



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

RE2020 – DOSSIER DE CONCERTATION

Exigences bureaux et enseignement primaire et secondaire
28 avril 2021

Version du 30 avril 2021

Déroulement de la concertation

- La séance est enregistrée, un compte rendu sera réalisé et communiqué ultérieurement.
- Chaque membre doit indiquer son nom, son prénom et l'organisme qu'il représente dans son nommage sur zoom.
- Durant la séance les micros seront par défaut coupés. Les questions devront être posées dans la zone de conversation. La DHUP les relèvera en vue d'une réponse.
- Les demandes de prise de parole devront se faire dans la zone de conversation. Elles seront distribuées par ordre de demande. A chaque prise de parole vous devrez mentionner l'organisme que vous représentez.
- La DHUP se réserve le droit de couper les micros lorsque la prise de parole s'éternise afin de permettre à toutes les parties prenantes de s'exprimer.



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INTRODUCTION

Organisation de la concertation

La concertation porte sur les typologies : bureaux, enseignement primaire et secondaire.

De premières analyses avaient été présentées lors de la concertation de juillet 2020. Les résultats des simulations sont disponibles sur le site bâtiments-energiecarbone.fr.

L'administration propose aujourd'hui, pour le compte du MTE/ML, les niveaux d'exigence et les modulations associés à ces catégories de bâtiments.

Les organisations présentes sont invitées à contribuer en envoyant à l'adresse concertation-re2020@developpement-durable.gouv.fr par écrit suite à cette réunion jusqu'au 28/05/2021.

Des temps de questions/réponses sont prévus.

Ordre du jour

1. Confort d'été
2. Energie
3. Carbone
4. Analyses économiques

GT Modélisateur

Une participation d'experts publics et privés : DHUP (pilotage), DGEC, CSTB, Cerema, Ademe, Bureaux d'études techniques et économistes de la construction

Périmètre d'étude :

- Maisons individuelles, logements collectifs, bureaux, enseignement primaire et secondaire
- Niveaux de performance RT2012 à excellent
- Plus de 400 simulations réalisées

Résultats obtenus : techniques (indicateurs RE2020) et économiques (surcoûts d'investissement, financier et global)

Actualisation des résultats disponibles en ligne au 11/12/2021 :

<http://www.batiment-energiecarbone.fr/afin-de-definir-les-exigences-de-la-future-a129.html>

Entrée en vigueur

Les propositions de niveaux d'exigence pour ces typologies de bâtiments de l'administration interviennent 4 mois et demi après la présentation pour les bâtiments d'habitation.

Un arrêté exigence modifiant l'arrêté habitation est prévu. Pas de décret modificatif prévu à ce stade (nécessite une confirmation juridique).

L'entrée en vigueur se fera :

- Au 1^{er} janvier 2022 pour les bâtiments à usage d'habitation
- Au plus tôt au 1^{er} janvier 2022 et au plus tard au 1^{er} juillet 2022, à une date à déterminer, pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire ou secondaire (Sujet de concertation)



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

CONFORT D'ÉTÉ

Introduction

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%

→ Exigences construites sur le même modèle que les exigences logements collectifs avec prise en compte de cette spécificité

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%

→ Exigences établies sur un modèle différent : **distinction des zones climatiques**

Introduction

Catégorie de contraintes extérieures 2 =

Bureau climatisé + zone H2d ou H3 + zone Br2 ou Br3 + altitude [0, 400m[

Enseignement climatisé + zone H2d ou H3 + zone Br2 ou Br3 + altitude [0, 400m[

Catégorie de contraintes extérieures 3 =

Bureau + Bâtiment climatisé + baies non ouvrables en application d'autres réglementations + toute zone climatique + toute altitude

Catégorie de contraintes extérieures 1 = ce qui n'est pas de catégorie 2 ou 3

Introduction

Standard 2019	ENS 17 (primaire)	BU 26	BU 02	BU 44
Sref (m ²)	445	413	14 707	23 589
Niveau	R0	R+1	R+7	R+7
Ventilation	DF + SF sanitaires	DF	DF + SF	DF + SF
Chauffage	Gaz condensation	VRV	PAC réversible	PAC air/eau réversible
ECS	Ballon électrique	Ballon électrique	Ballon électrique	Ballon électrique
Refroidissement	-	VRV	PAC réversible	PAC air/eau réversible
Protections solaires	VR manuels	BSO manuels	Stores intérieurs	Stores extérieurs



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Enseignement – Proposition de seuils

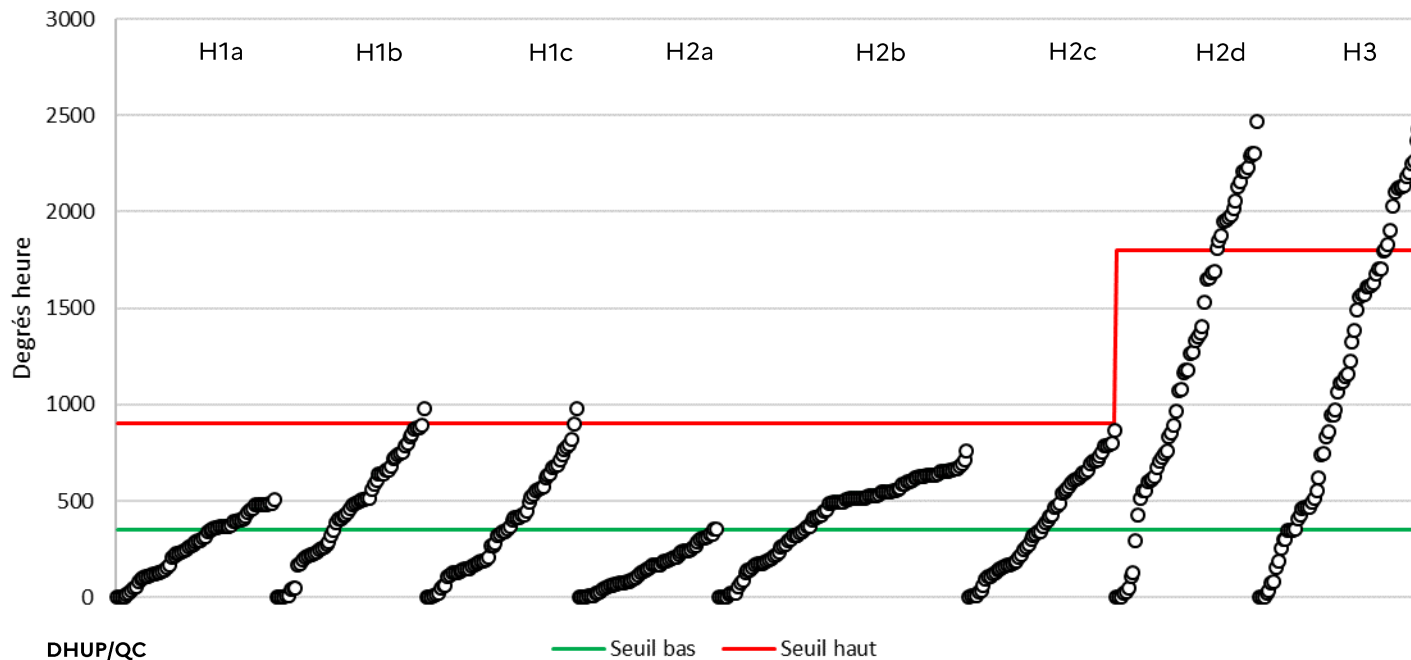
Proposition de seuil

	Cat 1	Cat 2
Seuil bas	350DH	350DH
Seuil haut zones H1a à H2c	900DH	Non concerné
Seuil haut zones H2d ou H3	1800DH	2200 DH

Catégorie 1	Zones H1a à H2c	Zone H2d et H3	
Surcoût moyen (%)	0% 0%	0 à 1% 0%	Bois Béton

Positionnement des bâtiments du GTM

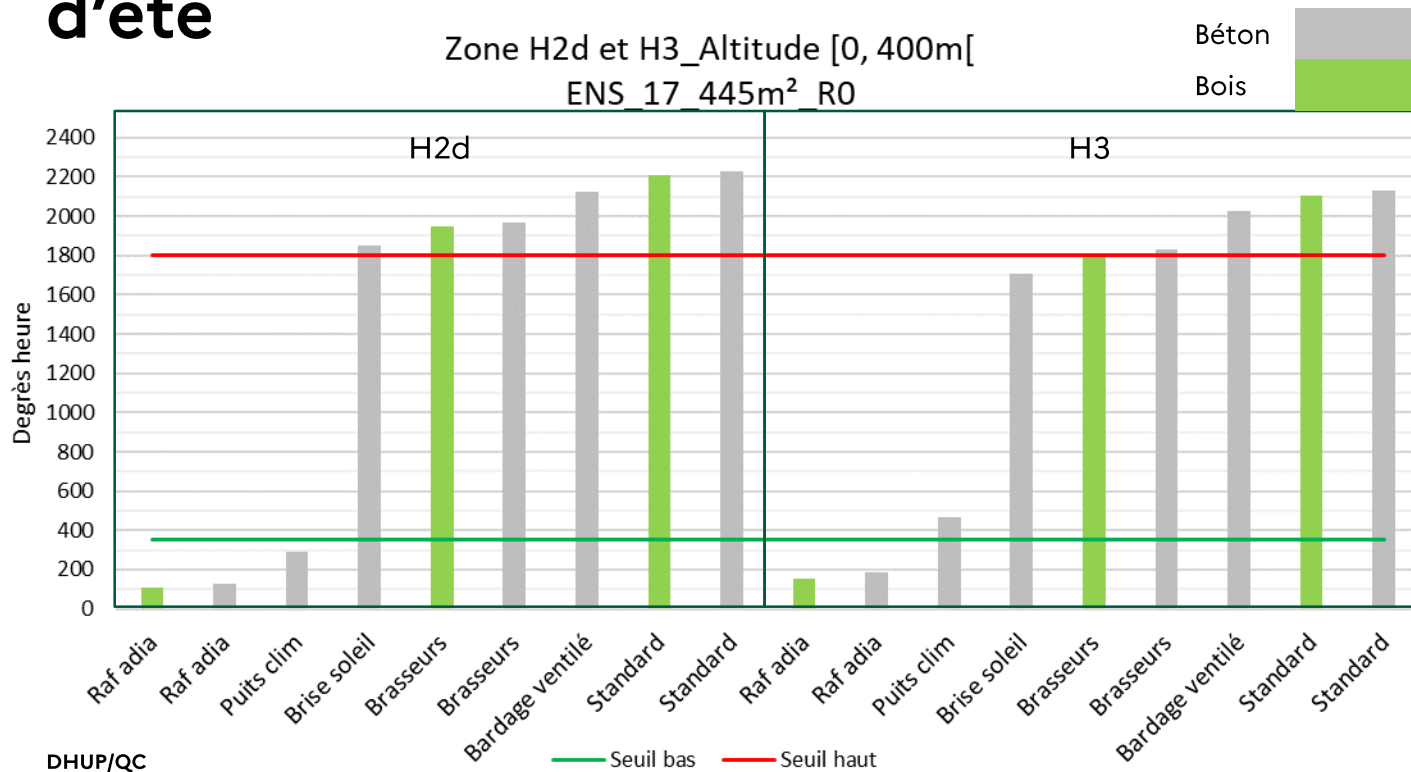
Enseignement
Toute structure_Toute zone climatique_Toute altitude



Zones H1a à H2c :
Présence d'une
contrainte légère

Zones H2d et H3 :
Nécessité de faire
des efforts sur la
conception et
l'utilisation de leviers

Zones H2d et H3 et leviers d'amélioration du confort d'été

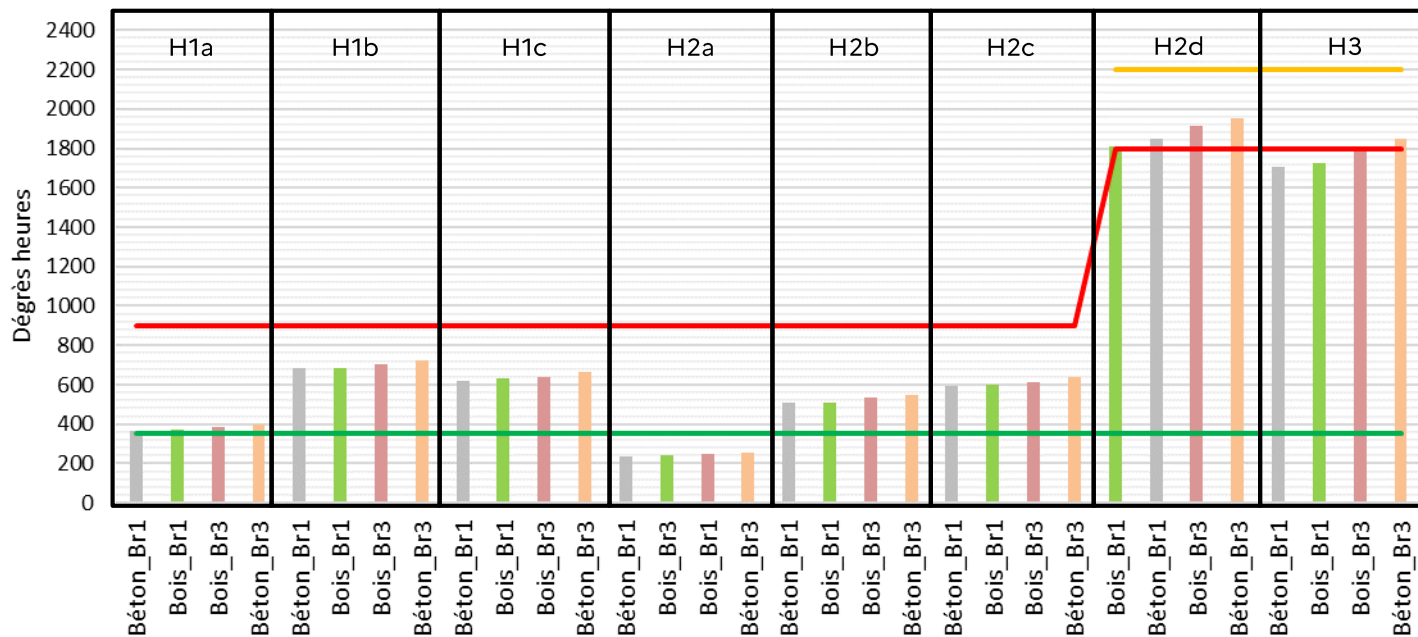
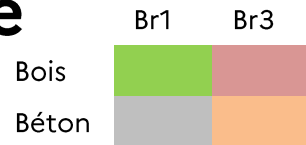


Bâtiment plutôt performant sur la thématique confort d'été.

D'autres leviers et combinaisons de leviers peuvent être mis en œuvre.

Impact de la zone de bruit sur les degrés heure

Toute zone climatique_Altitude [0, 400m[
ENS_17_445m²_R0



Bâtiment plutôt performant sur la thématique confort d'été.

Variantes avec brises soleil.

Ecart de plus de 150DH en zones H2d et H3.

Nécessité de moduler le seuil pour la catégorie 2.



GOVERNEMENT

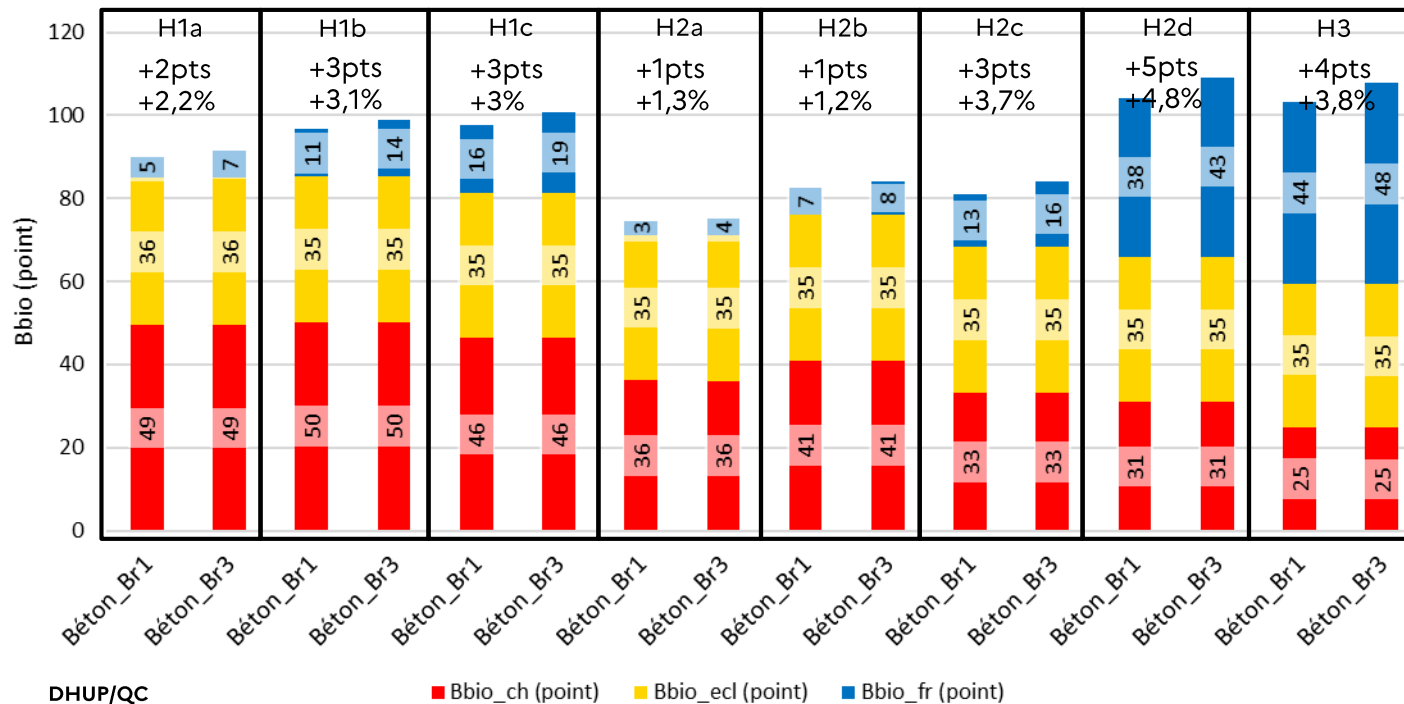
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Enseignement – Modulations sur les indicateurs Cep, Cep_{,nr}, Ic_{énergie}, Bbio, Ic_{construction}

Impact de la zone de bruit sur le Bbio

Toute zone climatique_Altitude [0, 400m[

ENS_17_445m²_R0



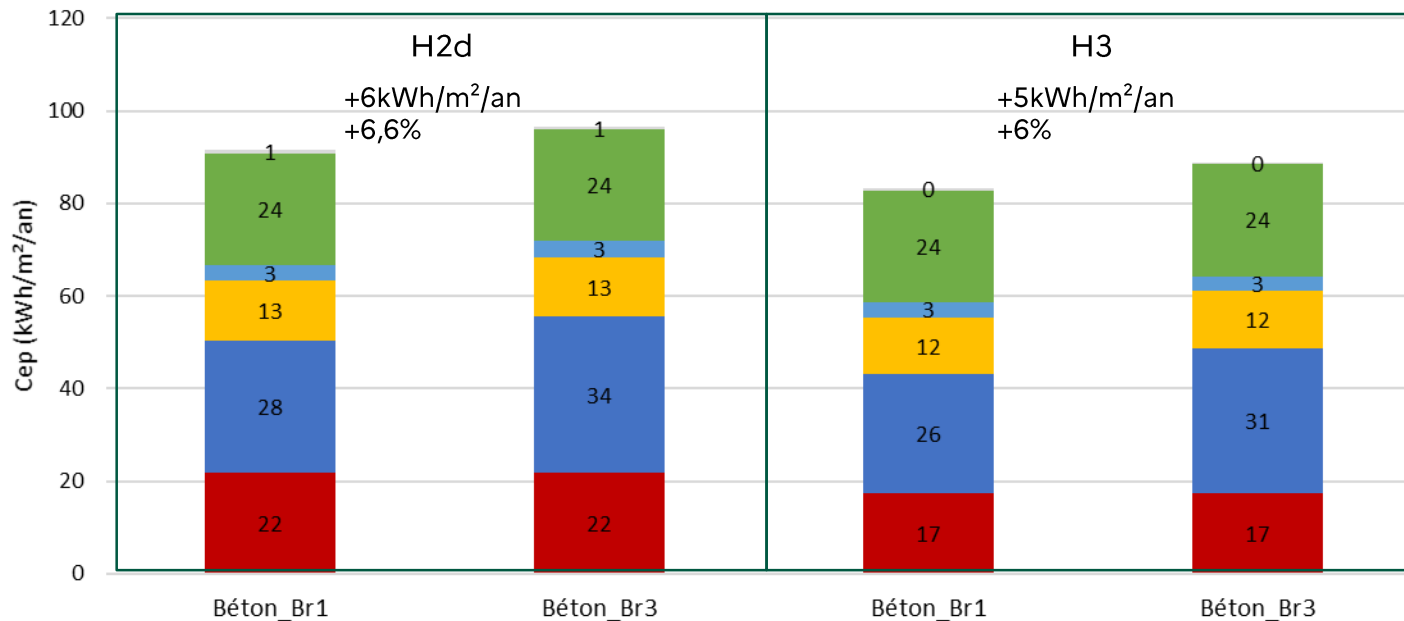
Variantes avec brises soleil.

Pas d'écart notable entre le Bbio en zone de bruit BR1 et le Bbio en zone de bruit BR3.

Pas de modulation nécessaire sur le Bbio par rapport à la zone de bruit.

Impact de la Catégorie 2 sur le Cep

Zone H2d et H3_Altitude [0, 400m[
ENS_17_445m²_R0



La catégorie 2 a un impact supérieur à 5% de la valeur totale du Cep en zones H2d et H3.

Modulation nécessaire sur le Cep par rapport à la catégorie 2.

Surimpact carbone

Catégorie 1	Bois Béton	Zones H1a à H2c	Zone H2d et H3
Sur-impact carbone moyen (kgCO ₂ eq./m ²)		1,2 1,2	1 1,2

Faible impact carbone lié aux leviers pour atteindre les seuils.

Pas de modulation nécessaire sur le carbone par rapport au confort d'été.

Proposition de modulations

- Cep, Cep,nr, Icénergie :

	Cat 1	Cat 2
Mccat	0	0,05

- Bbio : Pas de modulation
- Icconstruction : Pas de modulation



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Bureaux – Proposition de seuils

Proposition de seuils

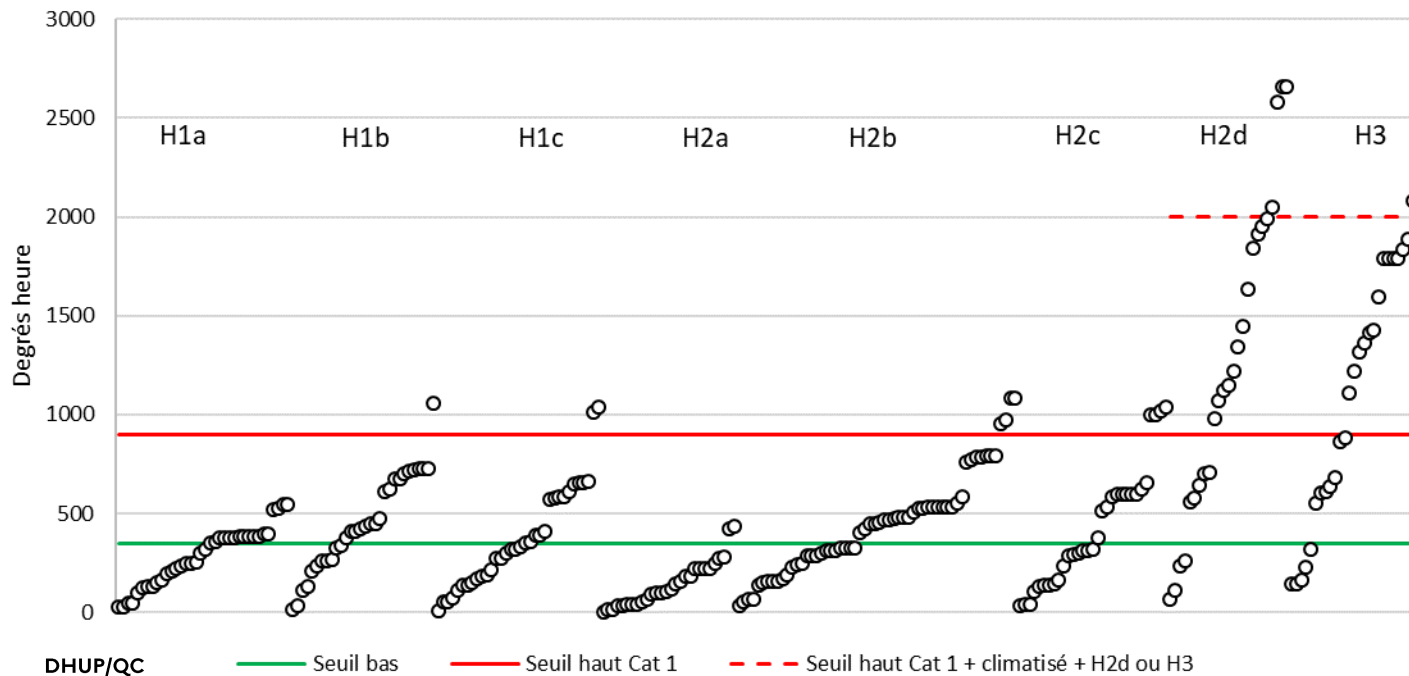
	Cat 1	Cat 1 + climatisé + H2d ou H3	Cat 2	Cat 3
Seuil bas	350DH	350DH	350DH	350DH
Seuil haut	900DH	2000DH	2200DH	Pas de seuil haut

Catégorie 1	Zones H1a à H2c	Zone H2d et H3	
Surcoût moyen (%)	0 à 0,3% 0 à 0,1%	0 à 0,3% 0%	Bois Béton

Positionnement des bâtiments du GTM

Bureaux

Toute structure_Toute zone climatique_Toute altitude



Zones H1a à H2c :
Présence d'une
contrainte légère

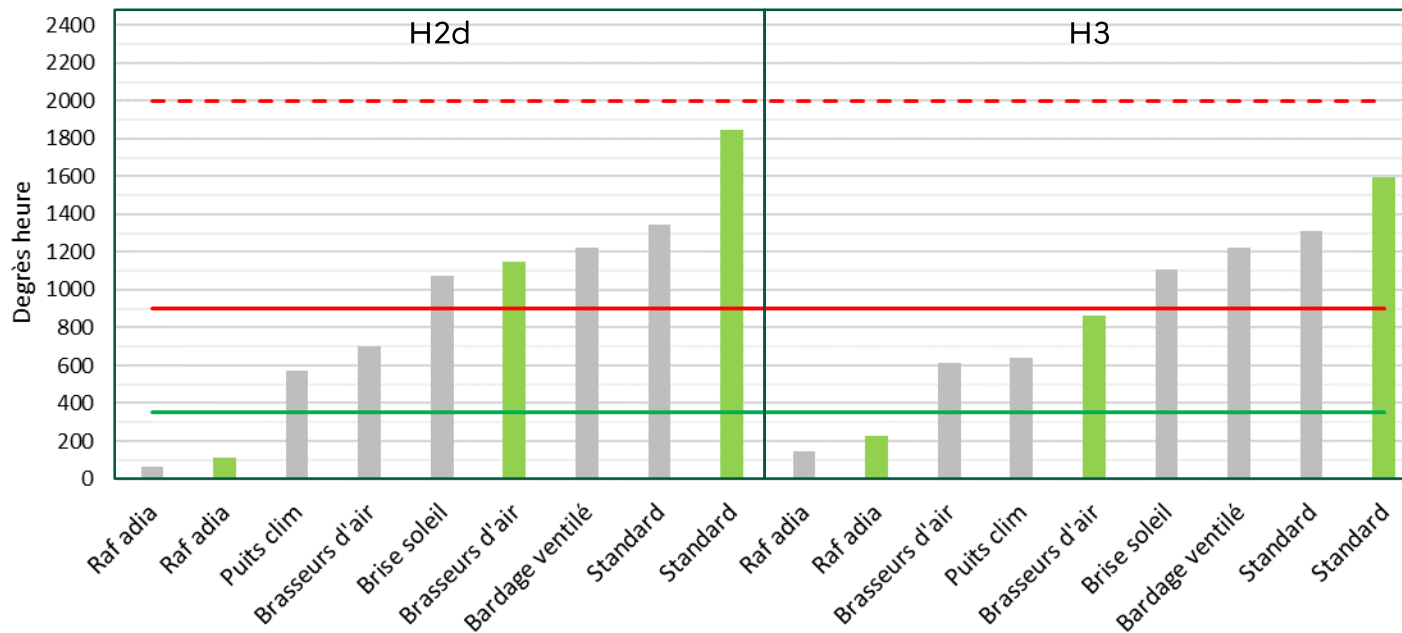
Zones H2d et H3 :
Nécessité de faire
des efforts
important sur la
conception et
l'utilisation de leviers
ou climatisation du
bâtiment.

Zones H2d et H3 et leviers d'amélioration du confort d'été

Zone H2d et H3_Altitude [0, 400m[
 BU_26_413m²_R+1

Béton

Bois

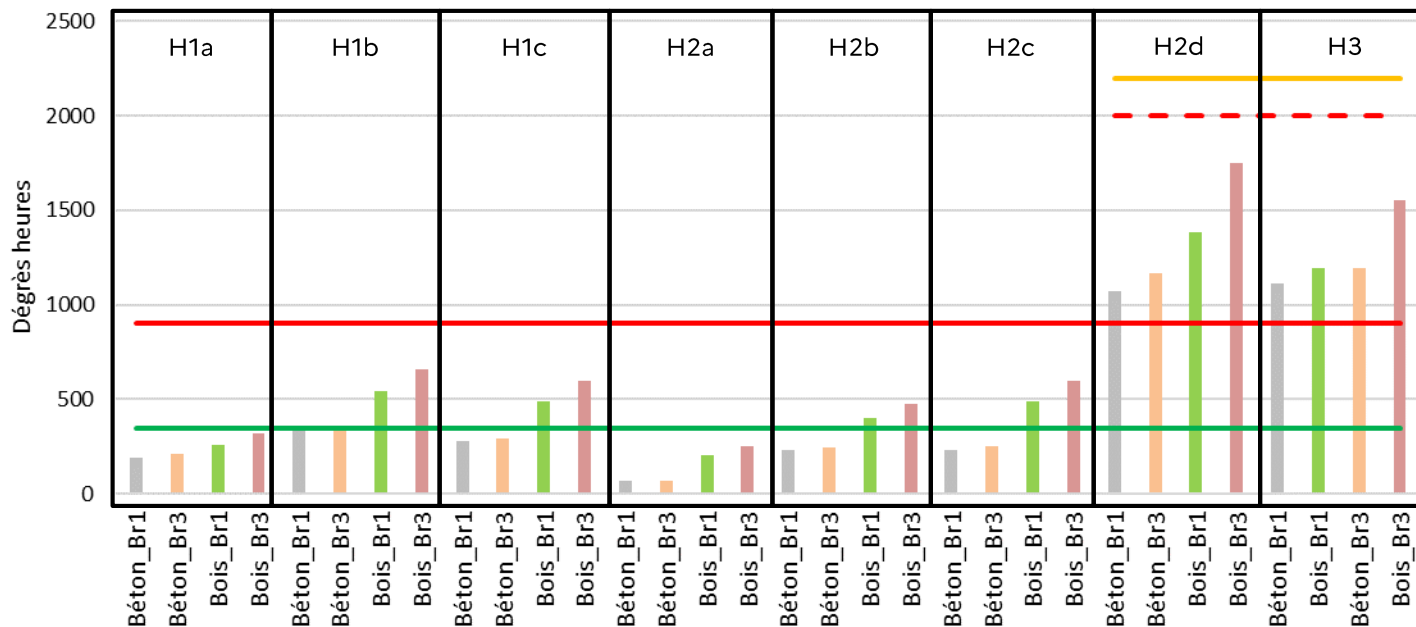


Bâtiment plutôt performant sur la thématique confort d'été.

D'autres leviers et combinaisons de leviers peuvent être mis en œuvre.

Impact de la zone de bruit sur les degrés heure

Toute zone climatique_Altitude [0, 400m[
BU_26_413m²_R+1



Bâtiment plutôt performant sur la thématique confort d'été.

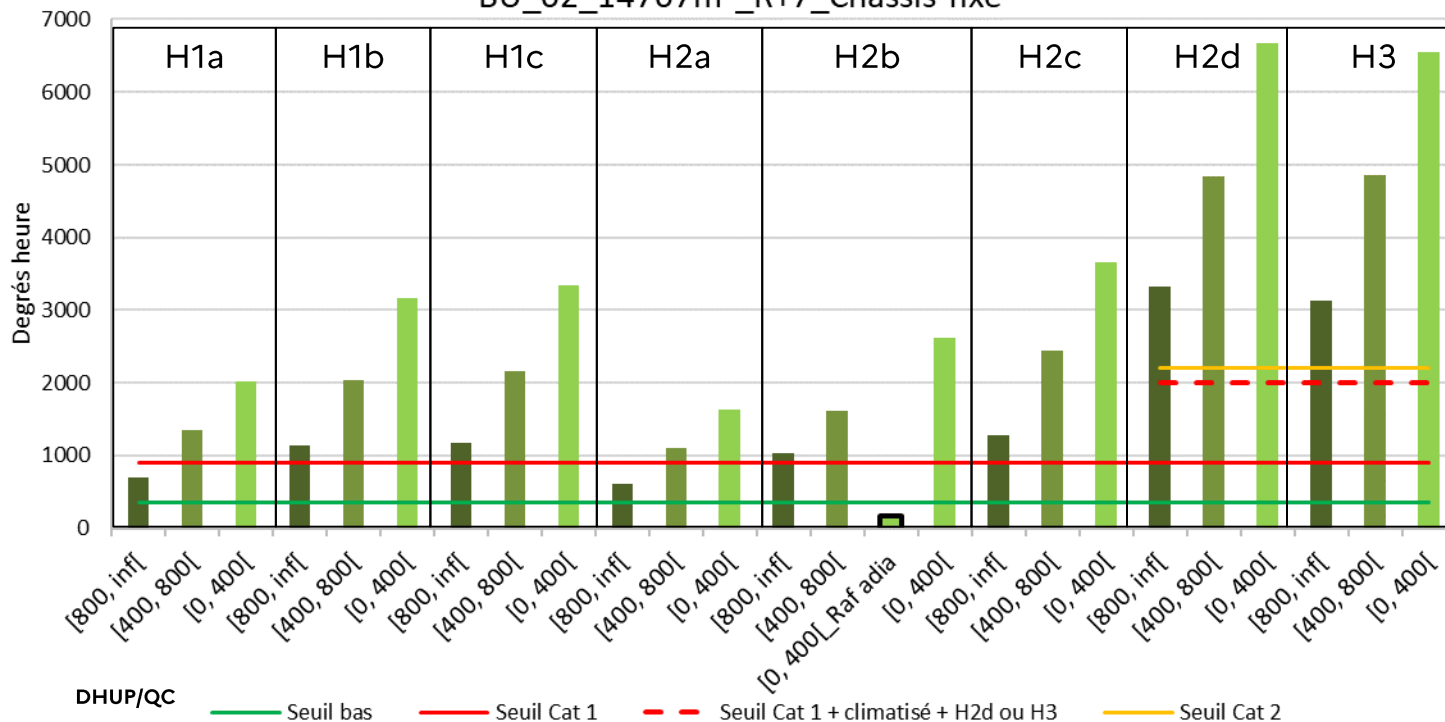
Variantes avec brises soleil.

Ecart important entre Br1 et Br3, surtout en zones H2d et H3.

Nécessité de moduler le seuil haut pour la catégorie 2.

Impact de la catégorie 3 sur les degrés heure

Toute zone climatique_Toute altitude
 BU_02_14707m²_R+7_Châssis fixe



Niveaux de degrés heure atteint très variable et extrême → difficile de fixer un seuil

Difficile d'avoir une exigence de moyen car difficultés techniques de mise en œuvre de protections solaires extérieures en œuvre.

Pas de seuil haut en catégorie 3.



GOVERNEMENT

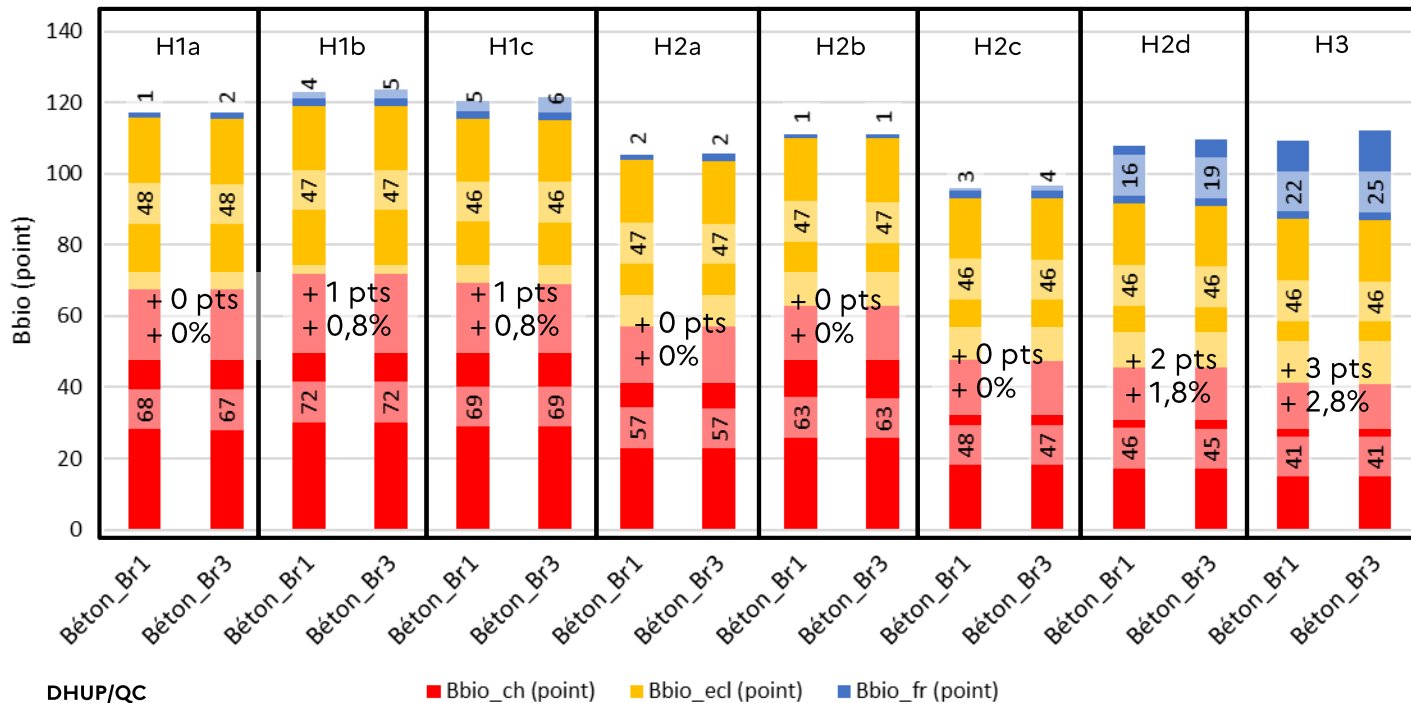
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Bureaux – Modulations sur les indicateurs Cep, Cep_{,nr}, Ic_{énergie}, Bbio, Ic_{construction}

Impact de la zone de bruit sur le Bbio

Toute zone climatique_Altitude [0, 400m[

BU_26_413m²_R+1



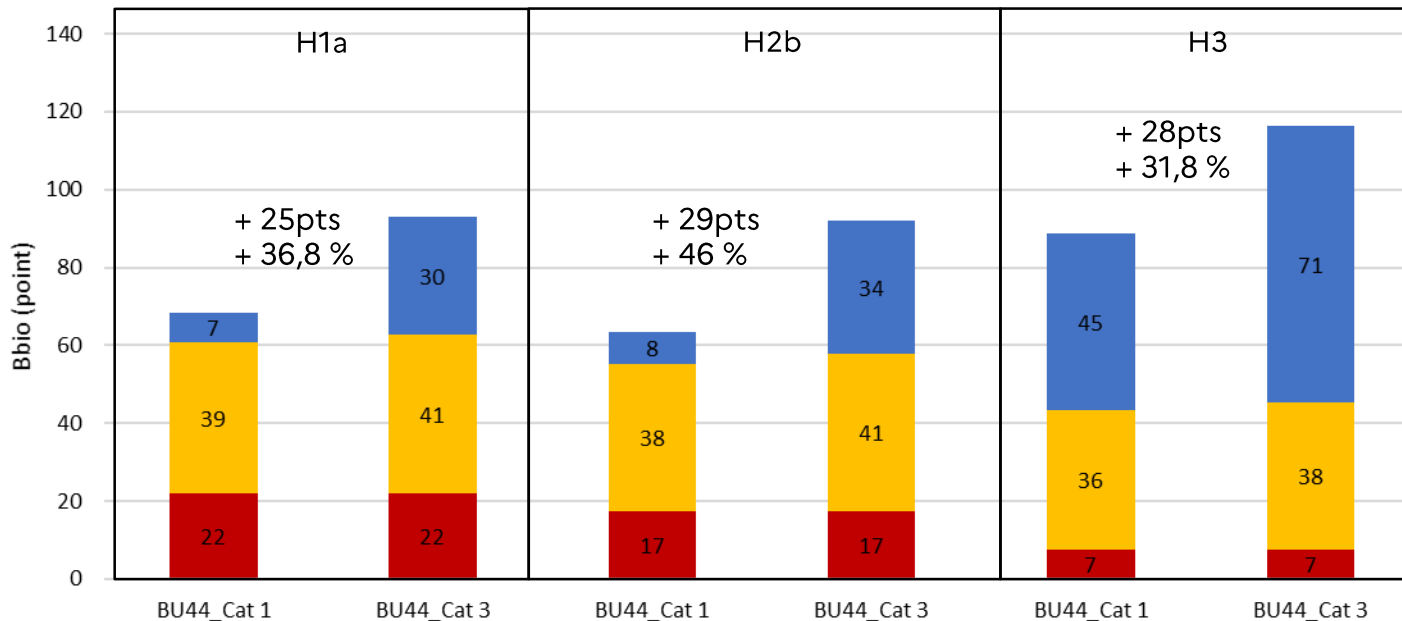
Variantes avec brises soleil.

Pas d'écart notable entre le Bbio en zone de bruit BR1 et le Bbio en zone de bruit BR3.

Pas de modulation nécessaire sur le Bbio par rapport à la zone de bruit.

Impact de la Catégorie 3 sur le Bbio

Zones H1a, H2b et H3_Altitude [0, 400m[
 BU_44_23 589m²_R+7

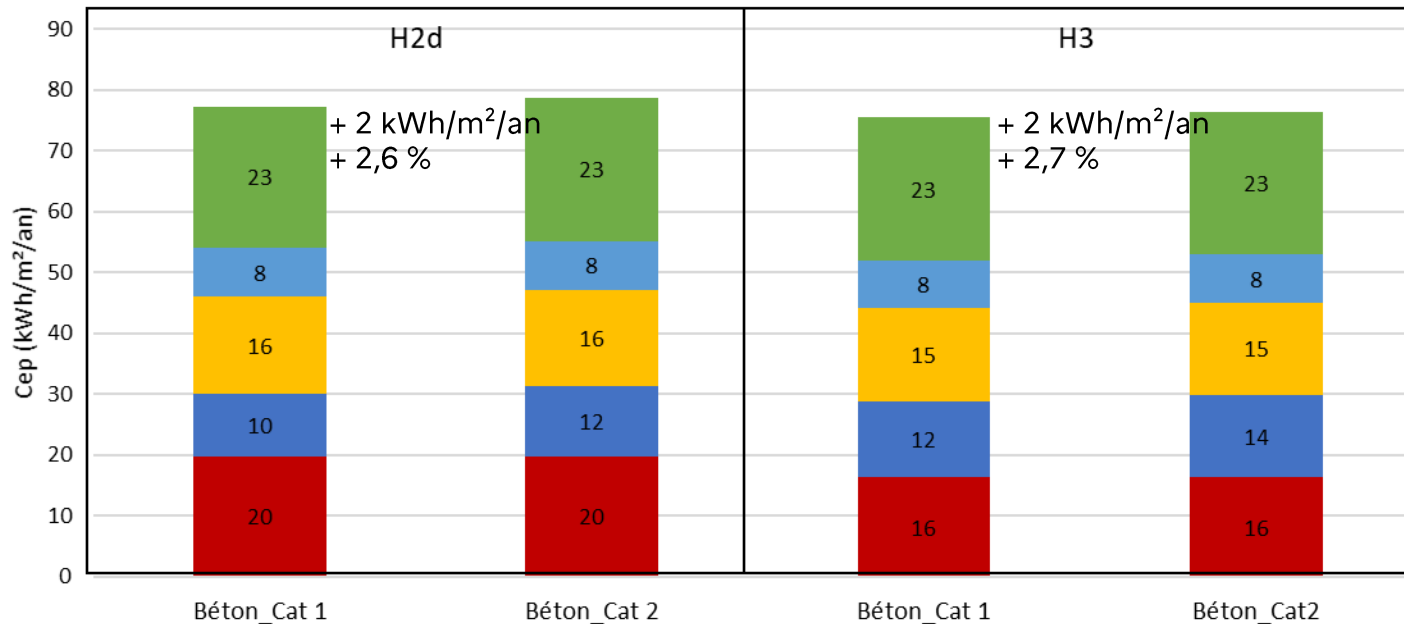


La Cat 3 a un impact important sur le Bbio.

Modulation du Bbio par rapport à la Catégorie 3.

Impact de la Catégorie 2 sur le Cep

Zones H2d et H3_ Altitude [0, 400m[
 BU_26_413m²_R+1



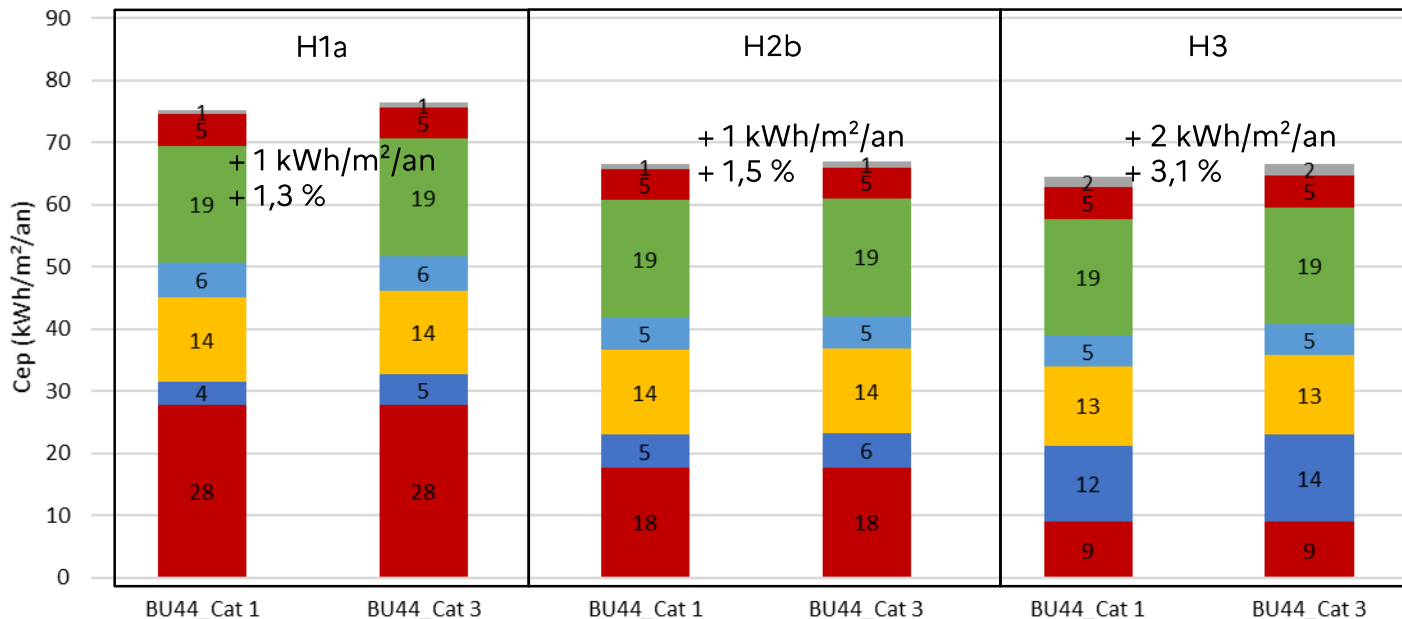
Variantes avec brises soleil.

La catégorie 2 a un impact faible sur le Cep.

Pas de modulation du Cep nécessaire par rapport à la catégorie 2.

Impact de la Catégorie 3 sur le Cep

Zones H1a, H2b et H3_Altitude [0, 400m[
 BU_44_23 589m²_R+7



La catégorie 3 a un impact faible sur le Cep.

Pas de modulation du Cep nécessaire par rapport à la catégorie 3.

Surcoûts et surimpact carbone

Catégorie 1	Bois	Zones H1a à H2c	Zone H2d et H3
	Béton		
Sur-impact carbone moyen (kgCO ₂ eq./m ²)		0,3 0	0,6 0

Faible impact carbone lié aux leviers pour atteindre les seuils.

Pas de modulation nécessaire sur le carbone par rapport au confort d'été.

Proposition modulations

- Cep, Cep,nr, Icénergie : Pas de modulation

- Bbio :

	BR1	BR2/3	Cat 3
Mbbruit	0	0	0,4

- Icconstruction : Pas de modulation



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ENERGIE

Positionnement RT2012 - Bbio

Bbio vs Bbiomax	Enseignement	Bureaux
<-50% ou (vide)	3%	2%
-50%--40%	5%	6%
-40%--30%	9%	13%
-30%--20%	16%	19%
-20%--10%	21%	22%
-10%-0%	45%	38%

usage	Enseignement					Bureaux				
	0m ² - 1000m ²	1000m ² - 2000m ²	2000m ² - 3000m ²	3000m ² - 4000m ²	>4000m ²	0-1000m ²	1000m ² - 2000m ²	2000m ² - 3000m ²	3000m ² - 4000m ²	>4000m ²
<-50%	2%	5%	8%	2%	4%	1%	1%	1%	3%	6%
-50%--40%	3%	8%	11%	14%	11%	5%	6%	7%	11%	13%
-40%--30%	8%	15%	13%	14%	13%	11%	17%	16%	21%	31%
-30%--20%	15%	19%	19%	29%	16%	18%	23%	29%	22%	25%
-20%--10%	21%	23%	25%	14%	22%	22%	21%	23%	19%	14%
-10%-0%	50%	29%	24%	27%	33%	43%	32%	24%	24%	9%
>0%	1%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	2%

Positionnement RT2012 – systèmes énergétiques

Système de chauffage	Enseignement	Bureaux
sans	4%	6%
gaz naturel	41%	13%
GPL (butane ou propane)	1%	0%
fioul	1%	0%
effet Joule	7%	7%
bois	6%	2%
RCU	9%	5%
PAC	31%	67%
solaire	1%	0%

Système ECS	Enseignement	Bureaux
sans	11%	11%
gaz naturel	15%	5%
GPL (butane ou propane)	0%	0%
fioul	0%	0%
effet Joule	54%	75%
bois	1%	0%
RCU	3%	1%
PAC	10%	6%
solaire	5%	2%

Débits de ventilation

La problématique : les débits de ventilation ont un impact important sur les consommations de chauffage et de ventilation ; **au motif de choix sanitaires, certains souhaitent augmenter fortement les débits de ventilation par rapport aux débits réglementaires, mais ils sont alors très contraints par les exigences sur les consommations d'énergie.**

- Il a été choisi de prendre un débit de ventilation par défaut pour le calcul du Bbio : ce débit n'est pas constitutif de la performance de l'enveloppe.
- Pour les indicateurs Cep,nr, Cep et Ic_{énergie}, il a été choisi de conserver le fonctionnement RT2012 : le recours à des débits supérieurs aux débits réglementaires ne peut être fait qu'avec des efforts supplémentaires par ailleurs. Ce choix a en effet un impact énergétique fort.

Débits de ventilation – paramètres des simulations

Dans toute la présente slide, les m^2 correspondent à des m^2 de surface utile

Usage	Bureaux	Enseignement primaire	Enseignement secondaire
Débits en occupation (= valeur RE2020 conventionnelle pour le calcul Bbio)	4 $m^3/(h.m^2)$	7,2 $m^3/(h.m^2)$	4,7 $m^3/(h.m^2)$
Correspond au débit réglementaire, avec en moyenne :	6,25 m^2/occ	2,08 m^2/occ	3,85 m^2/occ
Débit de la meilleure catégorie d'ambiance de la norme 16 798-1 avec :	9 m^2/occ	-	-

Débits considérés en inoccupation : 0,42 $m^3/(h.m^2)$ en bureaux ; 0,38 $m^3/(h.m^2)$ en enseignement primaire et secondaire (avec un minimum de 60 $m^3/(h.m^2)$ pour les trois typologies)

Débits réglementaires en occupation : en bureaux : 25 $m^3/(h.occ)$ en bureaux (Code du travail) ; 15 à 18 $m^3/(h.occ)$ en enseignement (RSST).

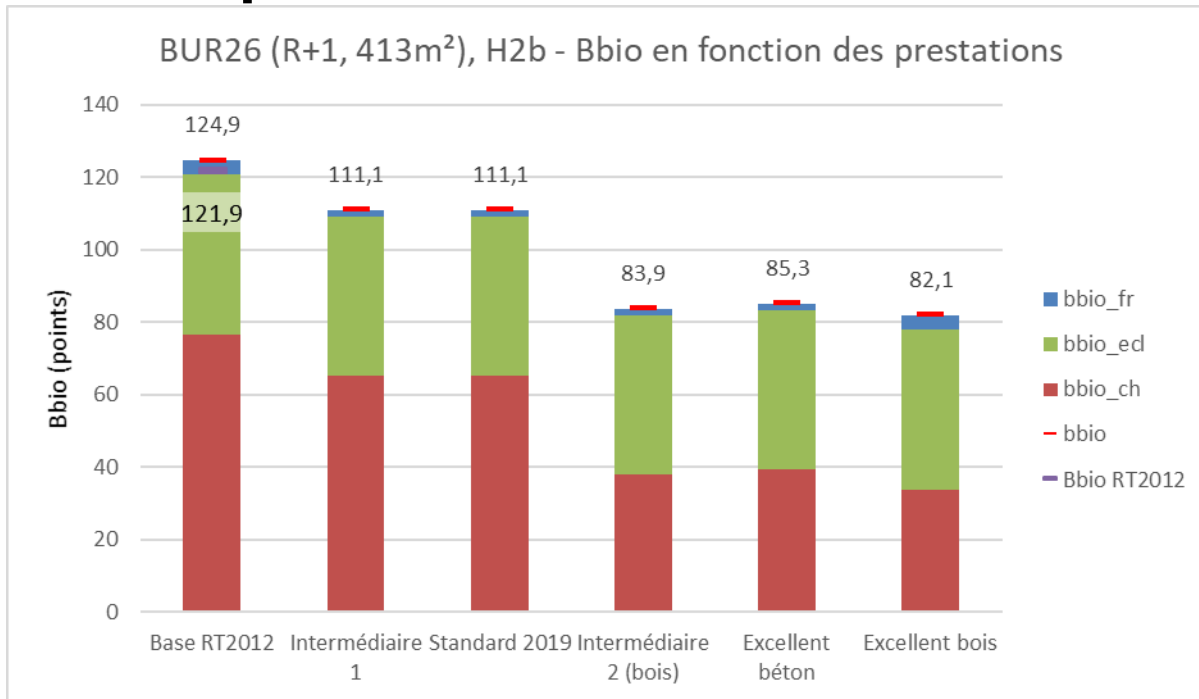


GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Bureaux – Bbio

Bbio – potentiel d'amélioration



Constats :

La valeur de Bbio atteinte est similaire à celle obtenue en RT2012 à prestation identiques, malgré les changements de méthode.

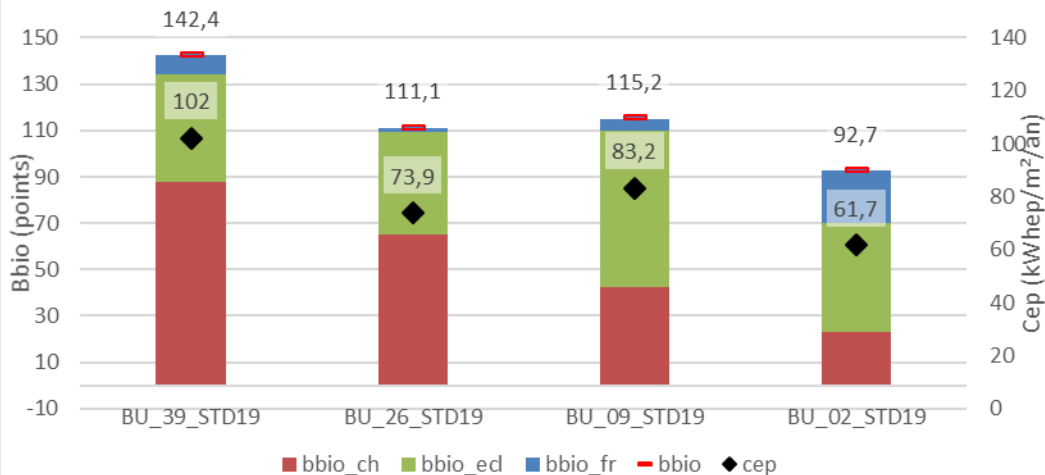
Suite à une évolution de méthode, l'ajout des besoins de froid a un effet très faible en zone H2b (+2 à 5 %)

Le gain maximal théorique est d'environ 30 % par rapport au bâtiment de base.

Les besoins d'éclairage représentent une part très importante des besoins, sur laquelle les leviers d'amélioration sont essentiellement liés à la forme du bâtiment et l'orientation des baies vitrées (parfois très contraintes)

Bbio – Bureaux

Bbio et Cep des bâtiments du plan d'expérience - BUR



En bureaux, les leviers d'amélioration du Cep les plus intéressants économiquement portent en grande partie sur les systèmes ; la diminution des besoins (amélioration du Bbio) est souvent moins intéressante.

Surcoûts (€/m ²)	0	20	40	50
Bbio moyen (points)	121	108	94,9	88,4

Niveaux moyens de Bbio atteignables pour un surcoût donné

En moyenne, pour un effort de 20 €/m², les gains sur le Bbio sont de 13 points (soit un gain d'environ 10 % par rapport à la RT2012). **Ainsi, un Bbio-10% engendrerait un surcoût d'environ 1,1 % du coût de construction.**

Bbio par usage de l'énergie, et Cep, pour des prestations « Standard 2019 » identiques, pour les quatre bâtiments de base du plan d'expérience

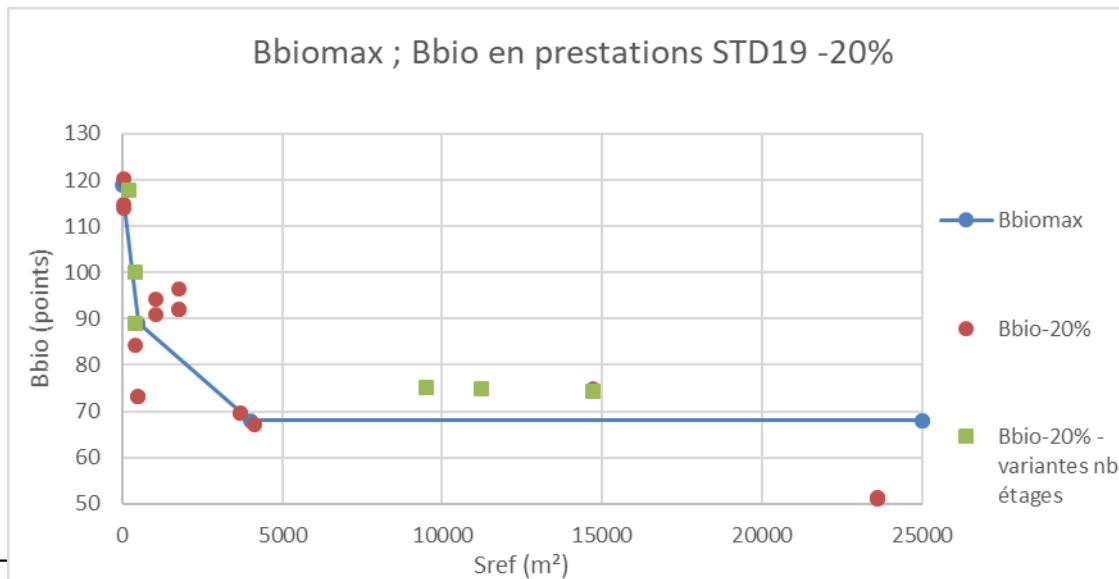
Bbio – Bureaux

	Niveau	Impacts
Bbio RT2012 -10%	107 points	Prestations au niveau STD19
Bbio RT2012 -20%	95 points	Renforcement des prestations environ à mi-chemin entre STD19 et EXC
Bbio RT2012 -30%	83 points	Prestations atteignables avec les meilleures techniques disponibles

Seuil envisagé pour un bâtiment de 400 m²: 95 points

Mbsurf – Bureaux

- Gains par rapport à la RT2012 en considérant un Bbiomax à partir de 4000m² de 70points.
- Gain moyen par rapport à la base RT2012 : 18 % (gain médian : 23 %)
- Gain par rapport à la base RT2012 pour le BU26 : 25 %



Mbsurf – Bureaux

Tranche de surface (m ²)	Modulation Bbio
0-500 m ²	$\frac{24 - 0,06 * S_{ref}}{B_{biomaxpivot}}$
500-4000 m ²	$\frac{-3 - 0,006 * S_{ref}}{B_{biomaxpivot}}$
>4000 m ²	$\frac{-27}{B_{biomaxpivot}}$

Avec Bbiomaxpivot = 95 points

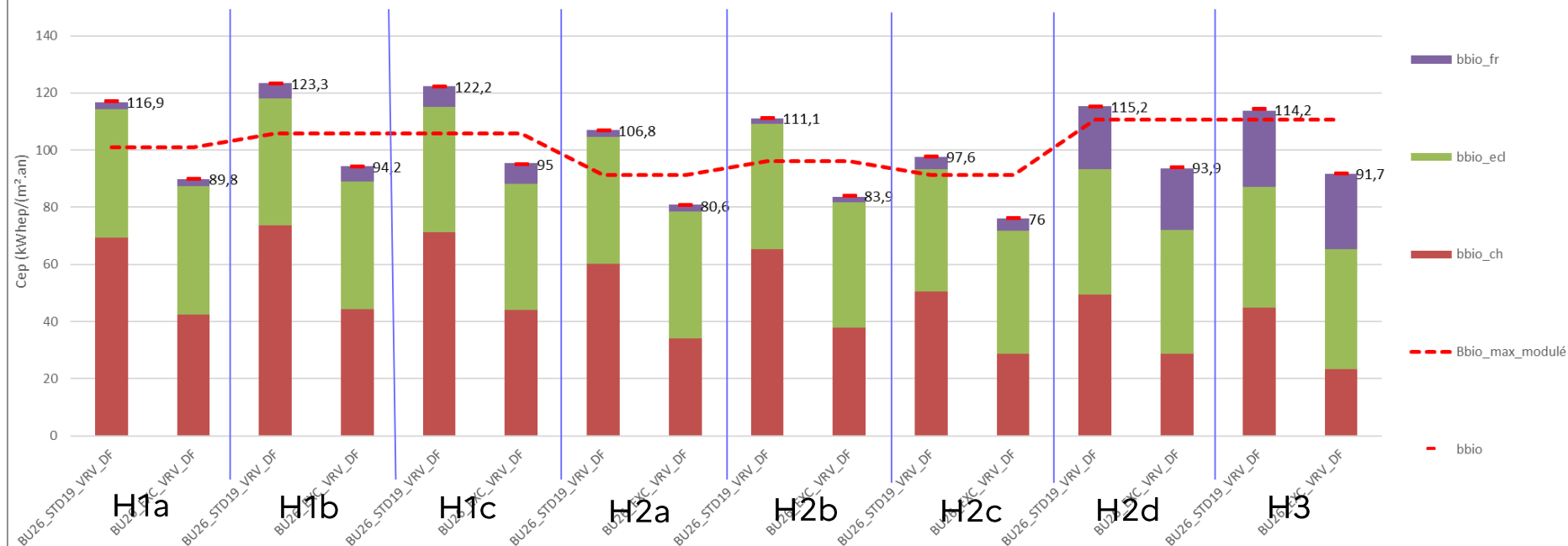
Mbgéo - BUR

On obtient les modulations suivantes pour le Bbio, pour chaque altitude et zone climatique :

Zone climatique	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	h3d
Altitudes 0m-400m	5%	10%	10%	-5%	0%	-5%	15%	15%
Altitudes 400m-800m	25%	25%	20%	20%	20%	10%	10%	-5%
Altitudes >800m	45%	45%	40%	40%	35%	25%	30%	10%

Mbgéo - BUR

BUR26 (R+1, 413m²) : Bbio par usage, Bbio total, Bbiomax modulé par zone géographique



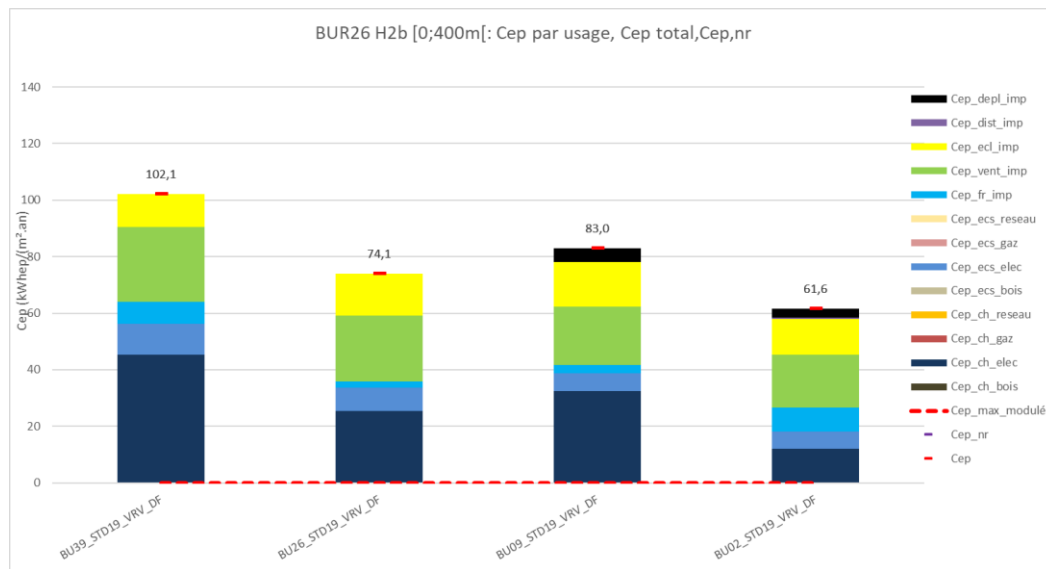


GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Bureaux – Cep, Cep,nr

Cep – Bureaux



Surcoûts (€/m ²)	0	20	40	60	80	100
Cep moyen (kWhep/m ² /an)	96,6	91,1	85,7	80,2	74,8	69,3

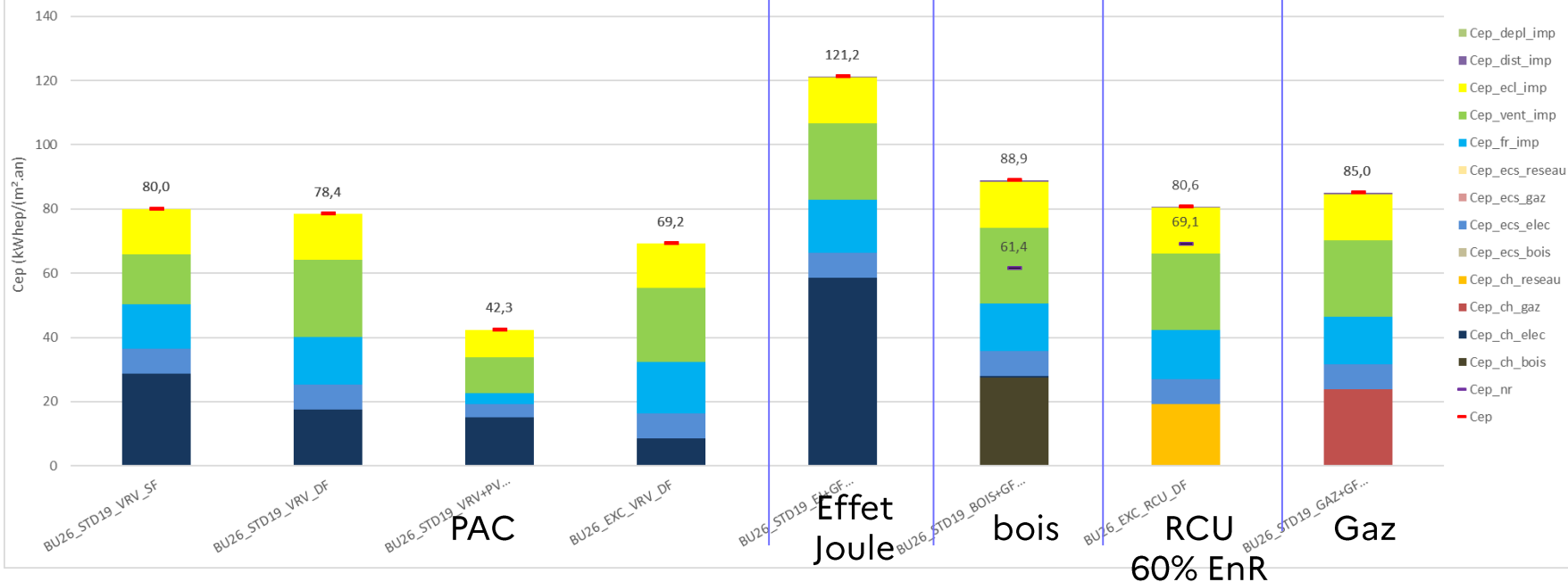
Niveaux moyens de Cep atteignables pour un surcoût donné

En moyenne, pour un effort de 20 €/m², les gains sur le Cep sont de 5,5 kWhep/(m².an) (soit un gain d'environ 5 % par rapport à la RT2012). **Ainsi, un Cep-10% engendrerait un surcoût d'environ 2 % du coût de construction.**

Cep par usage de l'énergie pour des prestations « Standard 2019 » identiques, pour les quatre bâtiments de base du plan d'expérience

Cep – Bureaux

BU26 (R+1, 413m², structure béton (STD19) et bois (EXC)) H3_Cep,Cep,nr par usage,



Parkings – Cep/Cep,nr

Typologie	Consommations éclairage/ventilation des parkings souterrains	Précisions
Bureaux	7,4 kWhep/(m ² .an) 1,6 kWhep/(m ² .an) avec détection de présence	BU09, 32 places souterraines pour 1800 m ² SU (R+3)
	6,9 kWhep/(m ² .an) 2,1 kWhep/(m ² .an) avec détection de présence	BU44, 356 places souterraines sur 2 niveaux pour 23 600 m ² SU (R+9)

=> Une modulation en bureaux ne semble donc pas nécessaire, mais il faudra prévoir une marge de 2 kWhep/m²/an pour l'exigence

Cep,nr – Bureaux

	Niveau	Impacts
Exclusion de l'effet Joule sans PV	100 kWhep/m ² /an	Pas de contrainte particulière pour tous les autres systèmes énergétiques (pas de surcoût) Exigence inférieure aux prestations standard 2019
Exclusion de l'effet Joule+PV en H2b	80 kWhep/m ² /an	Exclusion de l'effet Joule associé à du PV sur toiture ; Moins contraignant que les prestations standard 2019
Renforcement léger par rapport au STD19	75 kWhep/m²/an	Renforcement faible par rapport aux prestations STD19 ; Recours à la VMC DF nécessaire Contraint les réseaux de chaleur <20% EnR
Renforcement important des exigences	67 kWhep/m ² /an	Les systèmes VRV DF sont à la limite : pour certains bâtiments, le recours au PV pourrait être nécessaire Exclut les réseaux de chaleur <30% EnR ; Contraint les réseaux de chaleur <45% EnR

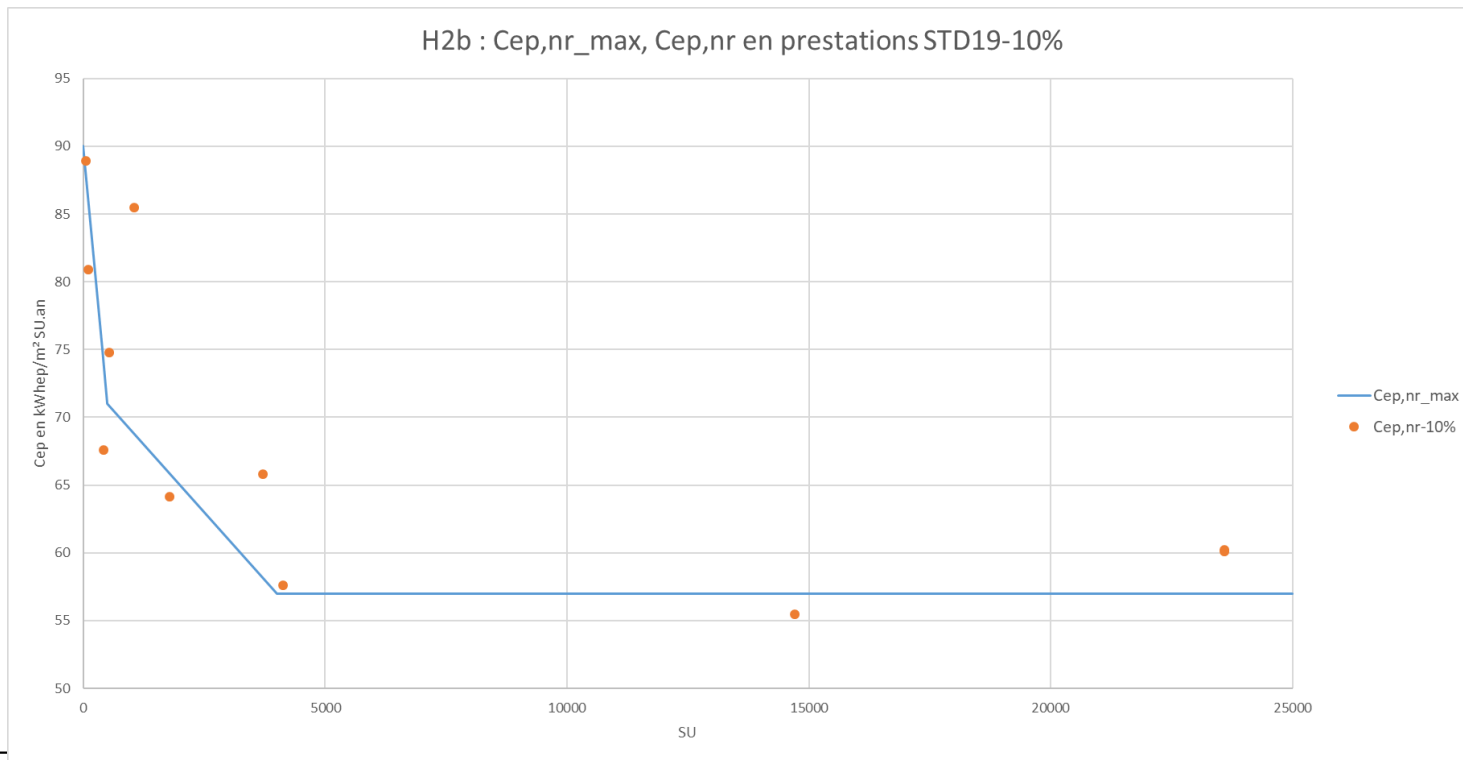
Seuil envisagé pour un bâtiment de 400m²: 75 kWhep/(m².an)

Cep – Bureaux

	Niveau	Impacts
Absence de contrainte pour les chaudières bois et les RCU	90 kWhep/m ² /an	L'indicateur Cep ne joue qu'un rôle de sécurité par rapport à un Bbio RT2012
Absence de contrainte supplémentaire au Bbio	85 kWhep/m²/an	L'indicateur Cep ne joue qu'un rôle de sécurité par rapport à un Bbio RT2012-20%, mais pourrait devenir contraignant dans quelques cas particuliers
Limitation modérée à forte des consommations des chaudières bois et réseaux de chaleur urbains	80 kWhep/m ² /an	Renforcement un peu au-delà de Bbio-20% nécessaire pour les chaudières bois et les RCU

Seuil envisagé pour un bâtiment de 400m²: 85 kWhep/(m².an)

Mcsurf - bureaux



Mcsurf – Bureaux

Tranche de surface (m ²)	Modulation $Cep, nr, Cep, Ic_{\text{énergie}}$ Bureaux
0-500 m ²	$\frac{16 - 0,04 * Sref}{Cep, nr_maxpivot}$
500-4000 m ²	$\frac{-2 - 0,004 * Sref}{Cep, nr_maxpivot}$
>4000 m ²	$\frac{-18}{Cep, nr_maxpivot}$

Avec $Cep, nr_maxpivot = 75 \text{ kWhep}/(\text{m}^2.\text{an})$

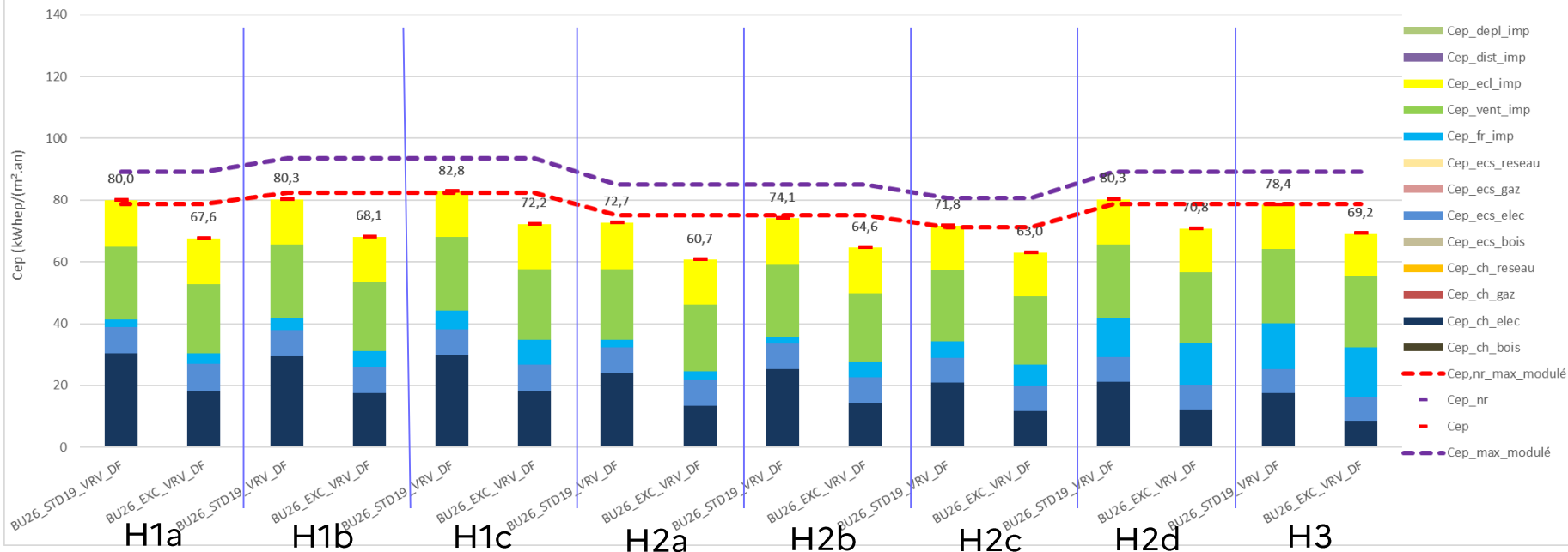
Mcgéo - Bureaux

On obtient les modulations suivantes pour Cep, Cep,nr et Egesénergie, pour chaque altitude et zone climatique :

Zone climatique	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	h3d
Altitudes 0m-400m	5%	10%	10%	0%	0%	-5%	5%	5%
Altitudes 400m-800m	20%	25%	20%	15%	15%	5%	10%	-5%
Altitudes >800m	35%	40%	35%	35%	30%	20%	25%	10%

Mcgéo - Bureaux

BU26 (R+1, 413m²)_Cep,Cep,nr par usage, Cep, Cep,nr_max modulé par zone géographique





GOVERNEMENT

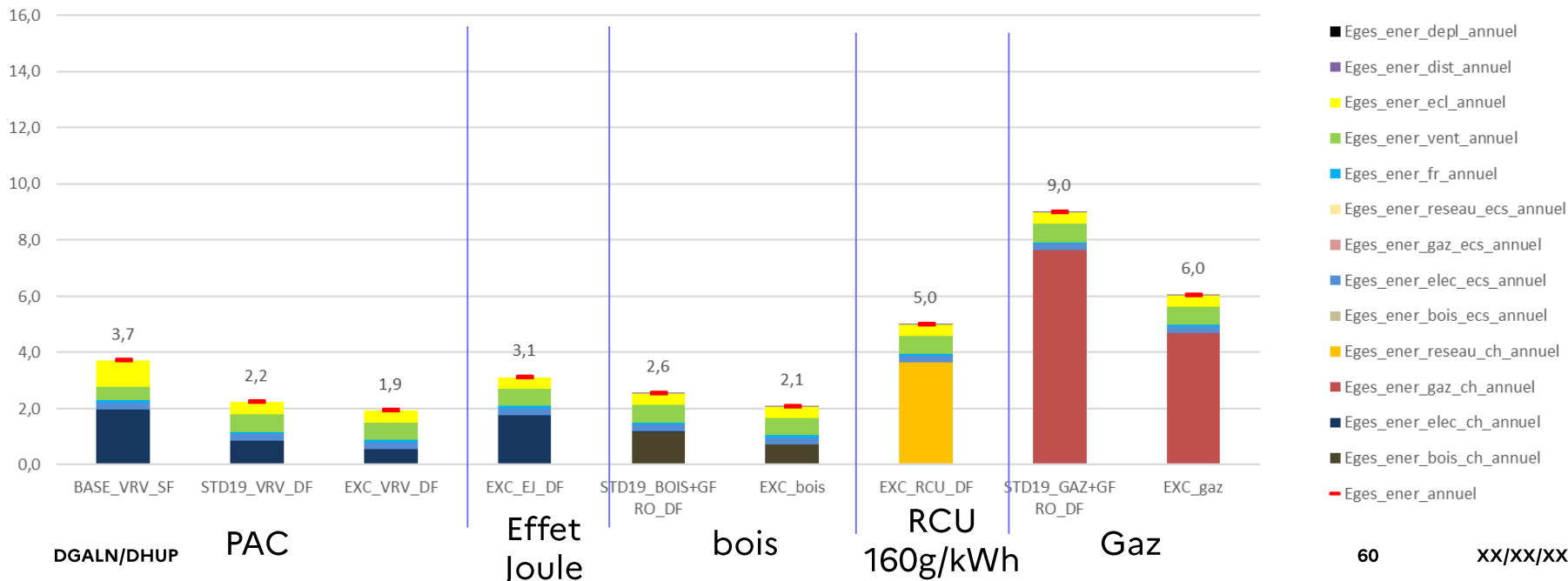
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Bureaux – Ic_{énergie}

Eges énergie* – positionnement des systèmes

**Icénergie = Egesénergie * 40*

BU26_Eges_énergie (R+1, 413m², H2b, structure béton)



Egesénergie* – Bureaux

	Niveau	Impacts
Absence de contrainte significative	8 kgCO ₂ /(m ² .an)	Pour le gaz, le Bbio doit être renforcé à Bbio-20% Exclut les RCU >290gCO ₂ /kWh, contraint les RCU>220gCO ₂ /kWh
Exigence intermédiaire	7 kgCO ₂ /(m ² .an)	Contraint le gaz Exclut les RCU >245gCO ₂ /kWh, contraint les RCU>185gCO ₂ /kWh
Exigence renforcée	5 kgCO ₂ /(m ² .an)	Exclut le chauffage au gaz seul Exclut les RCU >160gCO ₂ /kWh, contraint les RCU>120gCO ₂ /kWh

**Icénergie = Egesénergie * 40*

Seuil envisagé en 2022 pour un bâtiment de 400 m² hors RCU : 5 kgCO₂/(m².an)

Pour un bâtiment chauffé par RCU : 7 kgCO₂/(m².an) en 2022, puis 5kgCO₂/(m².an) en 2025

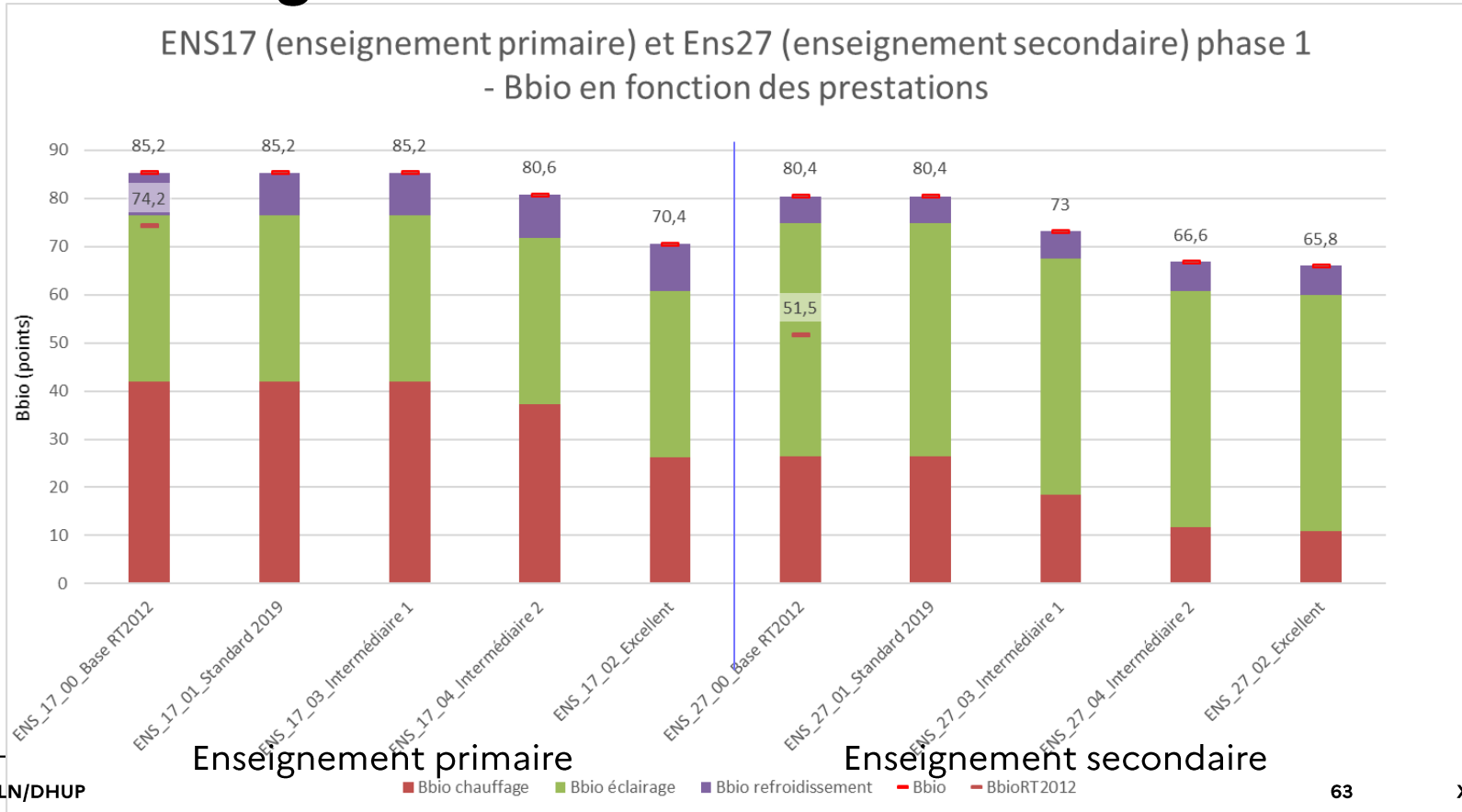


GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Enseignement – Bbio

Bbio – Enseignement

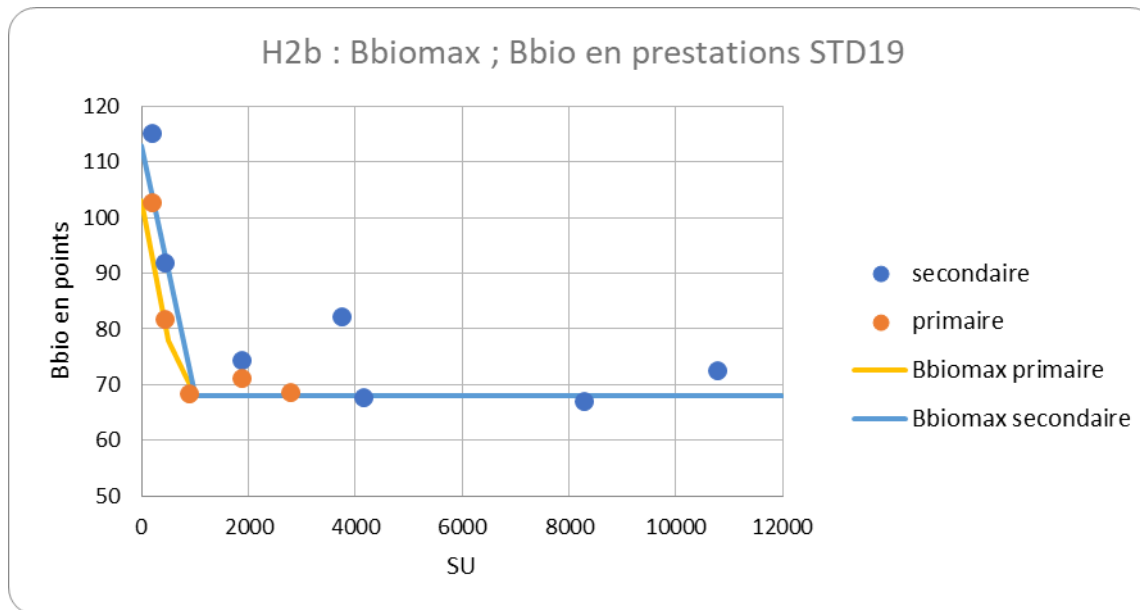


Bbio – Enseignement

	Niveau	Impacts
Bbio RT2012	71,5 points	Aucun impact pour presque tous les bâtiments
Bbio RT2012 -5%	68 points	Peu ou pas d'impact par rapport à la RT2012 pour la plupart des bâtiments ; pour les bâtiments avec des besoins d'éclairage importants, les efforts à fournir peuvent être très importants, la marge de progression étant faible.
Bbio RT2012 -15%	61 points	Prestations atteignables avec les meilleures techniques disponibles ; les bâtiments avec des besoins d'éclairage importants pourraient être exclus

Seuil envisagé : 68 points

Mbsurf – Enseignement



Mbsurf - Enseignement

Tranche de surface (m ²)	Modulation Bbio Enseignement primaire	Modulation Bbio Enseignement secondaire
0-500 m ²	$\frac{35 - 0,05 * S_{ref}}{B_{biomaxpivot}}$	$\frac{45 - 0,045 * S_{ref}}{B_{biomaxpivot}}$
500-1000 m ²	$\frac{20 - 0,02 * S_{ref}}{B_{biomaxpivot}}$	$\frac{45 - 0,045 * S_{ref}}{B_{biomaxpivot}}$
>1000 m ²	0	0

Avec Bbiomaxpivot = 68 points

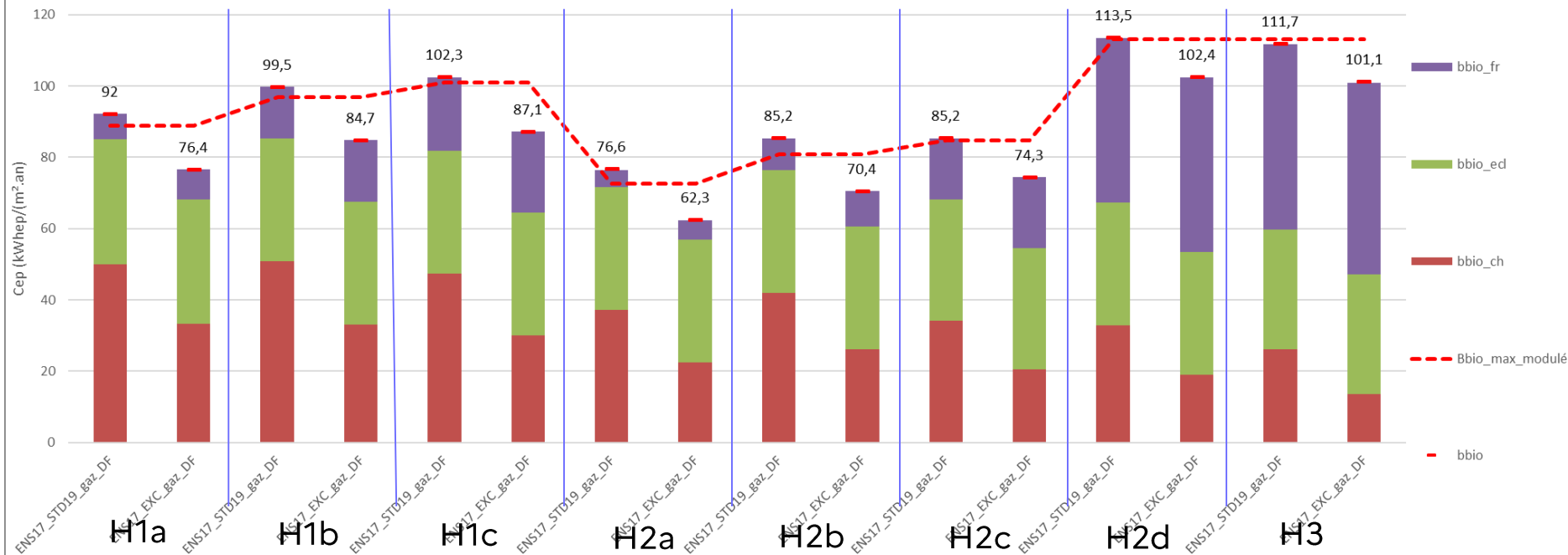
Mbgéo - Enseignement

On obtient les modulations suivantes pour le Bbio, pour chaque altitude et zone climatique :

Zone climatique	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	h3d
Altitudes 0m-400m	10%	20%	25%	-10%	0%	5%	50%	50%
Altitudes 400m-800m	25%	30%	25%	5%	10%	0%	35%	25%
Altitudes >800m	45%	45%	40%	30%	35%	20%	30%	20%

Mbgeo - Enseignement

ENS17 (R0, 445m²) [0;400m[, STD19 et EXC : Bbio par usage, Bbio total, Bbiomax modulé par zone géographique



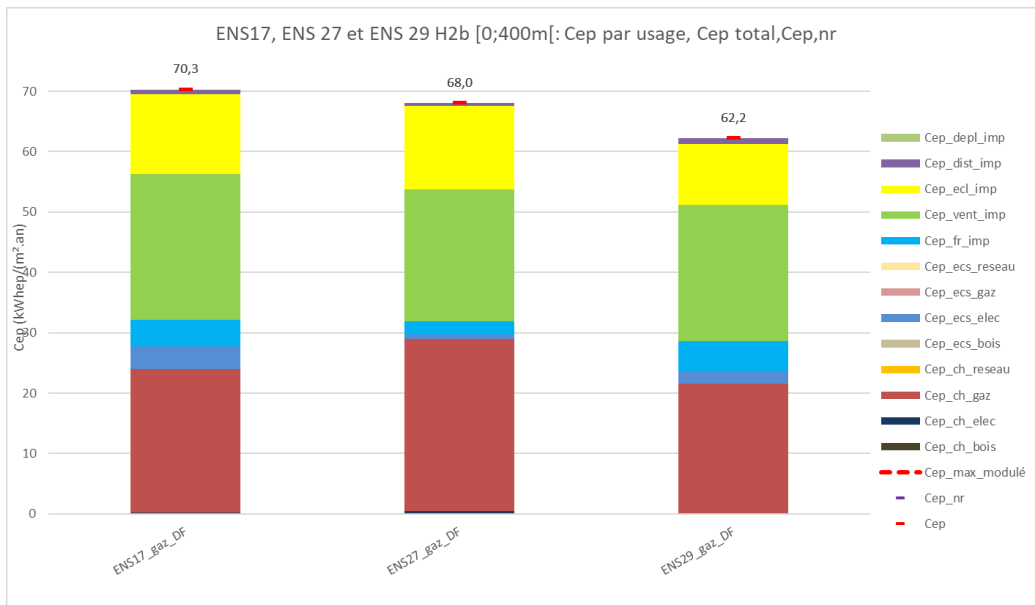


GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Enseignement – Cep, Cep,nr

Cep – Enseignement



Cep par usage de l'énergie pour des prestations « Standard 2019 » identiques, pour les trois bâtiments de base du plan d'expérience

Surcoûts (€/m ²)	0	20	40	60	80	100
Cep moyen (kWhep/m ² /an)	75,8	73,6	71,3	69,1	66,8	64,6

Niveaux moyens de Cep atteignables pour un surcoût donné

En moyenne, pour un effort de 20 €/m², les gains sur le Cep sont de 2,2 kWhep/(m².an) (soit un gain d'environ 3 % par rapport à la RT2012). Ainsi, un Cep-10% engendrerait un surcoût d'environ 3 % du coût de construction.

Correctif apporté aux variantes « systèmes énergétiques »

L'analyse des différents bâtiments du panel a conduit à identifier des paramètres non harmonisés entre bâtiments.

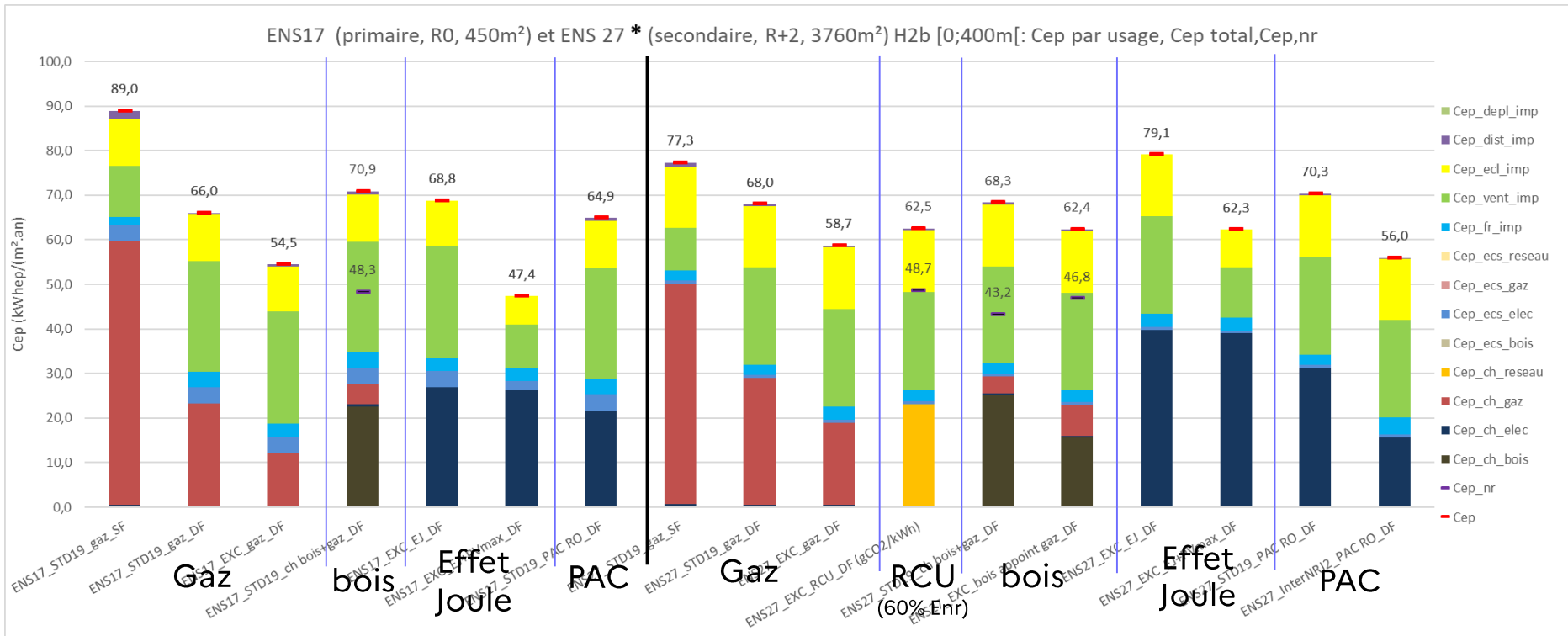
La prise en compte de ces leviers pour le bâtiment ENS17 améliore fortement ses performances énergétiques.

Les principales évolutions sont les suivantes :

	Version initiale	Version harmonisée
Protections solaires	Volets roulants	Stores extérieurs
Baies	Rouvmax compris entre 0.34 et 0.8 selon baies	Rouvmax=0.5
Eclairage	Puissance auxiliaire=0.2W/m ² Gestion non fractionnée dans salles de classe	Puissance auxiliaire=0.15W/m ² Gestion fractionnée dans salles de classe
Distribution chauffage	U moy réseaux HVC=0.25 W/ml.K Circulateurs vitesse constante	U moy réseaux HVC=0.3 W/ml.K Circulateurs vitesse variable
Ventilation	Présence partielle d'entrées d'air EA (167 m ³ /h) Résistance thermique conduits=0.6 m ² .K/W Température bypass hiver=10°C	Pas d'entrée d'air (extraction uniquement dans sanitaires) Résistance thermique conduits=1.2 m ² .K/W Température bypass hiver=15°C

Cep – Enseignement

*Le bâtiment ENS27 se positionne beaucoup moins bien que les autres bâtiments du panel, à prestations techniques identiques



Parkings – Cep/Cep,nr

En enseignement, les parkings sont presque exclusivement aériens ; dans le cas où ils seraient souterrains, ils devraient avoir des consommations bien plus faibles que les bureaux (moins de places par m² SU).

→ L'effet des parkings n'est pas pris en considération pour le calage des exigences.

Cep,nr – Enseignement

	Niveau	Impacts
Garde-fou	Primaire et secondaire : 75 kWhep/m ² /an	Renforcement nécessaire de l'isolation pour l'effet Joule Exigence inférieure aux prestations standard 2019
Prestations standard	Primaire : 65 kWhep/m ² /an Secondaire : 63 kWhep/m ² /an	Exclusion de l'effet Joule sans PV ; le gaz DF et la PAC air/eau DF passent sans renforcement des prestations Une VMC DF semble nécessaire, sauf recours significatif au PV
Contrainte modérée à forte	Primaire et secondaire : 60 kWhep/m ² /an	Renforcement des prestations nécessaire pour la PAC air/eau Renforcement important nécessaire pour le gaz L'effet Joule avec un maximum de PV sur toiture peut être exclu pour les bâtiments >=R+2

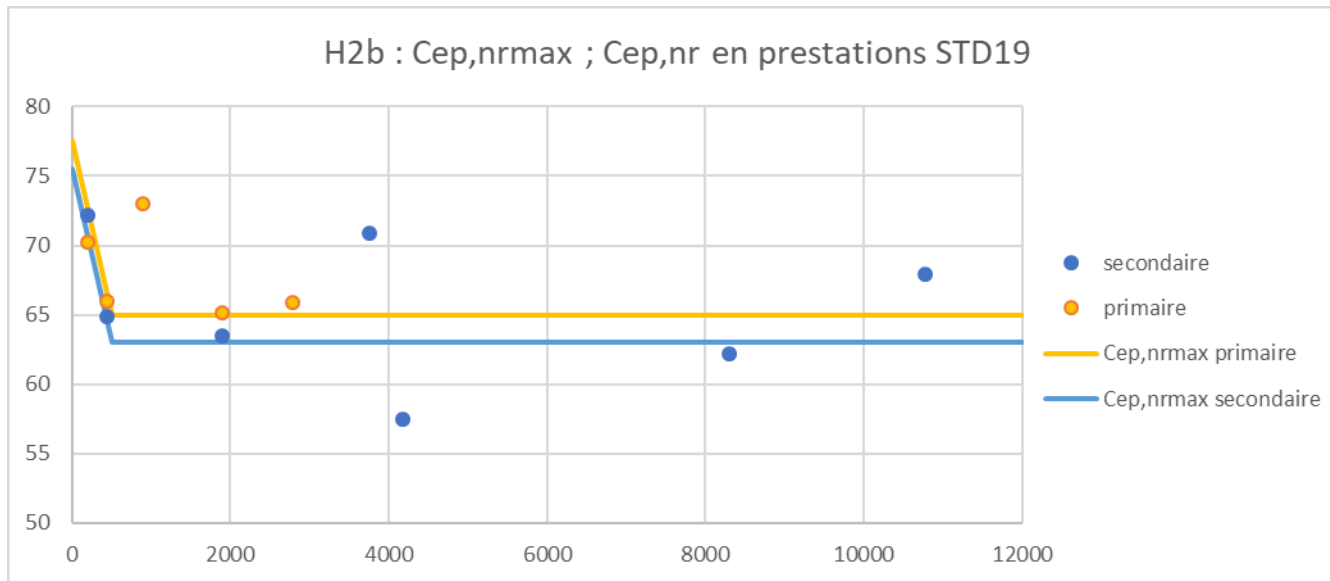
**Seuil envisagé en 2022 : 65 kWhep/m²/an en enseignement primaire ;
 63 kWhep/m²/an en enseignement secondaire**

Cep – Enseignement

	Niveau	Impacts
Garde-fou	80 kWh _{ep} /m ² /an	L'indicateur ne joue qu'un rôle de garde-fou pour les chaudières bois et les RCU
Contrainte faible	72 kWh _{ep} /m ² /an	Absence de contrainte supplémentaire au Bbio
Contrainte modérée	65 kWh _{ep} /m ² /an	Limitation modérée à forte des consommations des chaudières bois et réseaux de chaleur urbains

Seuil envisagé en 2022 : 72 kWh_{ep}/m²/an

Mcsurf – Enseignement



Mcsurf - Enseignement

Tranche de surface (m ²)	Modulation Cep,nr, Cep, Ic _{énergie} Enseignement primaire et secondaire
0-500 m ²	$\frac{12,5 - 0,025 * S_{ref}}{Cep, nr_maxpivot}$
>500 m ²	0

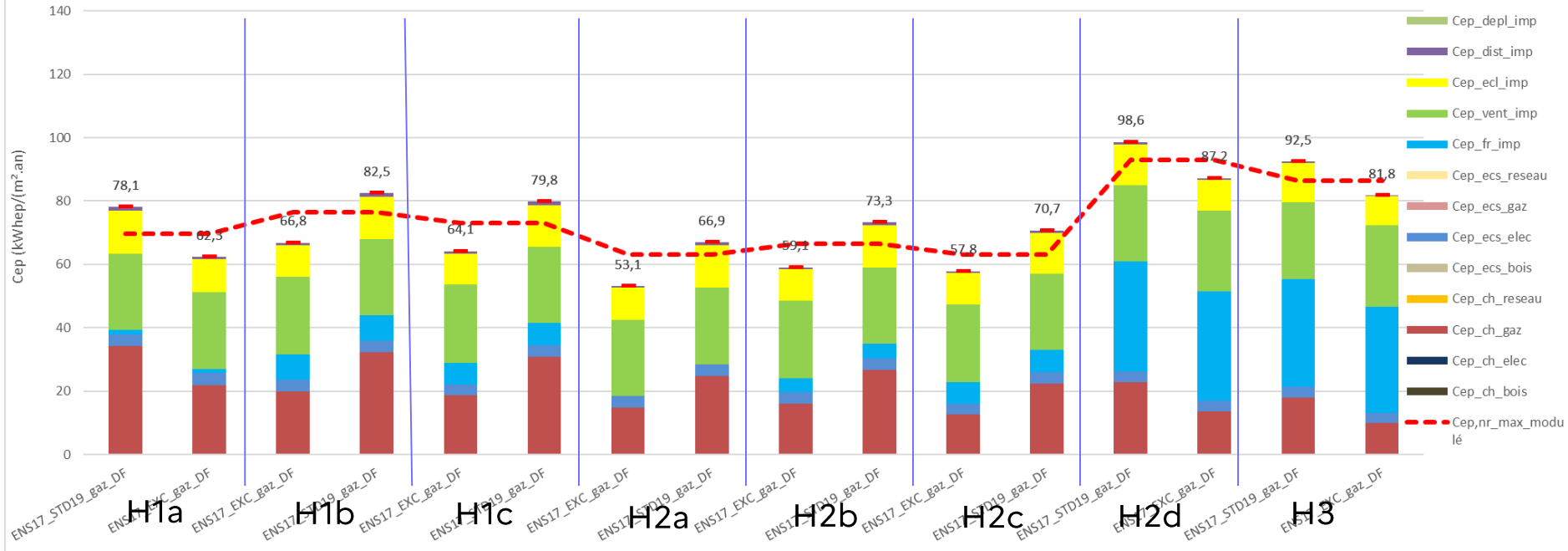
Mcgéo - Enseignement

On obtient les modulations suivantes pour Cep, Cep,nr et Egesénergie, pour chaque altitude et zone climatique :

Zone climatique	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	h3d
Altitudes 0m-400m	5%	15%	10%	-5%	0%	-5%	40%	30%
Altitudes 400m-800m	30%	30%	30%	15%	20%	10%	30%	10%
Altitudes >800m	60%	60%	60%	45%	50%	35%	35%	15%

Mcgeo - Enseignement

ENS17 (R0, 450m²) [0;400m]: Cep par usage, Cep total, Cep,nr, Cep,nr_max modulé par zone géographique





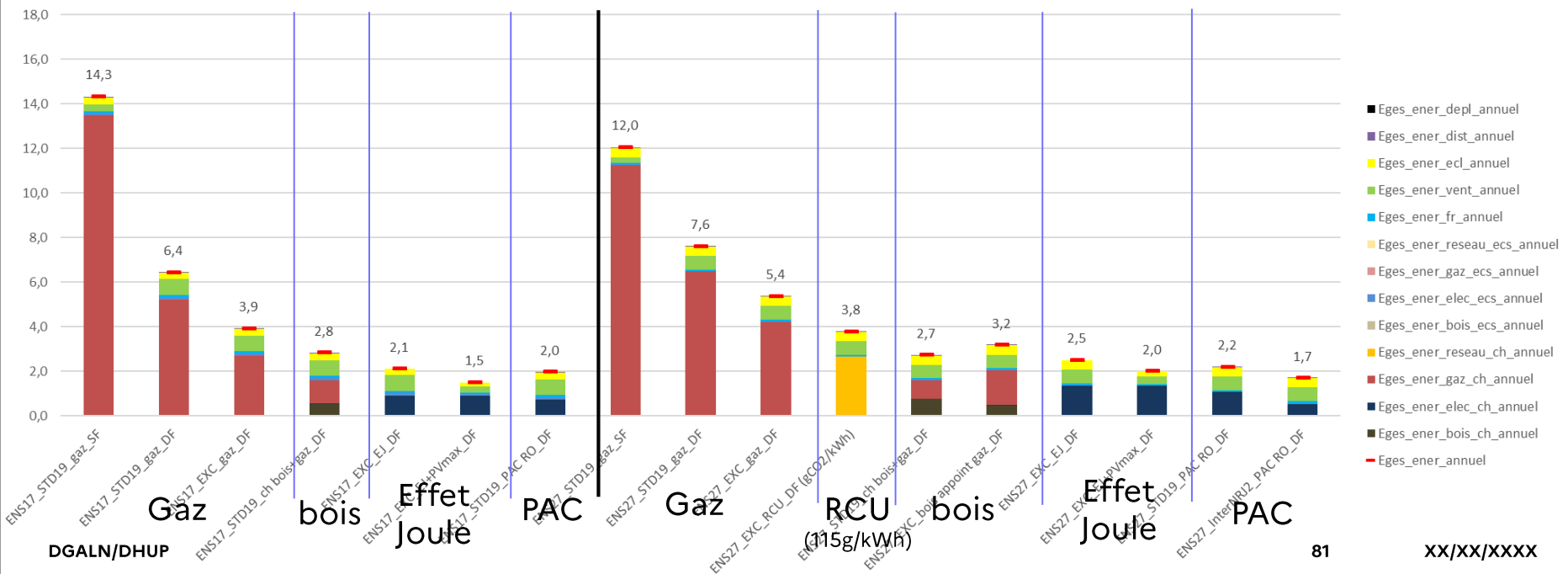
GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Enseignement – Ic_{énergie}

Eges^{énergie} – positionnement des systèmes

ENS17 (primaire, R0, 450m²) et ENS 27 (secondaire, R+2, 3760m²) H2b [0;400m[: Ic_énergie par usage, Ic_énergie total,



Eges_{énergie}* – Enseignement

	Niveau	Impacts
Absence de contrainte significative	7,5 kgCO ₂ /(m ² .an)	Pour le gaz, le bâtiment doit être au niveau des prestations STD19 Exclut les RCU >275gCO ₂ /kWh
Exigence intermédiaire	6 kgCO ₂ /(m ² .an)	Contraint modérée à forte pour les bâtiments chauffés au gaz Exclut les RCU >210gCO ₂ /kWh
Exigence renforcée	3,5 kgCO ₂ /(m ² .an)	Exclut le chauffage au gaz seul Exclut les RCU >105gCO ₂ /kWh

$$*Ic_{\text{énergie}} = Eges_{\text{énergie}} \times 40$$

Seuil envisagé en 2022 : 6 kgCO₂/(m².an)

Seuil envisagé en 2025 : 3,5 kgCO₂/(m².an)

Pour un bâtiment chauffé par RCU : 5 kgCO₂/(m².an) en 2025 ; 3,5 kgCO₂/(m².an) en 2028



GOVERNEMENT

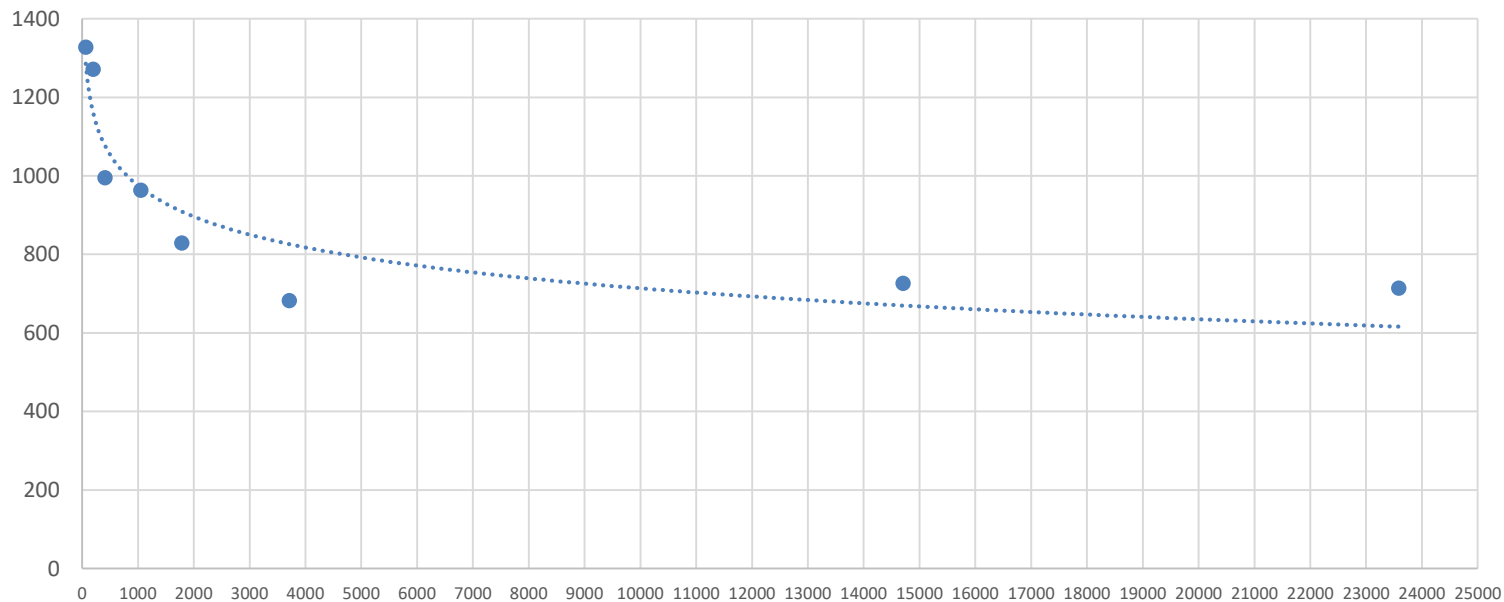
*Liberté
Égalité
Fraternité*

CARBONE

Bureaux

L'impact des bâtiments de bureaux varie fortement en fonction de leur taille

Bâtiments de bureaux en béton « standards »



Considérations préalables

Problème spécifique aux systèmes CVC dans les petits bâtiments

Pour les plus petits bâtiments les systèmes CVC ont un impact prépondérant: plus de 400 kg pour le bâtiment de 65 m².

Note: pour une MI les systèmes CVC représentent environ 120 kg (valeur médiane)

Cela est dû notamment au fait que les données environnementales (DE) utilisées pour caractériser l'impact des systèmes de génération CVC ne sont pas adaptées pour les petites puissances.

Ex. du bureaux de 65 m²:

- générateur de chauffage du projet: PAC de type DRV de 13 kW
- DE utilisée : PAC de type DRV de 27 kW

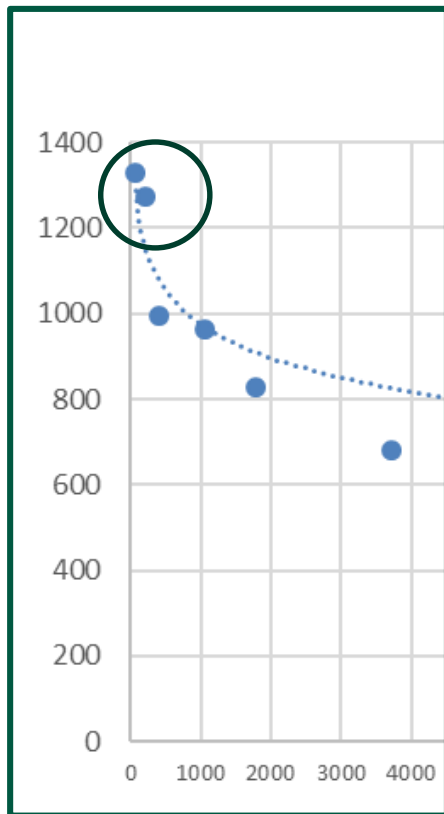
On observe la même situation pour les caissons de ventilations et centrales de traitement d'air.

Ce problème pourra être corrigé à l'avenir par l'introduction de DE adaptées aux petites puissances.

-> Introduction de valeurs forfaitaires:

Introduction de valeurs forfaitaires pour le lot 8 et ses sous-lots.

-> forfait lot 8: 200 kg éq. CO₂/m² (maximum des bâtiments > 400 m²)



Retraitement des données initiales

- Utilisation du forfait pour le lot 8 « CVC » des 3 plus petits bâtiments
- Remplacement d'une DED de bardage très impactante
- Correction du lot 4 « toiture » pour un des bâtiments
- Harmonisation du lot 1 « VRD »

Impact du chantier de construction des projets de l'expérimentation E+C-:

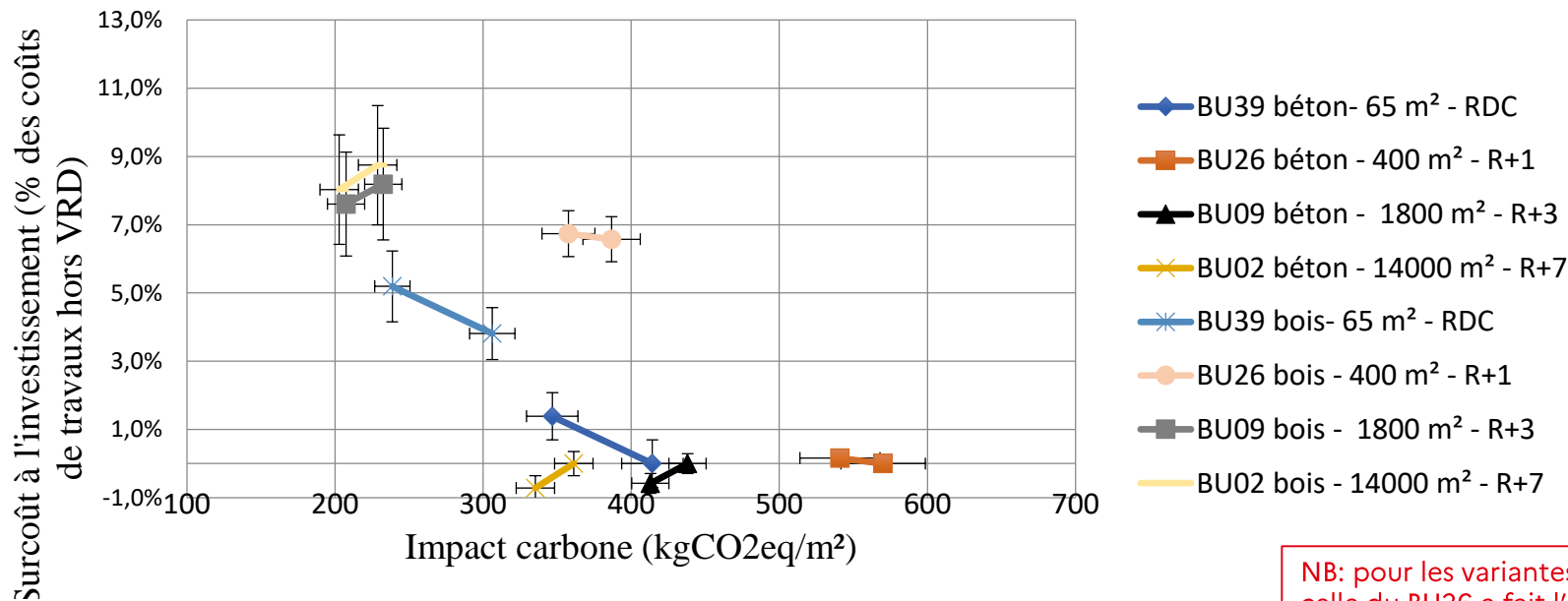
- Pour les bureaux: médiane: 17 kgCO₂/m², moyenne 42, 3^e quartile: 45
- Attention: le panel est réduit (70 bâtiments de bureaux)

- Pour rappel, pour les logements collectifs: 3^e quartile à 40 kgCO₂/m², panel de 400 bâtiments

-> il est proposé de retenir 45 kgCO₂/m²

Bureaux: les leviers 2nd oeuvre et structure bois

Impact des variantes sur le 2nd oeuvre et sur la structure
 Surcoût à l'investissement en fonction de l'impact carbone des composants
hors systèmes et VRD



NB: pour les variantes bois, seule celle du BU26 a fait l'objet d'un chiffrage par l'économiste

Quelques leviers identifiés en 2020 pour réduire l'impact carbone

- Optimisation des données environnementales : plus de 150 kg CO₂/m²
- Nature des fluides frigorigènes : 25 kgCO₂/m²
- Béton bas carbone : de l'ordre de 50 kg CO₂/m²
- Recours à des produits bas carbone en 2nd œuvre (hors bardage) :
 - 25 kg CO₂/m² pour les bureaux moyens et grands (pas de recours à des isolants biosourcés sous bardage pour le moment, faute d'avis technique)
 - 70 kg CO₂/m² pour les petits bureaux en RDC (recours possible à des isolants biosourcés)
- Structure bois (CLT) : 100 à 200 kg CO₂/m²

Quelques leviers à l'horizon de 2030

- Diminution de 35% de l'impact du béton: 70 kg CO₂/m² (moins pour les petits bureaux en RDC)
- Diminution de l'usage des données par défaut: 50 kg CO₂/m² au minimum
- Recours à des produits bas carbone en 2nd œuvre (hors bardage): de l'ordre de 50 kg CO₂/m²

+ amélioration des autres catégories de produits également concernés par les objectifs SNBC (engagements filières)

Bureaux: scénarios d'exigences

Scénarios pour l'exigence 2022-2024 sur $I_{c,construction}$:

NB: La valeur pivot correspond à un bâtiment de 400 m² (BU26)

NB: Les valeurs suivantes intègrent tous les lots et le chantier

	Principe	Valeur pivot (kgCO ₂ /m ²)	Surcoût sur la base des coûts actuels
Scénario « pratiques actuelles »	Produits majoritairement utilisés aujourd'hui	940	0%
Scénario « effort modéré »	Tous les efforts dont le surcoût est faible (2 nd œuvre, béton bas carbone...) sont mobilisés + une partie des DE sont optimisées	790	<3%

Valeur pivot proposée : scénario « pratiques actuelles »

Bureaux: scénarios d'exigences

Scénarios pour l'exigence 2031 sur $I_{c_{\text{construction}}}$:

La valeur pivot ($I_{c_{\text{construction}}}$ _maxmoyen) correspond à un bâtiment de 400 m² (BU26)

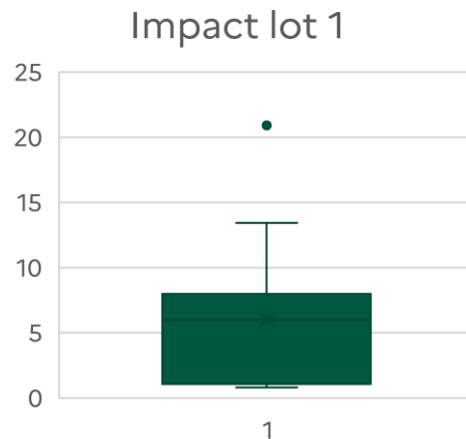
Les valeurs suivantes intègrent tous les lots et le chantier

	Principe	Valeur pivot (kgCO ₂ /m ²)	Surcoût sur la base des coûts actuels	Mixité des matériaux
Scénario faible ambition	Diminution de l'usage des DED (-50) + optimisation des DE (-150)	740	< 1%	Pas nécessaire
Scénario central	Diminution de l'usage des DED (-50) + optimisation des DE (-150) + amélioration du béton de 35% (-70) + mobilisation des leviers sur le 2nd œuvre (-50) + remplacement des fluides frigo (-30)	590	< 1%	Encouragée
Scénario haute ambition	Diminution de l'usage des DED (-50) + optimisation des DE (-150) + structure bois (-180) + mobilisation des leviers sur le 2 nd œuvre (-50) + remplacement fluides frigo (-30)	480	0 à 7 %	Difficile

Valeur pivot proposée : scénario central (-37% par rapport à 2022)

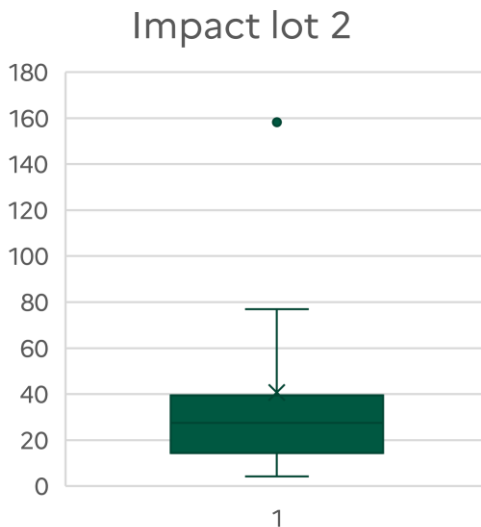
Modulation identique à celle retenue pour les logements collectifs:

L'impact de la voirie et des réseaux divers (lot 1 de l'ACV) est comparé à une valeur de référence (10 kgéq.CO₂/m²) (correspond au 3^e quartile observé sur le GTM: 7 arrondi à 10). Le seuil est augmenté de l'écart entre ces 2 valeurs



Modulation identique à celle retenue pour les bâtiments résidentiels:

L'impact de l'infrastructure (lot 2 de l'ACV) est comparé à une valeur de référence (40 kgéq.CO₂/m²) (correspond au 3^e quartile observé sur le GTM: 36 arrondi à 40). Le seuil est augmenté de l'écart entre ces 2 valeurs



Bureaux: modulation Mided

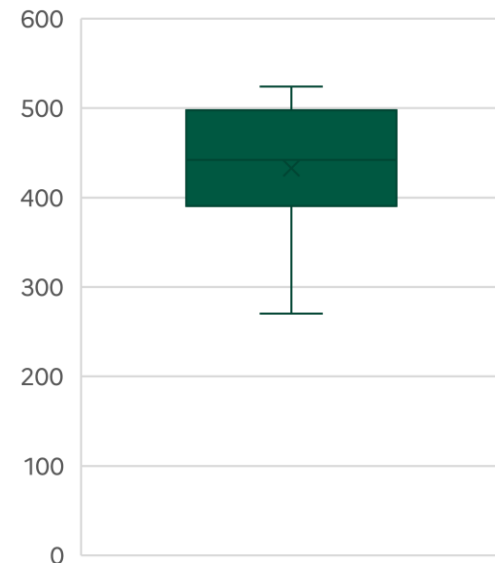
Valeur de Ic_{ded}	Mided
Si $Ic_{ded} \leq ref$	0
Si $Ic_{ded} > ref$	$Mided = a \times (Ic_{ded} - ref)$

Ic_{ded} = impact des DED hors lots 1 et 2+ lots forfaitaires

$a = 0,3$

$ref = 420 \text{ kg } \text{eq.CO}_2/\text{m}^2$

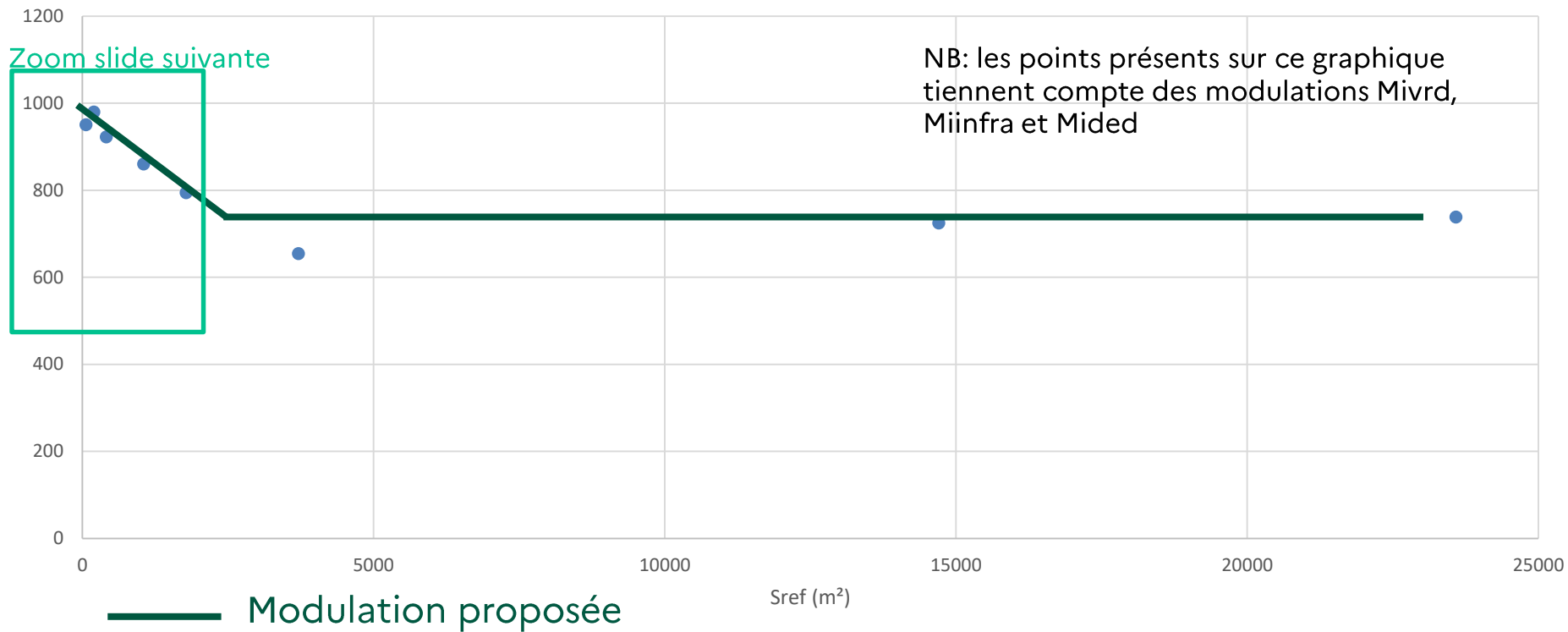
Bureaux
 Ic_{ded}
(lots 3 à 13)



médiane : $442 \text{ kg } \text{eq.CO}_2/\text{m}^2$

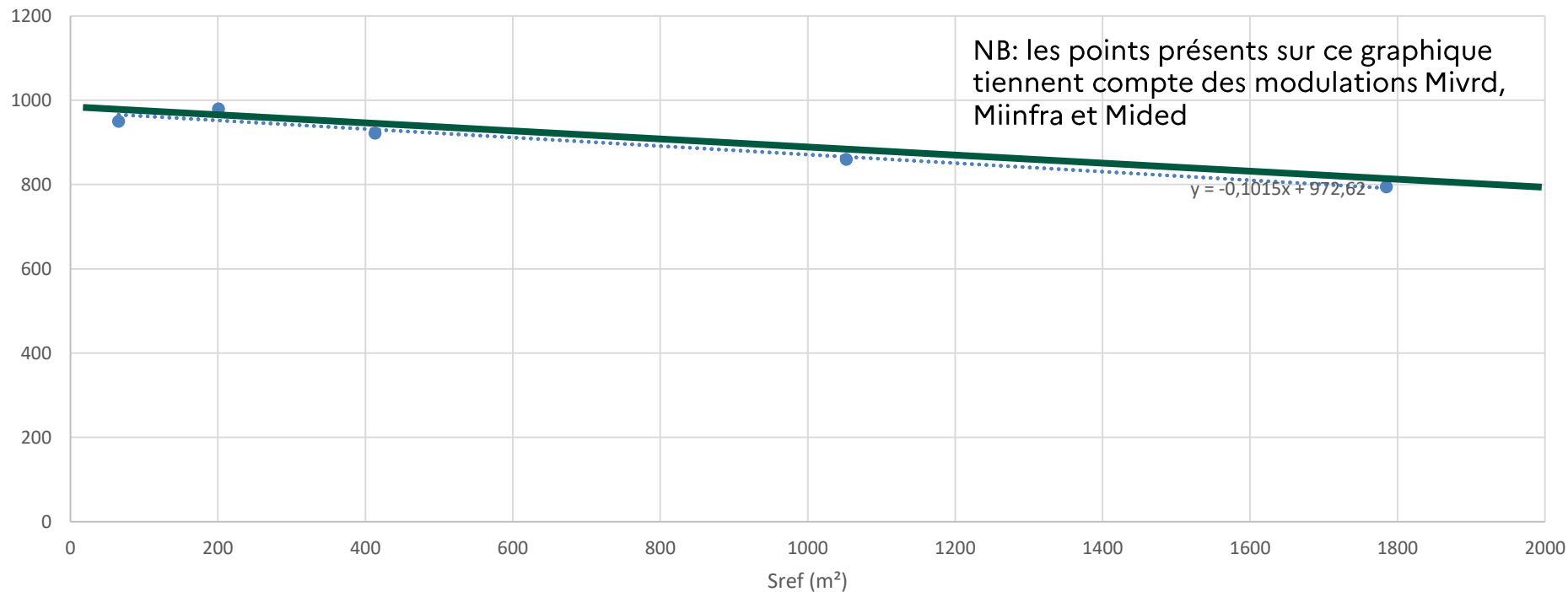
Bureaux: modulation selon la surface

$I_{c,composants}$ des bâtiments en béton étudiés



Bureaux: modulation selon la surface

$I_{C_{composants}}$ des bâtiments en béton étudiés



 Modulation proposée

Bureaux: modulation selon la surface

$$Ic_{\text{construction_max}} = Ic_{\text{construction_maxmoyen}} \times (1 + Misurf) + Miinfra + Mivrd + Mided$$

Sref (Surface utile) (m ²)	Misurf (Modulation selon la surface)
Si Sref ≤ 2300 m ²	$0,044 - \frac{1,1 \times Sref}{10000}$
Si Sref > 2300 m ²	- 0,21

Bâtiments d'enseignement primaire et secondaire

Retraitement des données initiales

- Utilisation du forfait pour le lot 8 « CVC » du bâtiment de 900 m²
- Remplacement d'une DED de bardage très impactante
- Correction de la prise en compte des ascenseurs pour 3 bâtiments
- Harmonisation du lot 1 « VRD »

Scolaires: impact du chantier

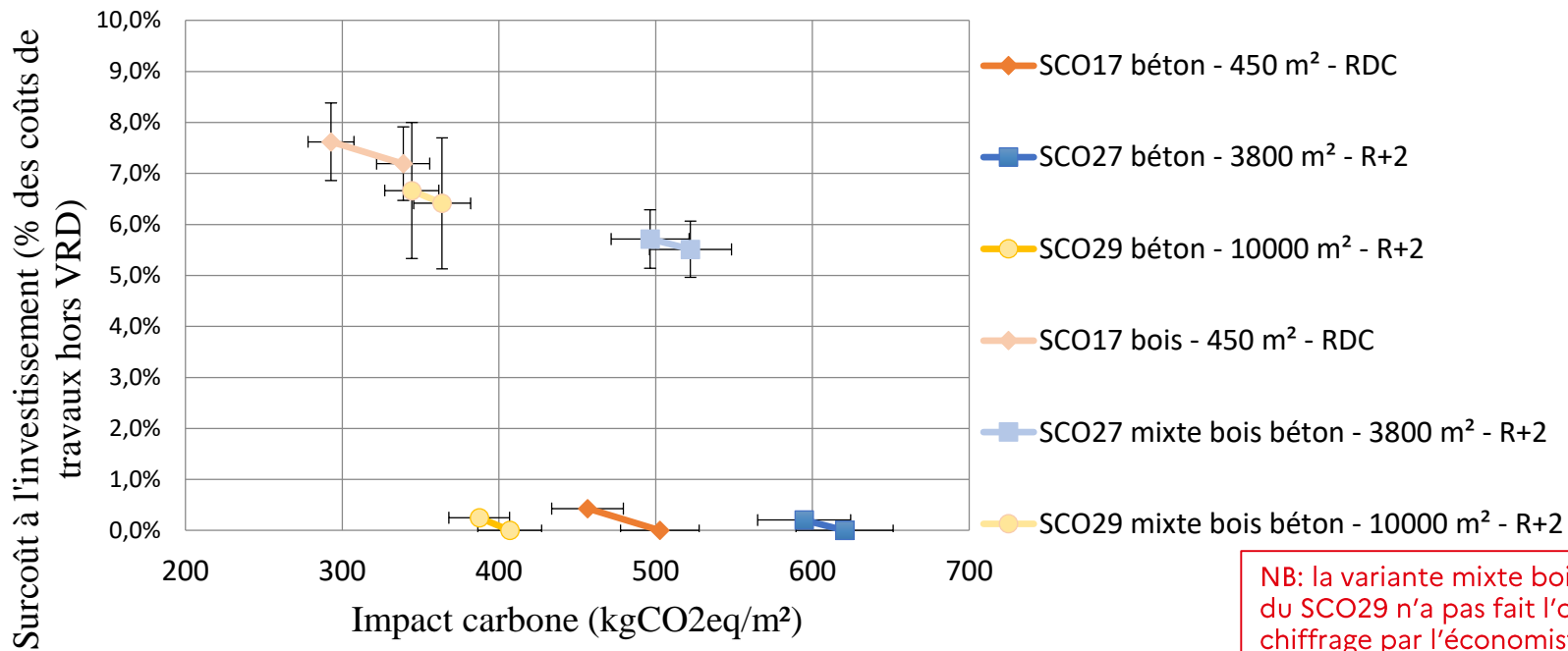
Impact du chantier de construction des projets de l'expérimentation E+C-:

- Pour les bâtiments scolaires : médiane: 20 kgCO₂/m², moyenne 35, 3^e quartile: 40
- Attention: le panel est réduit (60 bâtiments)
- Pour rappel, pour les logements collectifs: 3^e quartile à 40 kgCO₂/m², panel de 400 bâtiments

-> il est proposé de retenir 40 kgCO₂/m²

Scolaire: les leviers 2nd oeuvre et structure bois

Impact des variantes sur le 2nd oeuvre et sur la structure
 Surcoût à l'investissement en fonction de l'impact carbone des composants
hors systèmes et VRD



NB: la variante mixte bois-béton du SCO29 n'a pas fait l'objet d'un chiffrage par l'économiste

Quelques leviers identifiés en 2020 pour réduire l'impact carbone

- Optimisation des données environnementales: 100 kg CO₂/m²
- Béton bas carbone : de l'ordre de 50 kg CO₂/m²
- Recours à des produits bas carbone en 2nd œuvre (hors bardage):
 - 25 kg CO₂/m² pour les bâtiments moyens et grands (pas de recours à des isolants biosourcés sous bardage pour le moment, faute d'avis technique)
 - 45 kg CO₂/m² pour les petits bâtiments en RDC (recours possible à des isolants biosourcés)
- Structure bois (CLT): 50 à 150 kg CO₂/m²

Quelques leviers à l'horizon de 2030

- Diminution de 35% de l'impact du béton: 80 kg CO₂/m²
 - Diminution de l'usage des données par défaut: 25 kg CO₂/m² au minimum
 - Recours à des produits bas carbone en 2nd œuvre (hors bardage): de l'ordre de 45 kg CO₂/m²
- + amélioration des autres catégories de produits également concernés par les objectifs SNBC (engagements filières)

Scolaires: scénarios d'exigences

Scénarios pour l'exigence 2022-2024 sur $I_{c_{\text{construction}}}$:

NB: La valeur pivot ($I_{c_{\text{construction_maxmoyen}}}$) correspond à un bâtiment de 4000 m²

NB: Les valeurs suivantes intègrent tous les lots et le chantier

	Principe	Valeur pivot (kgCO ₂ /m ²)	Surcoût sur la base des coûts actuels
Scénario « pratiques actuelles »	Produits majoritairement utilisés aujourd'hui	840	0%
Scénario « effort modéré »	Tous les efforts dont le surcoût est faible (2 nd œuvre, béton bas carbone...) sont mobilisés + une partie des DE sont optimisées	710	<1%

Valeur pivot proposée: scénario « pratiques actuelles »

Scolaires: scénarios d'exigences

Scénarios pour l'exigence 2031 sur $I_{c_{\text{construction}}}$:

La valeur pivot ($I_{c_{\text{construction}}}$ _maxmoyen) correspond à un bâtiment de 4000 m²

Les valeurs suivantes intègrent tous les lots et le chantier

	Principe	Valeur pivot (kgCO ₂ /m ²)	Surcoût sur la base des coûts actuels	Mixité des matériaux
Scénario faible ambition	Diminution de l'usage des DED (-25) + optimisation des DE (-100)	715	< 1%	Pas nécessaire
Scénario central	Diminution de l'usage des DED (-25) + optimisation des DE (-100) + amélioration du béton de 35% (-80) + mobilisation des leviers sur le 2nd œuvre (-45)	590	< 1%	Encouragée
Scénario ambition maximale	Diminution de l'usage des DED (-25) + optimisation des DE (-100) + structure bois (-110) + mobilisation des leviers sur le 2 nd œuvre (-45)	560	0 à 7 %	Difficile

Valeur pivot proposée: scénario central (-30% par rapport à 2022)

Modulation similaire à celle retenue pour les bâtiments résidentiels:

L'impact de la voirie et des réseaux divers (lot 1 de l'ACV) est comparé à une valeur de référence (20 kgéq.CO₂/m²) (correspond au 3^e quartile observé sur le GTM). Le seuil est augmenté de l'écart entre ces 2 valeurs.

La valeur de référence est plus élevée que pour les bureaux: cela s'explique par le fait que les bâtiments scolaires sont généralement sur des parcelles étendues et donc avec des réseaux plus longs.

Modulation similaire à celle retenue pour les bâtiments résidentiels:

L'impact de l'infrastructure (lot 2 de l'ACV) est comparé à une valeur de référence (60 kgéq.CO₂/m²) (correspond au 3^e quartile observé sur le GTM). Le seuil est augmenté de l'écart entre ces 2 valeurs.

La valeur de référence est plus élevée que pour les bureaux: cela s'explique par le fait que les bâtiments scolaires ont peu d'étages et donc que les fondations pèsent plus par m² de SU

Scolaires: modulation Mided

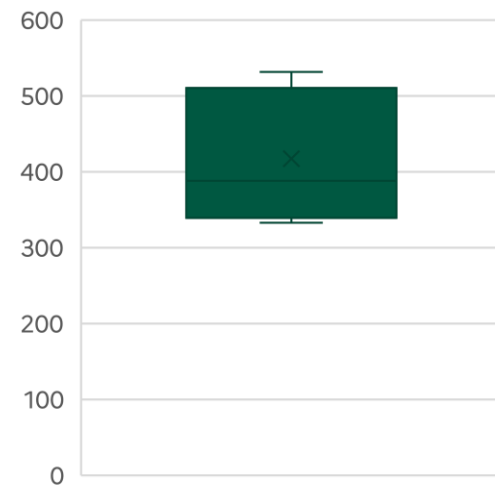
Valeur de $I_{c_{ded}}$	Mided
$Si I_{c_{ded}} \leq ref$	0
$Si I_{c_{ded}} > ref$	$Mided = a \times (I_{c_{ded}} - ref)$

$I_{c_{ded}}$ = impact des DED hors lots 1 et 2+ lots forfaitaires

$a = 0,3$

$ref = 370 \text{ kg } \text{éq.CO}_2/\text{m}^2$

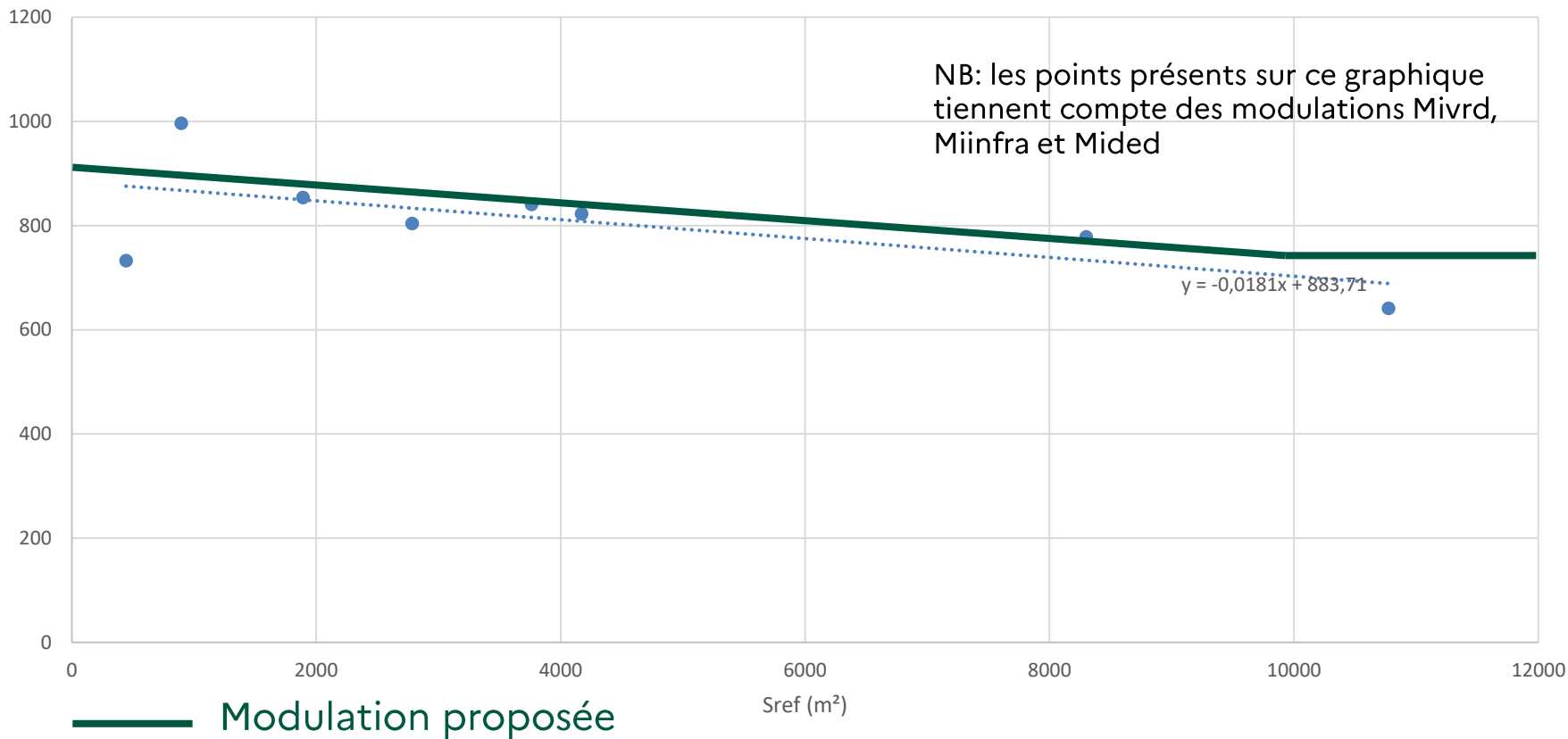
Scolaires
 $I_{c_{ded}}$
(lots 3 à 13)



médiane : $388 \text{ kg } \text{éq.CO}_2/\text{m}^2$

Scolaires: modulation selon la surface

$I_{c,composants}$ des bâtiments en béton étudiés



Scolaires: modulation selon la surface

$$Ic_{\text{construction_max}} = Ic_{\text{construction_maxmoyen}} \times (1 + Misurf) + Miinfra + Mivrd + Mided$$

Sref (Surface utile) (m ²)	Misurf (Modulation selon la surface)
Si Sref ≤ 10000 m ²	$0,084 - \frac{0,21 \times Sref}{10000}$
Si Sref > 10000 m ²	- 0,126



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ANALYSES ECONOMIQUES

Synthèse des surcoûts moyens évalués par rapport à la RT2012

Bureaux				
	2022	2025	2028	2031
Enveloppe	2%	2%	2%	2%
Systemes énergétiques	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Confort d'été en zone chaude - bois	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%
Confort d'été en zone chaude- béton	0%	0%	0%	0%
Carbone	0%	0,5%	0,5%	1%
Etudes	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%
Total - zone chaude bois	5%	5,5%	5,5%	6%
Total - zone chaude béton/zone froide bois	4,75%	5,25%	5,25%	5,75%

Coût de référence en bureaux: 2000 €/m²

Enseignement				
	2022	2025	2028	2031
Enveloppe	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Systemes énergétiques	2,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Confort d'été en zone chaude - bois	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
Confort d'été en zone chaude- béton	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%
Carbone	0,00%	0,5%	0,5%	1%
Etudes	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%
Total - zone chaude bois	3,75%	5,25%	5,25%	5,75%
Total - zone chaude béton/zone froide bois	3,5%	5%	5%	5,5%

Coût de référence en Enseignement : 1900 €/m²

Bâtiments de référence gaz



Exemples de bâtiments RE2020

Exemple de bâtiment de bureau en 2022

Descriptif du bâtiment

Ref: BU26_01_52_2

Niveaux R+1

Surface 413

Nbre occupants 66



VRV



VRV

RT2012

RE2020

Situation	Zone climatique	
	H2b	H2b
	Altitude	
	[0.0, 400.0)	[0.0, 400.0)

Coût total (€/m²)	2034,00	2151,00
Surcoût (€/m²)		137,5
Surcoût relatif (%)		6,75%*

Zone climatique Altitude	RT2012	RE2020	Surcoût (€)
	H2b [0.0, 400.0)	H2b [0.0, 400.0)	
BBIO cep,nr cep Ic, énergie DH	124,9	92,6	
	119,5	65,4	
	119,5	65,4	
	3,7	1,93	
	509	327,4	
Murs extérieurs	Bloc béton +ITI 100 mm R=3,13	Bloc béton+ ITE 160 mm R=5	+9840
	Toiture terrasse inaccessible Dalle béton +PUR 80 mm R=3,7	Dalle béton +PUR 140 mm R=6,35	+3668
Plancher sur terre-plein	Dalle béton 13 cm 80 mm polystyrène R=2,4	Dalle béton 13 cm 80 mm PUR R=3,7	+1048
	Menuiseries Protections solaires Perméa	Alu : 1,4 Store manuel 1	+1504 +19400 +2600
Chauffage + ECS	VRV Pabs 7/20 : 10 kW	VRV Pabs 7/20 : 5,4 kW +régulation	+4500
	Ventilation	SF P extract occ = 496 W P ext inocc = 173 W (0,3 W/m ³ /h)	DF récup 80% certifié P extract = 444 W (0,3 W/m ³ /h) P souf = 661 W (0,4 W/m ³ /h) avec bypass
Eclairage		P = 10 W/m ² gestion manuelle	classe B + détection présence P= 5 W/m ² Gradation auto + détection
	Etudes		Etude ACV

*Les surcoûts identifiés pour ce bâtiment sont supérieurs aux évaluations macro présentées précédemment. Ces surcoûts sont liés à l'utilisation dans cette variante de BSO motorisés et à une amélioration substantielle du confort d'été. Ils sont établis par rapport à une référence RT2012, dont les performances sont inférieures au « standard » du marché en 2019.

Exemple de lycée en 2022

Descriptif du bâtiment

Ref: ENS29_01_65

Niveaux	R+2
Surface (m ²)	10756
Nbre occupants	2800



	RT2012	RE2020
Situation		
Zone climatique	H2b	H2b
Altitude	[0.0, 400.0)	[0.0, 400.0)

Coût total (€/m ²)	1709,00	1762,00
Surcoût (€/m ²)		53
Surcoût relatif (%)		3,10%

	RT2012	RE2020	Surcoût (€)	
Performance	BBIO cep,nr cep Ic, énergie DH	65,8 78,4 78,4 10,13 807	62 57,9 57,9 3,72 822	
Isolation	Murs extérieurs	RDC : mur béton ITI : Voile béton de 20cm + 18cm LM R=4,61 R+1 et R+2 : MOB LM 14,5cm R=4,14 + ITI 6cm de LM R=1,71	RDC : mur béton ITI : Voile béton de 20cm + 18cm LM R=4,61 R+1 et R+2 : MOB LM 14,5cm R=4,14 + ITI 6cm de LM R=1,71	0
	Toiture terrasse accessible	Toiture mixte bois-béton : 20cm LdR R=5,13 + 8cm de béton + complexe bois-laine de roche (8cm) R=2	Toiture mixte bois-béton : 20cm LdR R=5,13 + 8cm de béton + complexe bois-laine de roche (8cm) R=2	0
	Plancher sur terre-plein	Dalle béton de 20cm isolée sous chape par 13cm polystyrène Th35 R= 3,71	Dalle béton de 20cm isolée sous chape par 13cm polystyrène Th35 R= 3,71	0
	Menuiseries Protections solaires Perméa	Alu : 1,6 Volet roulant manuel 1,7	Alu : 1,6 Volet roulant manuel 1	0 +0 + 55 000
Systèmes	Chauffage + ECS	Chaudières gaz à condensation (3 X 225kW)	Chaudières gaz à condensation (3 X 225kW)	0
	Ventilation	Simple flux P= 0.40 W/(m3/h)	Double flux Rdt=70% valeur certifiée P= 0.30 W/(m3/h) en extraction et 0.40 en soufflage	+412 100
	Eclairage	P = 7 W/m ² gestion manuelle	Classe B P= 5 W/m ² Gradation auto + détection	+ 53 800
Etudes	Etudes		Etude ACV	+ 53 800

Exemple de lycée en 2022/2025

Descriptif du bâtiment

Ref: ENS29_01_74_adapté

Niveaux	R+2
Surface (m ²)	10756
Nbre occupants	2800



	RT2012	RE2020
Zone climatique	H2b	H2b
Altitude	[0.0, 400.0)	[0.0, 400.0)

Coût total (€/m ²)	1709,00	1774,00
Surcoût (€/m ²)		65
Surcoût relatif (%)		3,80%

	RT2012	RE2020	Surcoût (€)	
Performance	BBIO	65,8	65,8	
	cep,nr	78,4	<65	
	cep	78,4	<65	
	Ic, énergie	10,13	1,96	
	DH	807	807	
Isolation	Murs extérieurs	RDC : mur béton ITI : Voile béton de 20cm + 18cm LM R=4,61	RDC : mur béton ITI : Voile béton de 20cm + 18cm LM R=4,61	0
		R+1 et R+2 : MOB LM 14,5cm R=4,14 + ITI 6cm de LM R=1,71	R+1 et R+2 : MOB LM 14,5cm R=4,14 + ITI 6cm de LM R=1,71	0
	Toiture terrasse accessible	Toiture mixte bois-béton : 20cm LdR R=5,13 + 8cm de béton + complexe bois-laine de roche (8cm) R=2	Toiture mixte bois-béton : 20cm LdR R=5,13 + 8cm de béton + complexe bois-laine de roche (8cm) R=2	0
	Plancher sur terre-plein	Dalle béton de 20cm isolée sous chape par 13cm polystyrène Th35 R= 3,71	Dalle béton de 20cm isolée sous chape par 13cm polystyrène Th35 R= 3,71	0
	Menuiseries Protections solaires Perméa	Alu : 1,6 Volet roulant manuel 1,7	Alu : 1,6 Volet roulant manuel 1,7	0 0 0
Systèmes	Chauffage + ECS	Chaudières gaz à condensation (3 X 225kW)	PAC Air / Eau R407c (2 X 76kW)	+ 269 000
	Ventilation	Simple flux P= 0.40 W/(m3/h)	Double flux Rdt=70% valeur certifiée P= 0.30 W/(m3/h) en extraction et 0.40 en soufflage	+326 000
	Eclairage	P = 7 W/m ²	P = 5 W/m ²	+ 53 800
Etudes	Etudes	Etude ACV	+ 53 800	



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

MERCI



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Annexes

Plan d'expérience

Le principe :

Le plan d'expérience permet de limiter le nombre de simulations pour des paramètres interdépendants.

Les simulations sont réalisées sur la base de différents objectifs de performance sur l'indicateur Cep, dans les différentes zones climatiques. Les bureaux d'études étaient chargés de recourir aux leviers permettant d'atteindre le niveau d'exigence pour un surcoût minimal.

Points d'attention sur les résultats obtenus :

- Les résultats se basent sur une optimisation réalisée avant certaines évolutions de méthode, ce qui peut introduire un biais
- Avec les données à disposition, le plan d'expérience ne permet de réaliser que des régressions linéaires, et pas de montrer de tendance plus précise
- Par ailleurs, les bâtiments de base du plan d'expérience sont différents les uns des autres, et pourront donc faire l'objet de modulations par ailleurs (compacité). Les modulations sur la compacité seront établies en considérant une modulation nulle pour une configurations « moyenne » correspondante.

Positionnement RT2012 – Surface

Surface utile RT	Enseignement	Bureaux
0m ² -250m ²	33%	38%
250m ² -500m ²	21%	21%
500m ² -750m ²	11%	10%
750m ² -1000m ²	8%	6%
1000m ² -1250m ²	3%	4%
1250m ² -1500m ²	3%	2%
1500m ² -1750m ²	3%	2%
1750m ² -2000m ²	2%	2%
>2000m ²	15%	15%

Surface utile RT = Sref RE2020 / 1,1 (enseignement primaire, bureaux) ou 1,2 (enseignement secondaire)

Les très petits bâtiments sont de loin les plus nombreux. Par contre, ils ne représentent qu'une part minoritaire de la surface construite : les bâtiments <2000m² représentent 85 % des bâtiments construits, mais :

- En bureaux : 30 % de la surface construite ;
- En enseignement : 43 % de la surface construite.

Positionnement RT2012 – systèmes énergétiques

Système de refroidissement	Enseignement	Bureaux
sans	86,74%	37,35%
RCU	0,12%	0,76%
PAC	13,14%	61,89%

Système de refroidissement	Enseignement							
	H1-a	H1-b	H1-c	H2-a	H2-b	H2-c	H2-d	H3
sans	90,80%	93,22%	89,69%	98,28%	95,07%	75,93%	72,31%	68,04%
RCU	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,41%	0,00%	0,00%
PAC	8,91%	6,78%	10,31%	1,72%	4,93%	23,65%	27,69%	31,96%

Système de refroidissement	Bureaux							
	H1-a	H1-b	H1-c	H2-a	H2-b	H2-c	H2-d	H3
sans	47,34%	46,04%	27,14%	71,65%	57,89%	14,62%	22,11%	16,48%
RCU	0,71%	0,64%	0,70%	0,00%	0,36%	1,04%	0,00%	1,90%
PAC	51,95%	53,32%	72,16%	28,35%	41,75%	84,34%	77,89%	81,62%

Positionnement RT2012 – Ventilation

Système de ventilation	Enseignement	Bureaux
VMC SF Autoréglable	52%	63%
VMC SF Hygroréglable A	1%	1%
VMC SF Hygroréglable B	3%	3%
VMC DF	29%	23%
CTA débit d'air constant	14%	10%
CTA débit d'air variable	0%	0%

Système de ventilation	Enseignement					Bureaux				
	<2015	2015	2016	2017	>=2018	<2015	2015	2016	2017	>=2018
VMC SF Autoréglable	51%	54%	51%	57%	49%	64%	63%	61%	64%	61%
VMC SF Hygroréglable A	0%	2%	1%	2%	2%	1%	1%	1%	2%	1%
VMC SF Hygroréglable B	3%	2%	3%	4%	4%	3%	3%	4%	4%	4%
VMC DF	34%	30%	29%	23%	27%	25%	24%	24%	17%	21%
CTA débit d'air constant	12%	12%	15%	15%	18%	7%	9%	11%	13%	13%
CTA débit d'air variable	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%