigeant • Nécessite d'optimiser l'éclairage • Exclut les radiateurs Effet Joule et les systèmes type PAC peu efficaces

→ Seuil envisagé : Proposition « exigeant »

→ Pas de modulation M_{csurf_tot}

$$Ic_{\text{énergie_max}} = Ic_{\text{énergie_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ecombles}} + M_{\text{esurf_moy}} + M_{\text{csurf_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

Ic_{énergie_maxmoyen} – Aérobares



- Postes les plus forts : chauffage, éclairage, ventilation
- Contenu CO₂ RCU : 0,110 kgCO₂ eq / kWh
- Contenu CO₂ RFU : 0,022 kgCO₂ eq / kWh (1^{er} quartile des résultats de l'EARCF 2024)
- Prestations enveloppe « standard 2022 » + RCU ~ 224 - 283 kgCO₂ eq / m²
- Prestations « Perf_Bbio » + éclairage optimisé + RCU ~ 238 kgCO₂ eq / m²
- Prestations enveloppe « Perf_Bbio » + éclairage optimisé :
 - RCU (taux EnR&R = 50 %) → UAT : + 10 kgCO₂ eq / m²
 - RCU → Ch. Bois : - 42 kgCO₂ eq / m²
 - RCU → PAC: -30 à -50 kgCO₂ eq / m²
 - RCU → EJ : - 14 kgCO₂ eq / m²

base = Prestations « standard 2022 » / Perf_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio - 10% à -20% par rapport aux prestations « standard 2022 » / RCU = réseau de chaleur (taux EnR&R = 50 %) / Ecl-Opt = réduction des puissances d'éclairage des locaux / UAT = unité autonome de toiture / Chbois = chaudière bois / PAC-RO = PAC Air-Eau / PAC-geotherm = PAC Eau-Eau géothermique / EJ = radiateurs à effet Joule / plafond_rever = émetteur principal – plafond réversible

$$Ic_{\text{énergie_max}} = Ic_{\text{énergie_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{ecombles}} + M_{\text{esurf_moy}} + M_{\text{csurf_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

Ic_{énergie_maxmoyen} – Aérobares

Proposition Ic _{énergie_maxmoyen} (kgCO ₂ éq/m ²)	Valeurs	Impacts
Souple	340	Pas de renforcement / ^t aux prestations actuelles
Intermédiaire 1	290	<ul style="list-style-type: none"> • Cohérent avec le seuil Bbio_{max} exigeant • Exclut les RCU > 0,160 kgCO₂ éq/kWh
Intermédiaire 2	260	<ul style="list-style-type: none"> • Cohérent avec le seuil Bbio_{max} exigeant • Exclut les RCU > 0,120 kgCO₂ éq/kWh
Exigeant	220	<ul style="list-style-type: none"> • Cohérent avec le seuil Bbio_{max} exigeant • Recours à des systèmes type PAC performants • Le gaz seul est exclu

→ Seuils envisagés :

- Hors RCU, proposition « exigeant »
- Pour les RCU classé, sur 2025-2027, proposition « intermédiaire 1 » puis à partir de 2028, proposition « intermédiaire 2 »
- Pour les RCU non classé, proposition « intermédiaire 2 »
- Pas de modulation M_{csurf_tot}

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

M_{cgéo} (En cours de détermination)

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

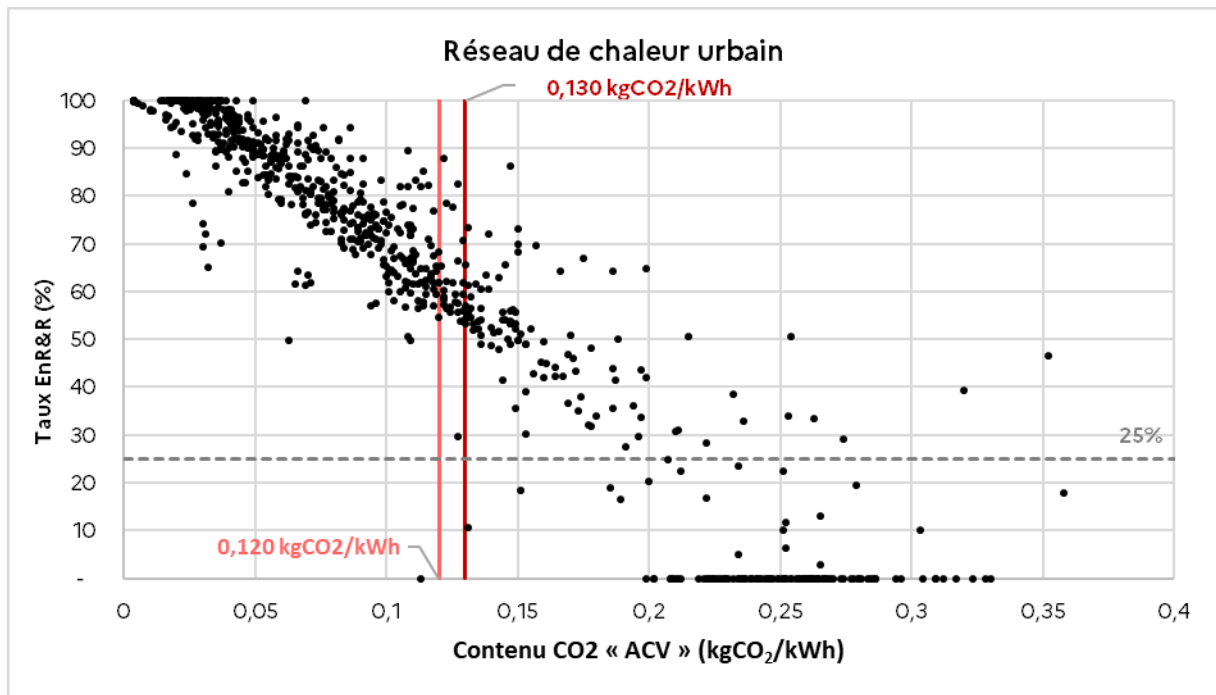
- On considère les variantes tel que Cep < Cep_{maxmoyen} (à déterminer) en zone H2b et pour une altitude < 400 m
- Pour ces variantes, on calcule les écarts :

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

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

$$Ic_{\text{énergie_max}} = Ic_{\text{énergie_maxmoyen}} \times (1 + M_{\text{cgéo}} + M_{\text{écombles}} + M_{\text{esurf_moy}} + M_{\text{csurf_tot}} + M_{\text{ccat}})$$

Ic_{énergie_maxmoyen} (zone H2b)



Données issues de l'arrêté du 16 mars 2023 (MAJ du tableau de l'arrêté DPE) :

- **74 % des RCU ont un contenu CO₂ « ACV » inférieur à 0,13 kgCO₂/kWh et un taux EnR&R > 25 %**
- **70 % des RCU ont un contenu CO₂ « ACV » inférieur à 0,12 kgCO₂/kWh et un taux EnR&R > 25 %**

Mais selon l'EARCF* 2022, **305 RCU représentant 50% des livraisons** devront décarboner leur production pour atteindre une performance de 0,12 kgCO₂/kWh et respecter la RE2020



**MINISTÈRE
DU LOGEMENT
ET DE LA RÉNOVATION
URBAINE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

EXIGENCES CONFORT D'ÉTÉ

Typologie « Aérogares »

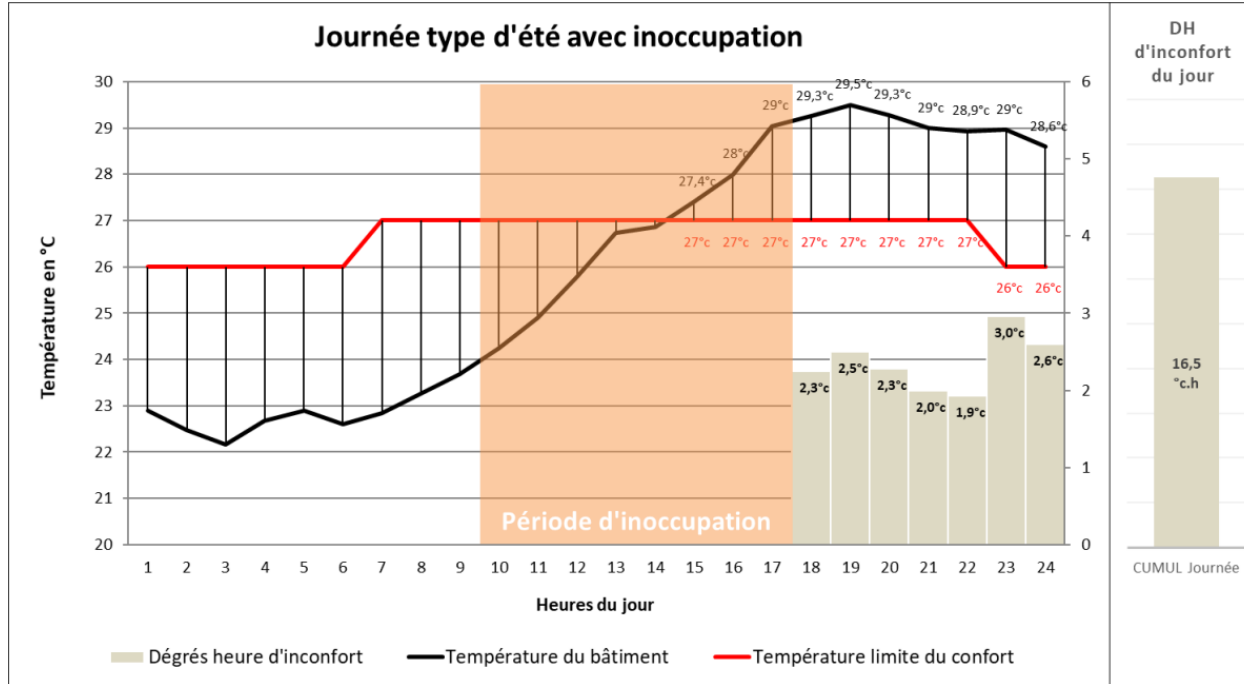
Indicateur confort d'été en RE2020

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.

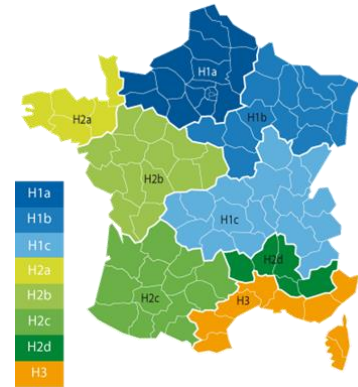


Indicateur DH : exemple de calcul



Rappel - Catégories de contraintes extérieures

Catégorie 2	Bâtiment climatisé + zone H2d ou H3 + zone Br2 ou Br3 + altitude [0, 400m[
Catégorie 3	<ul style="list-style-type: none"> • Bureau + 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) • Bureau + Bâtiment climatisé + situé dans un IGH
Catégorie 1	Ce qui n'est pas de catégorie 2 ou 3
Catégorie 1 climatisé en zone H2d et H3	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 :

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

Si bâtiment non climatisé :

- $DH \text{ mode Th-dc} \in [0 ; 350 \text{ DH}]$: Cep refroidissement = 0 kWh/m²/an
- $DH \text{ mode Th-dc} \in [350 \text{ DH} ; \text{seuil haut}]$: Cep refroidissement = $a * (DH \text{ mode Th-dc} - 350) * b$ kWh/m²/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

Panel et enjeux

Principaux enjeux de confort d'été dans les aérogares

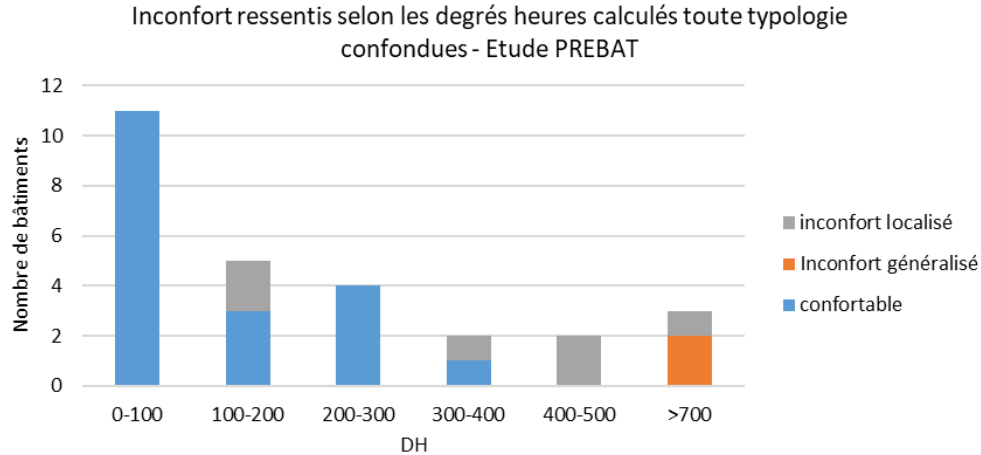
Enjeux spécifiques :

- Surfaces vitrées importantes
- Charges internes importantes
- Multiples ouvertures sur l'extérieur
- Fortes contraintes de bruits
- Grandes hauteurs sous plafond -> utilisation de brasseurs d'air non possible

Panel de bâtiments

Nom	AER_01	AER_02	AER_03
Particularités	Petite aérogare	Aérogare compacte	Aérogare - Jetée d'embarquement
S _{ref}	8 755 m ²	39 042 m ²	42 829 m ²
Nombre de niveaux	3 niveaux et 2 niveaux partiels	5	3 (un SS, 1 rdc, 2 étages)
Compacité (Sp/Su)	0,7	1,4	2,0
Surface vitrée (% S _{façade})	76%	77%	56%
Surface vitrée horizontale (% S _{vitrée})	0%	28%	16%
Surface la plus vitrée (% S _{vitrée})	Sud (35%)	Nord (22%)	Est (41%)
Rouvmax	0	0	0
Protections solaires	-	Casquettes architecturales	-

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.

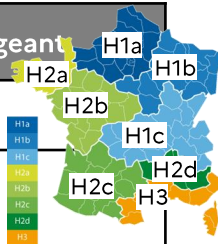
Il semble donc logique d'extrapoler les résultats de cette étude aux autres typologies et de considérer les bâtiments comme confortables en dessous de 350 DH.

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

Propositions de seuil haut

Proposition de seuil haut

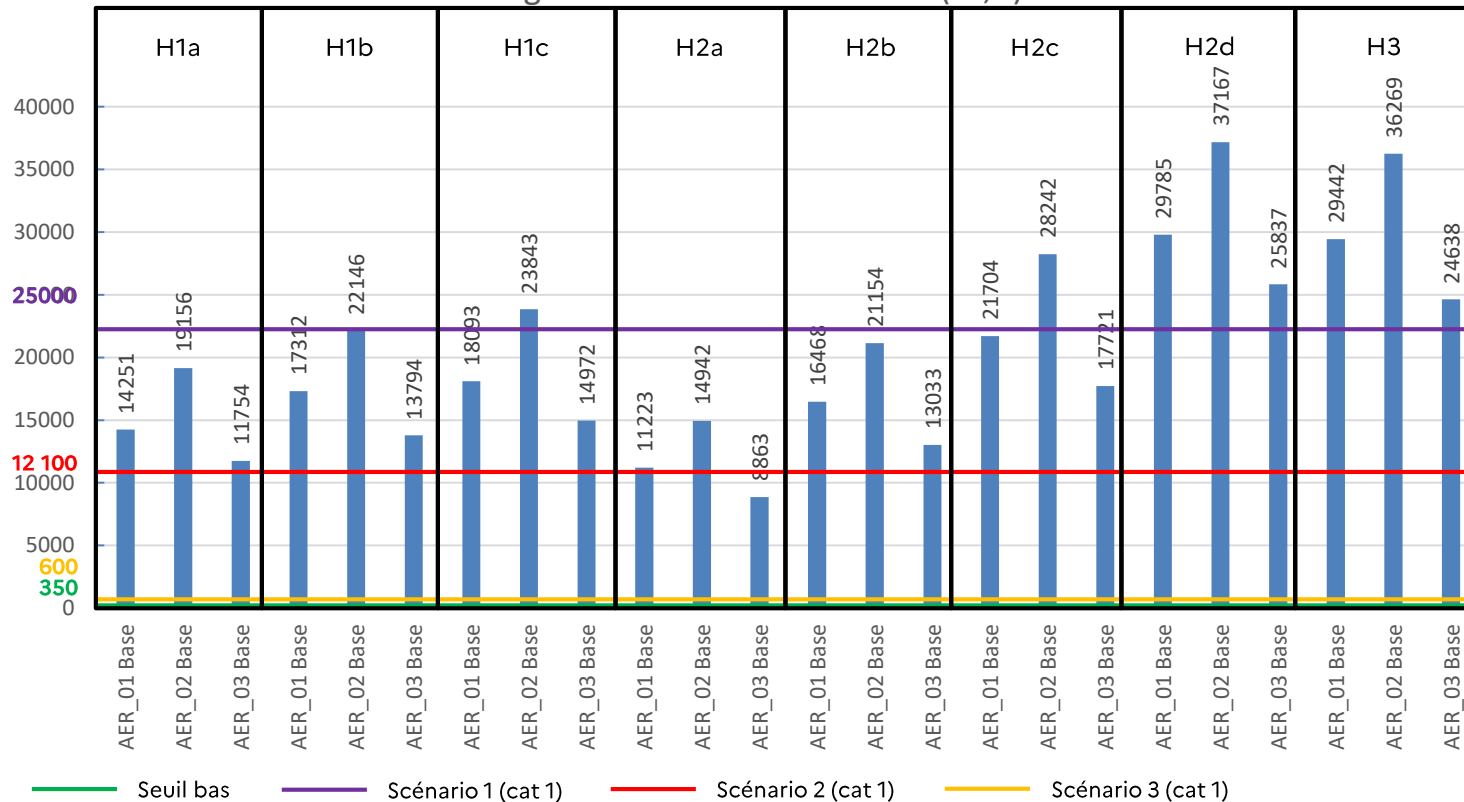
	Scénario 1 : souple	Scénario 2 : intermédiaire (Envisagé par la DHUP)	Scénario 3 : exigeant
Seuil haut cat 1	25 000	12 100	600
Seuil haut cat 1 climatisé zone H2d/H3	39 000	21 500	17 300
Seuil haut cat 2	39 000	21 500	17 300
Seuil haut cat 3 (ex : IGH)	Pas de seuil	Pas de seuil	Pas de seuil
Contraintes zones H1a à H2c	Pas de contrainte significative	Nécessite des protections solaires, une réduction de vitrage, une optimisation de l'éclairage ou une amélioration d'enveloppe	La mise en place d'un levier supplémentaire pourrait être nécessaire (ex : rafraîchissement adiabatique, protections solaires extérieures)
Contraintes H2d et H3 non climatisé	Nécessite des protections solaires, une réduction de vitrage, une optimisation de l'éclairage ou une amélioration d'enveloppe	Nécessite une combinaison couteuse de plusieurs leviers (sinon, la solution rafraîchissement adiabatique permet de passer le seuil sans effort)	Nécessite une combinaison couteuse de plusieurs leviers (sinon, la solution rafraîchissement adiabatique permet de passer le seuil sans effort)
Contraintes H2d et H3 climatisé	Pas de contrainte significative	Nécessite des protections solaires, une réduction de vitrage, une optimisation de l'éclairage ou une amélioration d'enveloppe	Nécessite une combinaison couteuse de plusieurs leviers (sinon, la solution rafraîchissement adiabatique permet de passer le seuil sans effort)



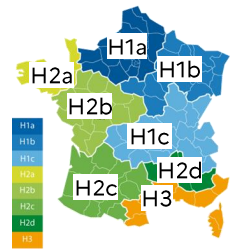
Rappel : catégorie 3 : bureaux climatisés non ouvrables ou IGH
 Catégorie 2 : pas en catégorie 3 + climatisés en zone H2d ou H3 + BR2 ou BR3 + Alt<400m
 Catégorie 1 : pas en catégorie 2 + pas en catégorie 3

Positionnement des bâtiments de base (standard 2022)

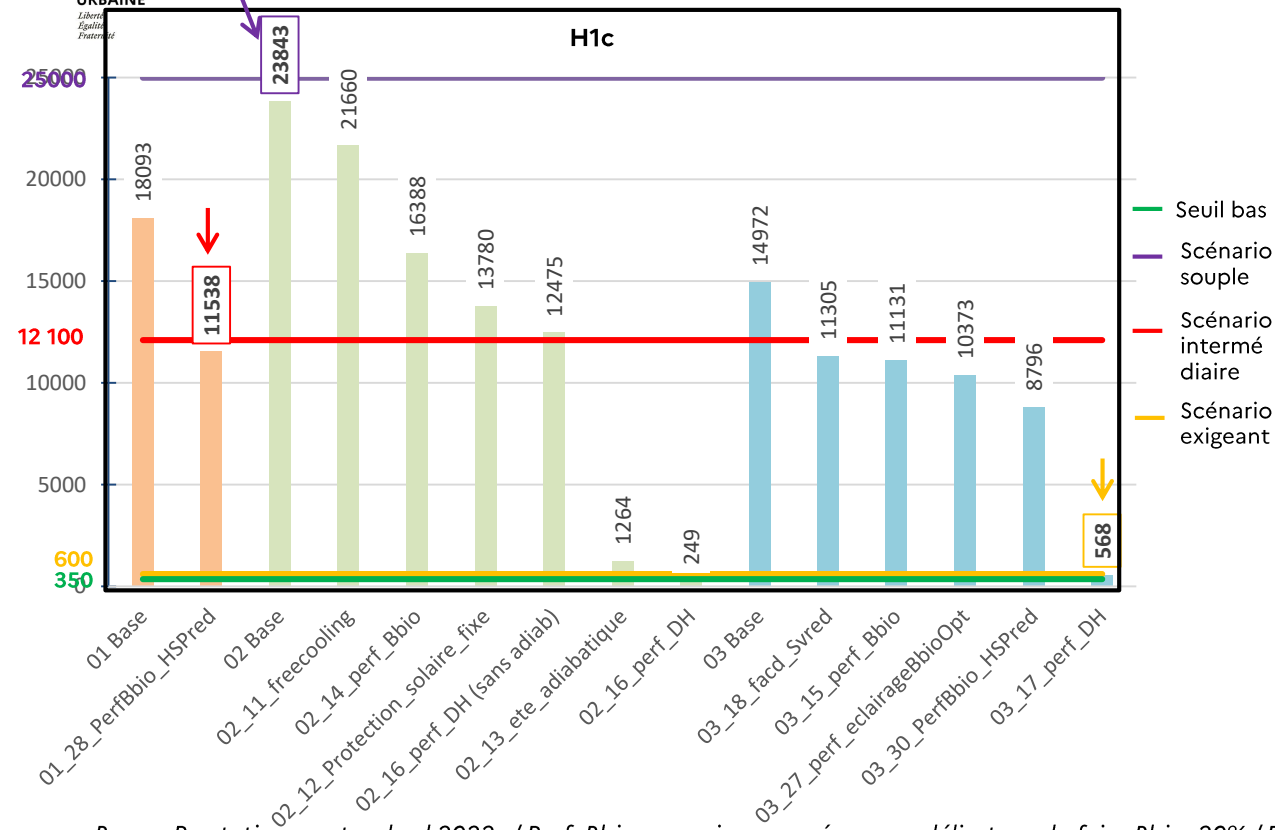
Degrés-heures d'inconfort DH (°C,h)



Très mauvaise performance sur le plan confort d'été (pas de protections solaires extérieurs, baies non-ouvrables, très vitrés)



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

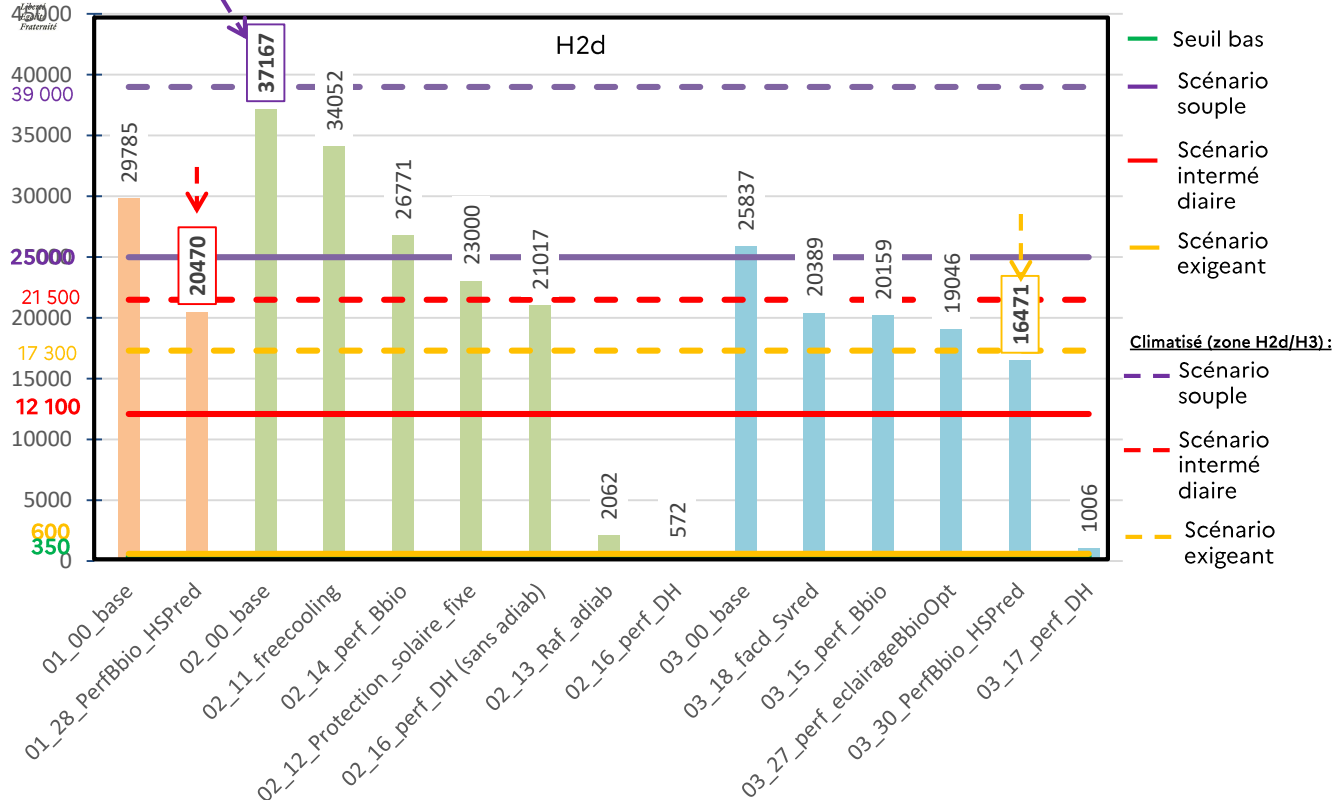


Les DH étant très élevés par rapport aux autres typologies du GTM2, des leviers supplémentaires sont nécessaires pour réduire l'inconfort, tel que :
 Réduire les grandes hauteurs, réduire les surfaces vitrées, améliorer l'enveloppe, mettre des protections solaires et contrôler les apports internes

Rem : Les résultats sont ici affichés pour la zone climatique où les DH sont les + élevés, hors zones H2d/H3

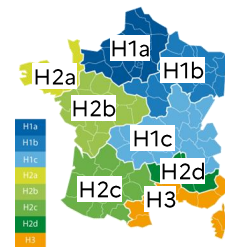
Base = Prestations « standard 2022 » / Perf_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio -20% / PerfBbio_HSPred = réduction hauteur global de 1m + surface réduite de 30% S-SO + perfbbio + protections solaires à lames fixes + réduc apports éclairage / perf_DH = Rafr. nocturne + adiabatique + brise-soleil verticaux et horizontaux+ vitrage à contrôle solaire

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



Le seuil pour les bâtiments non-climatisés semble difficilement atteignable.

Rem : Les résultats sont ici affichés pour la zone climatique où les DH sont les + élevés, hors zones H1a-H2c



Base = Prestations « standard 2022 » / Perf_Bbio = consigne passée au modélisateur de faire Bbio -20% / PerfBbio_HSPred = réduction hauteur global de 1m + surface réduite de 30% S-SO + perfbbio + protections solaires à lames fixes + réduc apports éclairage / perf_DH = Rafr. nocturne + adiabatique + brise-soleil verticaux et horizontaux+ vitrage à contrôle solaire

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

Propositions de modulations

Le calage des seuils Energie a été réalisé sur des simulations où les baies sont non-ouvrables ou peu ouvrables. Ainsi la zone d'exposition au bruit n'a pas d'influence significative sur les indicateurs énergie.

Ainsi nous proposons les valeurs de modulation suivantes

- Cep, Cep,nr, Icénergie : **Mccat = 0**
- Bbio : **Mbbruit = 0**
- Icconstruction : **Migeo = 0**

Annexes Confort d'été

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	
BUR		1150	2400	2600	Pas de seuil
ENS		900	1800	2200	

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%	22%	16%
Refroidissement (principalement PAC)	54%	54%	73%	28%	42%	86%	78%	84%

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.

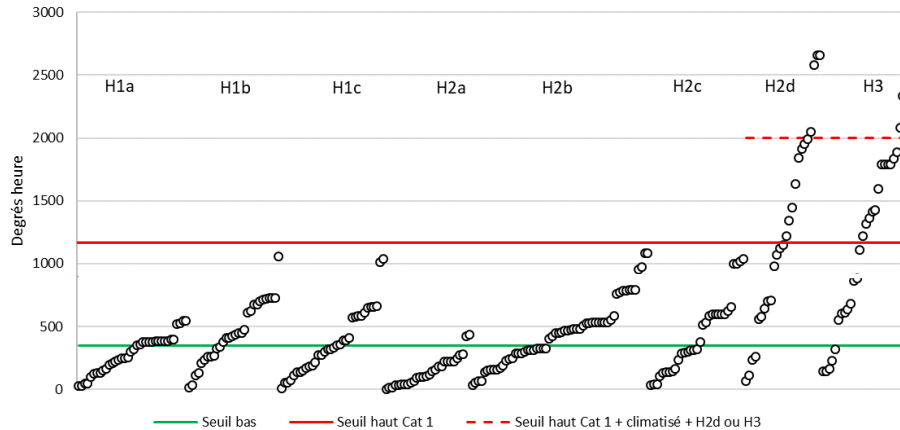
Source : OPE

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

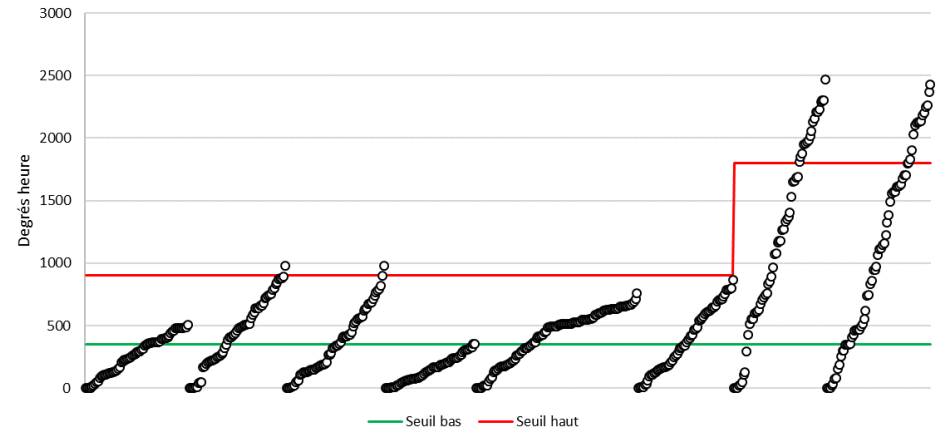
Seuil haut plus contraignant que pour BUR

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 kgCO2/m ²	+50 kgCO2/m ²
	≥ 400m	0	0	0	0	0	0	0	0
ENS	Toutes altitudes	0	0	0	0	0	0	0	0