

ÉTUDE CONSORTIUM RE 2020 CRÈCHE

Version provisoire

22/12/2023

Ce document est une version provisoire du rapport de l'étude.

Il doit être validé par l'ensemble des participants du consortium et complété avec une analyse économique.

Références des devis des études :

BET	REFERENCE BET
LBM Energie	Réf. Devis : 23/D/A62 Date : 29/08/2023



▪ **Modifications du rapport :**

13/12/2023 : V1

20/12/2023 : Ajout crèche 2

SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION DES COMMANDITAIRES DE L'ÉTUDE.....	4
2. SYNTHÈSE DES CONSTATS DE L'ÉTUDE EN CRÈCHE	5
3. DÉTAILS DE L'ÉTUDE	6
4. IMPACT DU CHANGEMENT DE MOTEUR DE CALCUL RT 2012 → RE 2020 (CRÈCHE 1 ET 2)	10
4.1. IMPACTS SUR LE BBIO.....	10
4.2. IMPACTS SUR LE CEP,NR.....	11
5. COMPARAISON DES RÉSULTATS ENTRE LES ÉTUDES CONSORTIUM ET GTM 2.....	12
5.1. COMPARATIF DES PERFORMANCES DE L'ENVELOPPE.....	12
5.2. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET DES EXIGENCES DES INDICATEURS ENERGIE (BBIO, CEP, IC _{ÉNERGIE})	14
6. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DÉTAILLÉS DE LA CRÈCHE 1	17
6.1. BBIO	17
6.2. CEP ET CEP,NR	19
6.3. IC _{ÉNERGIE}	20
6.4. CONFORT D'ÉTÉ : DH	21
6.5. IC _{CONSTRUCTION}	22
6.6. AMÉLIORATIONS UNITAIRES.....	25
7. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DÉTAILLÉS DE LA CRÈCHE CRÈCHE 2	29
7.1. BBIO	29
7.2. CEP ET CEP,NR	31
7.3. IC _{ÉNERGIE}	32
7.4. CONFORT D'ÉTÉ : DH	33
7.5. IC _{CONSTRUCTION}	36
7.6. AMÉLIORATIONS UNITAIRES.....	39
8. LISTE DES FIGURES.....	42
9. ANNEXES.....	43

1. PRÉSENTATION DES COMMANDITAIRES DE L'ÉTUDE

Le consortium d'étude regroupe les partenaires suivants : CIMbéton, Collectif Isolons la terre Contre le CO₂, EDF, ENGIE, FILMM, FFTB, Uniclimate.

Les participants ont fait réaliser des études de cas sur deux crèches avec le moteur de calculs RE 2020 dit « MAESTRO ». Le moteur de calcul pour l'étude a été celui fourni par les pouvoirs publics aux membres du GT modélisateurs. Il préfigure le moteur de calcul de la RE2020 pour ces types de bâtiments. À ce titre, il embarque un certain nombre de changements liés aux arbitrages DGE/C/ DHUP (nouveaux fichiers météo, nouveaux indicateurs, etc.).

Cette étude comprend a-minima les cas et configurations détaillées dans le cahier des charges en annexe.

Les objectifs de cette étude sont :

- Apporter des travaux complémentaires à ceux déjà engagés par le GTM2 et de les partager,
- Fournir des éléments aux membres du consortium pour se positionner lors de la concertation sur les exigences réglementaires.

Cette étude est une étude uniquement technique, neutre donc sans « position ».

- Commanditaires de l'étude : CIMbéton, Collectif Isolons la Terre Contre le CO₂, EDF R&D, ENGIE, FFTB, FILMM, UNICLIMA.
- Bureaux d'études réalisant les simulations : Crèche – LBM Energie.

Présentation des commanditaires de l'étude :

- **CIMbéton** : centre d'information sur le ciment et ses applications béton. Il a pour mission de faire connaître les progrès techniques des ciments et des bétons dans tous les secteurs de la construction, bâtiment, travaux publics, génie civil.
- **Collectif Isolons la Terre contre le CO₂** : regroupement d'industriels avec pour objectif de participer activement à la lutte contre le réchauffement climatique (ALDES – HIRSCH Isolation – KP1 - LAFARGE HOLCIM France - PLACOPLATRE - ISOVER - SAINT-GOBAIN PAM Building – SAINT-GOBAIN Glass Bâtiment - UNILIN - VELUX).
- **EDF** : Leader mondial des énergies bas carbone, le groupe EDF rassemble tous les métiers de la production, du commerce et des réseaux d'électricité.
- **ENGIE** : Premier distributeur de gaz naturel en France. Il garantit la sécurité de la chaîne gazière.
- **FFTB** : Fédération Française des Tuiles et Briques, porte-parole de la filière terre cuite qui représente 99% de la production de tuiles et briques en France.
- **FILMM** : Syndicat des laines minérales, il a pour mission de représenter les industriels français de laines minérales manufacturées.
- **UNICLIMA** : Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques, il compte 87 sociétés ou groupes leaders sur leurs marchés ce qui fait du syndicat le représentant légitime de la profession.

2. SYNTHÈSE DES CONSTATS DE L'ÉTUDE EN CRÈCHE

2.1. IMPACT DU CHANGEMENT DE MOTEUR DE CALCUL : RT 2012 → RE 2020 (BBIO – CEP - ICÉNERGIE)

- Indicateur Bbio : en moyenne le changement de moteur augmente le Bbio_projet de +20 % (en H1a et H2b) et de +46 % à +69 % en zone H3 entre le moteur RT 2012 et le moteur RE 2020.
- Indicateur Cep et Cep,nr : En moyenne le changement de moteur augmente le Cep_projet nettement plus fortement pour la crèche 2 (+20 % en H1a et H2b et + 40 % en H3) en comparaison avec la crèche 1 (+4% en H1a et H2b et +20 % en H3). L'augmentation la plus importante en zone H3 est à analyser avec l'indicateur DH du projet.
- Premières conclusions à la suite des propositions de seuils par la DHUP en crèche :

Logiquement avec une performance de l'enveloppe plus faible pour le GTM par rapport à l'étude du consortium, les niveaux des seuils dits « exigeants » proposés sur les indicateurs réglementaires Bbio_max, Cep,nr_max, Cep_max et Icénergie_max sont très facilement atteints dans les simulations du consortium.

▪ Bbio_max :

- Les bâtiments du GTM ne respectent pas la RT 2012. La performance de l'enveloppe retenue par le GTM est trop faible en comparaison avec la performance de l'étude du consortium.
- La proposition la plus exigeante d'un Bbio_max à 145 points est donc un recul par rapport à la réglementation actuelle (RT 2012) en crèche.

▪ Cep,nr_max et Cep_max :

- Les bâtiments du GTM ne respectent pas la RT 2012. La performance de l'enveloppe retenue par le GTM est trop faible en comparaison avec la performance de l'étude du consortium.
- La proposition la plus exigeante d'un Cep,nr_max à 155 kWhEP/m².an est donc un recul par rapport à la réglementation actuelle (RT 2012) en crèche.

▪ Icénergie_max :

- Logiquement les bâtiments du consortium sont nettement en dessous des seuils Icénergie proposés quelle que soit l'énergie.

2.2. RÉSULTATS SUR LA CRÈCHE 1

▪ Confort d'été :

- Le seuil dit « souple » sur les DH n'est pas respecté pour la crèche 1 en zone H3 (1478 DH avec un seuil à 1050 DH). Les seuils de DH « exigeants » sont accessibles pour ce bâtiment en zone H1a (361 DH pour un seuil de 450 DH) et H2b (469 DH pour un seuil de 450 DH).
- En zone H3, seul le cas avec un système de refroidissement actif (réversible) serait réglementaire SI le seuil DH_max climatisé retenu serait le seuil « souple » (1474 DH pour un seuil de 1650 DH).
- La différence entre le forfait de refroidissement fictif liée aux DH et le refroidissement réel est importante avec quasiment un doublement des kWhEP réels Vs le forfait.

▪ Icconstruction :

- À date, le seuil 2031 « exigeant » semble n'être atteignable uniquement en construction très légère (bois) et avec des données individuelles ou collectives.

▪ Ventilation :

- Le remplacement d'une VMC Simple flux (SF) par une VMC Double Flux (DF), permet en zone H1a et H2b un gain sur le Cep,nr_projet de -25 à -26 % et en zone H3 de -18 %.
- Avec une augmentation des débits de ventilation qui respecte les exigences de l'arrêté du 31 août 2021 « créant un référentiel national relatif aux exigences applicables aux établissements d'accueil du jeune enfant en matière de locaux, d'aménagement et d'affichage », ce bâtiment reste réglementaire c'est-à-dire sous le Cep,nr_max exigeant.

2.3. RÉSULTATS SUR LA CRÈCHE 2

▪ Confort d'été :

- Le seuil DH_max_exigeant : n'est pas respecté pour ce bâtiment. En zone H1a certainement accessible avec des améliorations (DH_projet : 498 DH – DH_max_exigeant : 450 DH)
- Le seuil DH_max_intermédiaire est accessible pour ce bâtiment en zone H1a et certainement en H2b avec des améliorations (DH_projet : 680 DH – DH_max_exigeant : 600 DH)
- Le seuil de DH_max_souple semble difficilement atteignable pour ce bâtiment en H3 (DH_projet : 2255 DH – DH_max_souple : 1050 DH). Il induit la mise en place d'un rafraîchissement adiabatique (74 DH) ou d'un puits climatique (1087 DH) combiné à des améliorations sur le confort d'été.
- Si le bâtiment est modélisé avec un refroidissement actif alors les seuils de DH seraient de : 1050, 1400 ou 1650 DH. Le seuil « souple_refroidissement_actif » de 1650 DH semble atteignable en combinant plusieurs améliorations.
- Les résultats démontrent que le confort d'été doit se traiter de manière globale, c'est-à-dire avec un ensemble de solutions. L'unique changement de la couleur d'un élément constructif ne permet pas à lui seul de rendre le bâtiment confortable.
- La différence entre le forfait de refroidissement fictif liée aux DH et le refroidissement réel est importante.
- L'inertie d'un bâtiment est non négligeable pour améliorer le confort d'été, pourtant apporter de l'inertie signifie un ajout de matières supplémentaires qui a pour conséquence généralement d'augmenter l'indicateur IC_{construction}.

▪ IC_{construction} :

- Pour ce bâtiment les propositions du seuil « souple » apparaissent comme très exigeantes. Si elles sont retenues, cela conduit à réaliser des constructions très légères (bois) à partir de 2028 en crèche ET avec des données individuelles.

▪ Ventilation :

- Avec une augmentation des débits de ventilation qui respecte les exigences de l'arrêté du 31 août 2021 « *créant un référentiel national relatif aux exigences applicables aux établissements d'accueil du jeune enfant en matière de locaux, d'aménagement et d'affichage* », ce bâtiment reste réglementaire c'est-à-dire sous le Cep,nr_max exigeant.

3. DÉTAILS DE L'ÉTUDE

Note : les premières simulations de cette étude ont été réalisées avant de connaître les propositions de la DHUP sur les seuils des indicateurs réglementaires de la RE 2020.

3.1. PRÉSENTATION

Le domaine d'étude comprend 2 bâtiments de la petite enfance :

- Crèche 1 – 124 m² - 10 lits,
- Crèche 2 – 514 m² - 46 lits.

▪ **L'étude est réalisée en deux phases :**

Phase 1 - objectifs : Connaître l'incidence du changement de moteur de calcul entre le moteur RT 2012 et le moteur RE 2020. Les calculs sont réalisés avec le moteur de calcul RT 2012 et les bâtiments sont transposés dans le moteur RE 2020 à performance et descriptif identiques.

→ **Cela permet de valider des descriptifs techniques de l'enveloppe dits RE 2020, qui respectent la RT 2012 ainsi que leurs renforcements possibles pour la suite de l'étude dans la phase 2.**

Phase 2 – objectifs : Selon le descriptif de l'enveloppe validé en phase 1, analyser les résultats avec le moteur de calcul RE 2020 selon des améliorations unitaires sur l'enveloppe, les équipements, la ventilation, le confort d'été et les systèmes constructifs.

Analyse économique (Coûts)

- Calcul des surcoûts d'investissement d'une variante par rapport à la base.
- Calcul des coûts d'exploitation d'une variante par rapport à la base : prix énergie + abonnement + entretien

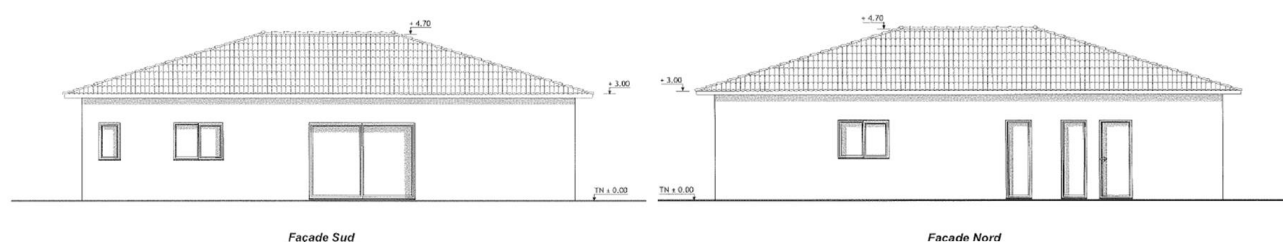
3.2. PETITE ENFANCE : DESCRIPTIFS DES BÂTIMENTS ET DES VARIANTES

Note : pour le secteur de la petite enfance le BET a utilisé deux bâtiments modélisés dans le cadre du GTM. : Crèche 1 (référence GTM : CRE_22) et Crèche 2 (référence GTM : CRE_09).

Caractéristiques	CRÈCHE 1	CRÈCHE 2
Zone de bruit	BR1	BR1
Nombre de lits	10	46
Su	124 m ²	514 m ²
Nbre niveaux	1	1
Compacité (Sp/Su)	2,99	2,9
Surface vitrée en m ²	22	128
Ratio de surface vitrée / m ² Su	0,18	0,25
Surface vitrée en façade (%)	19%	32%
Ascenseur	Non	Non
Type parking	Aérien	Aérien

Tableau 1 : Présentation du descriptif des deux crèches de l'étude

3.2.1. Crèche 1 - liste des variantes



- **Zones climatiques** : H1a – H2b – H3
- **3 niveaux de performance de l'enveloppe** : Strict respect de la RT 2012, Renforcement n° 1 de la performance par rapport à la RT 2012, Renforcement n° 2 de la performance par rapport à la RT 2012.
- **Ventilation** : Simple flux (en base), variante Double flux.
- **Variantes Équipements** :
 - Chaudière gaz double service + radiateurs (BASE)
 - PAC air / air Gainable (non réversible) + Chauffe-eau thermodynamique (BASE)
 - Effet joule + CET,
 - PAC air / air Gainable + zoning réversible + Chauffe-eau électrique
 - PAC air / eau Double service plancher chauffant
 La PAC hybride n'a pas été modélisé car le titre V actuel est uniquement à destination du résidentiel.
- **Modes constructifs** : Brique (BASE), Bloc béton, Ossature bois, Toiture terrasse et toiture charpente avec combles perdus (BASE)

3.2.2. Crèche 2 - liste des variantes



- **Zones climatiques** : H1a – H2b – H3
- **3 niveaux de performance de l'enveloppe** : Strict respect de la RT 2012, Renforcement n° 1 de la performance par rapport à la RT 2012, Renforcement n° 2 de la performance par rapport à la RT 2012.
- **Ventilation** : Double flux (en base), variante Simple flux.
- **Variantes Équipements** :
 - PAC Air/Eau Double service (BASE)
 - Chaudière collective double service + radiateurs (BASE)
 - Chaudière collective simple service + chauffe-eau thermodynamique
 - DRV + K7 réversible + chauffe-eau thermodynamique
 - Chaudière bois
 - Variante RCU

La PAC hybride n'a pas été modélisé car le titre V actuel est uniquement à destination du résidentiel.

- **Modes constructifs** : Béton banché + Toiture bac acier (base), Brique, Ossature bois, toiture terrasse béton.
- **Variantes confort d'été (uniquement en H3)**
 - Bâti : Changement orientation, Couleur des enduits - Foncé : Alpha 0.65 / Très claire : Alpha 0.21 (base à 0.40), Perméabilité à l'air, ITE (ITI en base).
 - Refroidissement actif : Avec (Sans en base)
 - Inertie - Légère – Lourde – Moyenne - Très légère - Très lourde
 - Parois vitrées et protections mobiles : Stores extérieurs auto avec horloge crépusculaire (motorisé en base), vitrages à contrôle solaire (selon les baies par orientation Sud, Est et Ouest), Variation du taux de surface vitrée du projet,
 - Refroidissement passif : Brasseurs d'air, Puits climatique (avec DF + Bypass), Rafrâchissement adiabatique, surventilation nocturne en été.

4. IMPACT DU CHANGEMENT DE MOTEUR DE CALCUL RT 2012 → RE 2020 (CRÈCHE 1 ET 2)

Objectif : avoir une image du descriptif RT 2012 (enveloppe + ventilation + équipements) pour un bâtiment standard (c'est-à-dire $Bbio_{projet} < Bbio_{max RT 2012}$ et $Cep_{projet} < Cep_{max RT 2012}$) puis de le modéliser, à prestations techniques équivalentes, dans le moteur de calcul RE 2020.

4.1. IMPACTS SUR LE BBIO

Note : Le Bbio RE 2020 sera décomposé dans la suite de l'étude.

Comment lire ce graphique : ce graphique présente pour la crèche 1 et la crèche 2 (pour les cas de références, qui respectent les exigences $Cep_{projet} \leq Cep_{max RT 2012} + Bbio \leq Bbio_{max RT 2012}$) l'influence du changement de moteur de calcul sur le Bbio selon 3 zones climatiques. Le Bbiomax RT 2012 est symbolisé par la ligne pointillée rouge.

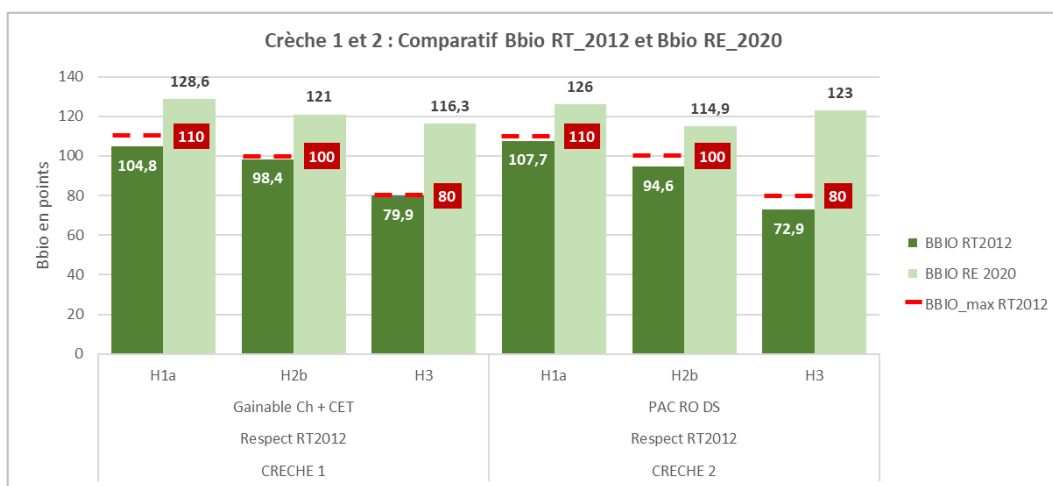


Figure 1 : Comparaison pour la crèche 1 et la crèche 2 des Bbio RT 2012 et RE 2020 pour les cas de référence modélisés dans le moteur RT 2012 et transposés dans le moteur RE 2020 sur trois zones climatiques.

■ Constats :

- L'ensemble des cas RT_2012 respectent le $Bbio_{max RT 2012}$ (consigne donnée au BET).
- Le changement de moteur de calcul de RT vers RE augmente le nombre de points du Bbio.

■ Analyse sur l'augmentation du Bbio :

Plusieurs évolutions ont eu lieu entre les deux moteurs de calcul et dans la méthode THBCE 2020, par exemple : évolution de la surface de référence entre la RT et la RE : la SHON_RT qui devient la SREF, évolution des fichiers météorologiques, modification des scénarii d'occupation, correction de divers bugs, l'ajout systématique d'un Bbio froid en RE (très impactant en zone H3), Débit d'hygiène rendu conventionnel en RE2020, suppression de la valorisation de la gestion fractionnée de l'éclairage pour le calcul du BBIO en RE2020.

→ Les modifications entre les moteurs de calculs étant très nombreuses et impactantes, il n'est donc pas possible de comparer un Bbio RT2012 avec un Bbio RE 2020.

→ En moyenne le changement de moteur augmente le $Bbio_{projet}$ de +20 % (en H1a et H2b) et de +46 % à +69 % en zone H3.

■ En résumé Bbio RT Vs Bbio RE :

Typologie	Zone Climatique	Bbio RT 2012 (en points)	Bbio RE 2020 (en points)	Évolution RT → RE Bbio
CRÈCHE 1	H1a	104,8	128,6	23%
	H2b	98,4	121	23%
	H3	79,9	116,3	46%
CRÈCHE 2	H1a	107,7	126	17%
	H2b	94,6	114,9	21%
	H3	72,9	123	69%

Tableau 2 : Évolution du nombre de points de Bbio pour la crèche 1 et 2 en % entre le moteur RT et le moteur RE à performance thermique équivalent.

4.2. IMPACTS SUR LE CEP,NR

Note : Le Cep RE 2020 sera décomposé dans la suite de l'étude.

Rappels sur les équipements et la ventilation :

- Crèche 1 (124 m²) : PAC Air / Air gainable (non réversible) + CET – Ventilation Simple Flux auto,
- Crèche 2 (514 m²) : PAC Air / eau double service (non réversible) – Ventilation Double flux.

Comment lire ce graphique : ce graphique présente pour la crèche 1 et 2 (pour les cas de références, qui respectent les exigences Cep projet ≤ Cepmax RT 2012 + Bbio ≤ Bbio max RT 2012) l'influence du changement de moteur de calcul sur le Cep selon 3 zones climatiques. Le Cep_max RT 2012 est symbolisé par la ligne pointillée rouge.

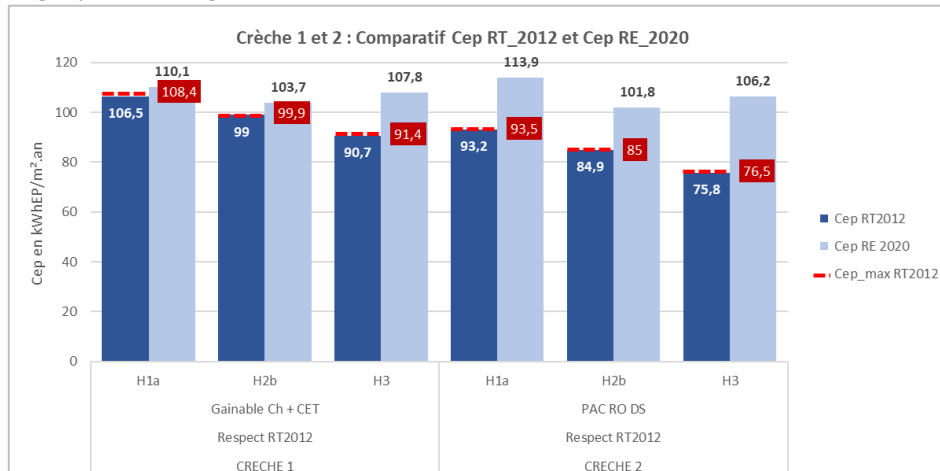


Figure 2 : Comparaison pour la crèche 1 des Cep RT 2012 et RE 2020 pour les cas de référence modélisés dans le moteur RT 2012 et transposés dans le moteur RE 2020 sur trois zones climatiques.

▪ Constats :

- L'ensemble des cas RT_2012 respectent le Cep_max_RT_2012 (consigne donnée au BET).
- Le changement de moteur de calcul de RT vers RE augmente le nombre de kWhEP du Cep.

▪ Analyse sur l'augmentation du Cep : (cf. analyse sur l'augmentation du Bbio)

→ En moyenne le changement de moteur augmente le Cep_projet nettement plus fortement pour la crèche 2 (+20 % en H1a et H2b et + 40 % en H3) en comparaison avec la crèche 1 (+4% en H1a et H2b et +20 % en H3). L'augmentation la plus importante en zone H3 est à analyser avec le nombre de DH du projet.

▪ En résumé Cep RT Vs Cep,nr RE :

Typologie	Zone Climatique	Cep RT 2012 (kWhEP/m ² .an)	Cep RE 2020 (kWhEP/m ² .an)	Évolution RT → RE	Cep
CRÈCHE 1	H1a	106,5	110,1	3%	
	H2b	99	103,7	5%	
	H3	90,7	107,8	19%	
CRÈCHE 2	H1a	93,2	113,9	22%	
	H2b	84,9	101,8	20%	
	H3	75,8	106,2	40%	

Tableau 3 : Évolution du nombre du Cep en kWhEP/m².an pour la crèche 1 et 2 en % entre le moteur RT et le moteur RE à performance thermique équivalent.

5. COMPARAISON DES RÉSULTATS ENTRE LES ÉTUDES CONSORTIUM ET GTM 2

Le 28/09/2023 la DHUP a présenté les premiers résultats du GT Modélisateur 2 pour les crèches. Dans cette partie il est analysé les premières propositions des seuils des indicateurs règlementaires « énergie » (Bbio, Cep,nr, Icénergie) au regard des performances de l’enveloppe retenues dans l’étude consortium et par le GTM.

5.1. COMPARATIF DES PERFORMANCES DE L’ENVELOPPE

Pour comprendre les principales différences sur les résultats des indicateurs règlementaires, une comparaison entre les descriptifs techniques de base est réalisée.

→ Il apparait que la performance de l’enveloppe de l’étude du consortium, qui respecte la RT 2012 (voir § 4.1), est nettement plus performante que la performance retenue dans le cadre du GTM.

Comment lire les tableaux suivants : les tableaux présentent les descriptifs des cas de base entre l’étude du consortium et l’étude du GTM. Pour faciliter la lecture lorsque deux cellules par ligne sont identiques alors la couleur est en jaune. Lorsqu’il y a une différence entre deux cellules d’une ligne alors la couleur est en vert.

▪ Crèche 1 (référence GTM modélisateur CRE_22)

	Consortium BASE Creche 1	GTM - CRE 22
Zones Climatiques	H2b	H2b
Exigences	Respect RT2012	Standard 2023
Clim	Non	Non
Altitude	<400	<400
Zone de bruit	Br1	Br1
Prestations techniques Systèmes		
Système chauffage	PAC Air/Air gainable ch seul	PAC Air/Eau
Système refroidissement	-	-
Emission	Air gainé	PCBT
Système ECS	CET	Ballon électrique 150 litres
Ventilation	Simple flux - 500m3/h - Etanchéité par défaut P=0,2W/(m3/h)	Simple flux
Eclairage	5W/m ²	
Bâti		
Mur extérieur	Brique R=1 + Gr32 10cm R=3,15 Up=0,226	Up 0,25- Brique R=0,63 + ITI 100 mm Th32 (3,15)
Plancher bas	Up23 + R=3,15 sous chape Up=0,133 / Ue=0,135	Dalle + R=3.7 sous chape (8cm PUR)
Traitement Linéique plancher haut	Sans objet	Sans objet
Plancher haut	R=10 + Up=0,108	Up 0,108 - Combles légers R=10
Menuiseries alu	Uw=1,7 / Sw=0,46 / Tlw=0,57	Alu Uw=1,7
Menuiseries PVC	Uw=1,4 / Sw=0,39-0,41 / Tlw=0,49-0,50	PVC Uw=1,4
Sw / Tlw avec Protect°		Sw=0,03/Tlw=0,01
Fermetures	Volets roulants Uc=0,8	Uc=1,1
Gestion des fermetures	Gestion Motorisée	Gestion motorisée
Perméa à l'air	0,7	1,7 (défaut)
Inertie quotidienne	Moyenne	

Tableau 4 : Comparaison entre les descriptifs de base de la crèche 1 utilisés dans l'étude consortium et le GTM

▪ Crèche 2 (référence GTM modélisateur CRE_09)

	Consortium_BASE_Creche_2	GTM - CRE_09
Zones Climatiques	H2b	H2b
Systèmes	PAC Air/ Eau DS	PAC Air/Eau DS
Exigences	Respect RT2012	Standard 2023
Clim	Non	Non
Altitude	<400	<400
Zone de bruit	Br1	Br1
Prestations techniques Systèmes	Système chauffage	PAC Air/Eau DS
	Programmation	Optimiseur
	Système refroidissement	-
	Emission	Radiateurs 50-40°C
	Système ECS	Lié au chauffage
	Ventilation	Double flux - classe A - CO2 activité + présence dortoirs
	Eclairage	4W/m ² activité + dortoirs + repos + dgt / 5W/m ² autres
Bâti	Mur extérieur	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35 – Up=0,209
	Plancher bas sur terre-plein	R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face – Up=0,103 / Ue=0,096
	Traitement Linéique plancher haut	Sans objet
	Plancher haut	R=10,9 – Up=0,103
	Menuiseries alu	Uw=1,7 / Sw=0,46 / Tlw=0,57
	Menuiseries PVC	Uw=1,3 / Sw=0,39-0,41 / Tlw=0,49-0,50
	Sw / Tlw avec Protect°	-
	Fermetures	Volets roulants - Uc=0,6
	Gestion des fermetures	Gestion motorisée
Inertie quotidienne	Moyenne	

Tableau 5 : Comparaison entre les descriptifs de base de la crèche 2 utilisés dans l'étude consortium et le GTM

→ **Conclusion : Logiquement avec une performance de l'enveloppe plus faible pour le GTM par rapport à l'étude du consortium les niveaux des seuils proposés sur les indicateurs règlementaires Bbio_max, Cep,nr_max, Cep_max et Icénergie_max seront très facilement atteints dans les simulations du consortium.**

5.2. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET DES EXIGENCES DES INDICATEURS ENERGIE (BBIO – CEP – ICÉNERGIE)

5.2.1. Présentation des résultats et des exigences - indicateur Bbio

Comment lire le graphique : Ce graphique représente la décomposition du Bbio pour trois bâtiments. Les bâtiments CRE 22 et CRE 09 ont été simulés par le consortium et le GTM 2, le CRE_18 uniquement par le GTM 2. Les résultats du GTM 2 sont issus de la présentation du 28/09/2023. Les trois propositions de Bbio_max à 145, 165 et 185 points sont issues de la proposition de la DHUP dans le cadre de la concertation du 28/09/2023. La CRE_22 correspond à la crèche 1 du consortium et la CRE_09 à la crèche 2 du consortium.

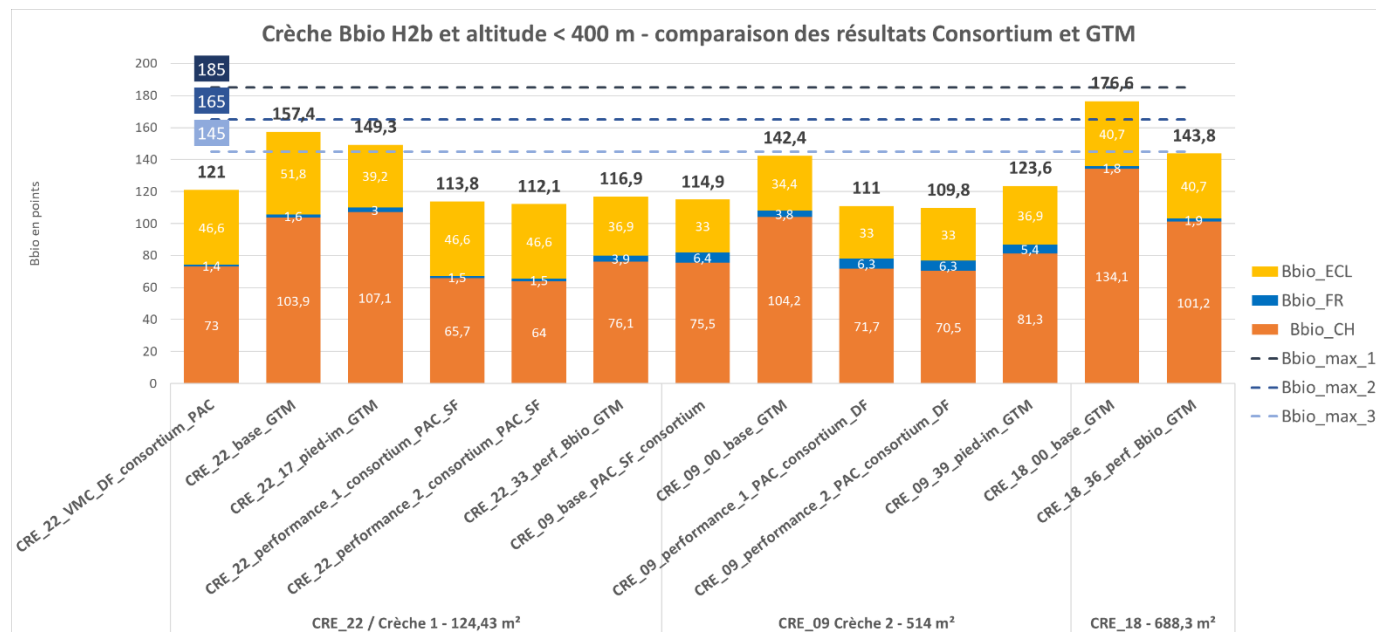


Figure 3 : Présentation des Bbio et de leurs décompositions et des propositions de seuils de Bbio_max entre l'étude consortium et le GTM.

Les descriptifs des performances de l'enveloppe des variantes du consortium sont en page 11 et 12.

■ Constats :

Crèche 1 : comparaison des variantes « CRE_22_base_consortium » et « CRE_22_base_GTM » :

- Bbio : La comparaison des variantes fait apparaître une différence de +36 points de Bbio pour le bâtiment du GTM par rapport au bâtiment du consortium.

Crèche 2 : comparaison des variantes « CRE_09_base_consortium » et « CRE_09_00_base_GTM » :

- Bbio : La comparaison des variantes fait apparaître une différence de +27 points de Bbio pour le bâtiment du GTM par rapport au bâtiment du consortium.

Crèche 1 Vs Crèche 2 :

- Le taux de surface vitrée de la crèche 2 est plus élevé que dans la crèche 1 ce qui explique que le besoin d'éclairage (Becl) est plus faible mais le besoin de froid (Bfr) est légèrement plus important.

■ Conclusions :

- Les bâtiments du GTM ne respectent pas la RT 2012. La performance de l'enveloppe retenue par le GTM est trop faible en comparaison avec la performance de l'étude du consortium.
- La proposition la plus exigeante d'un Bbio_max à 145 points est donc un recul par rapport à la réglementation actuelle (RT 2012) en crèche.

5.2.2. Présentation des résultats et des exigences - indicateur Cep,nr

Comment lire ce graphique : Ce graphique représente la décomposition du Cep,nr pour 2 bâtiments. Les bâtiments CRE 22 et CRE 09 ont été simulés par le consortium et le GTM 2. Les résultats du GTM 2 sont issus de la présentation du 28/09/2023. Les trois propositions de Cep,nr max à 155, 160 et 165 kWhEP/m².an sont issus de la proposition de la DHUP dans le cadre de la concertation du 28/09/2023. La CRE_22 correspond à la crèche 1 du consortium et la CRE_09 à la crèche 2 du consortium.

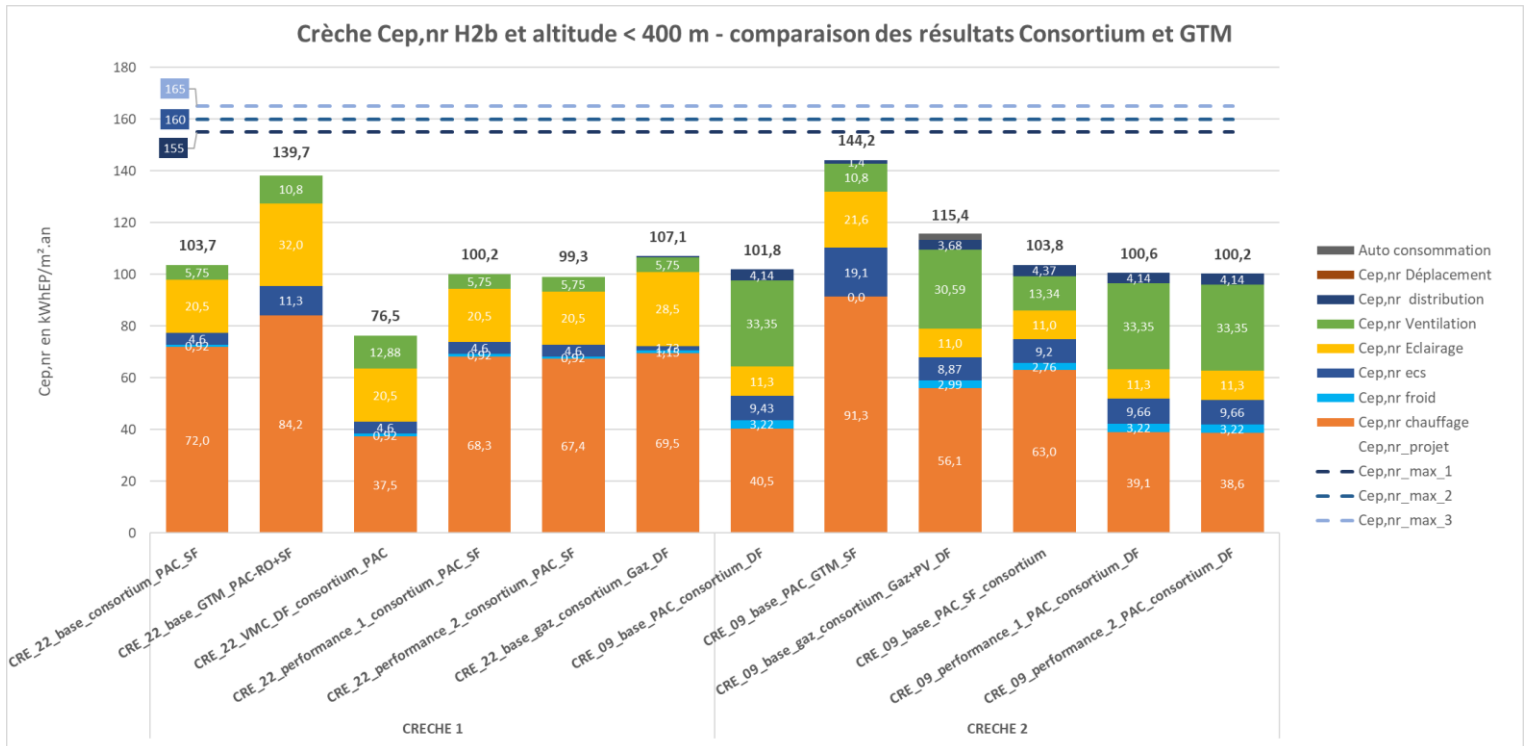


Figure 4 : Présentation des Bbio et de leurs décompositions et des propositions de seuils de Bbio_max entre l'étude consortium et le GTM.

■ Constats :

Crèche 1 : comparaison des variantes « CRE_22_base_consortium » et « CRE_22_base_GTM » :

- Cep,nr : La comparaison des variantes fait apparaître une différence de +36 kWhEP/m².an de Cep,nr pour le bâtiment du GTM par rapport au bâtiment du consortium.

Crèche 2 : comparaison des variantes « CRE_09_base_consortium » et « CRE_09_00_base_GTM » :

- Bbio : La comparaison des variantes fait apparaître une différence de +42 kWhEP/m².an de Cep,nr pour le bâtiment du GTM par rapport au bâtiment du consortium.

■ Conclusions :

- Les bâtiments du GTM ne respectent pas la RT 2012. La performance de l'enveloppe retenue par le GTM est trop faible en comparaison avec la performance de l'étude du consortium.
- La proposition la plus exigeante d'un Cep,nr_max à 155 kWhEP/m².an est donc un recul par rapport à la réglementation actuelle (RT 2012) en crèche.

5.2.3. Présentation des résultats et des exigences - indicateur Ic_{énergie}

Comment lire ce graphique : Ce graphique représente la décomposition du Ic_{énergie} pour 2 bâtiments. Les bâtiments CRE 22 et CRE 09 ont été simulés par le consortium et le GTM 2. Les résultats du GTM 2 sont issus de la présentation du 28/09/2023. Les trois propositions de Ic_{énergie} max à 715, 1000 et 1270 kg eq CO₂/m² sont issus de la proposition de la DHUP dans le cadre de la concertation du 28/09/2023. La CRE_22 correspond à la crèche 1 du consortium et la CRE_09 à la crèche 2 du consortium.

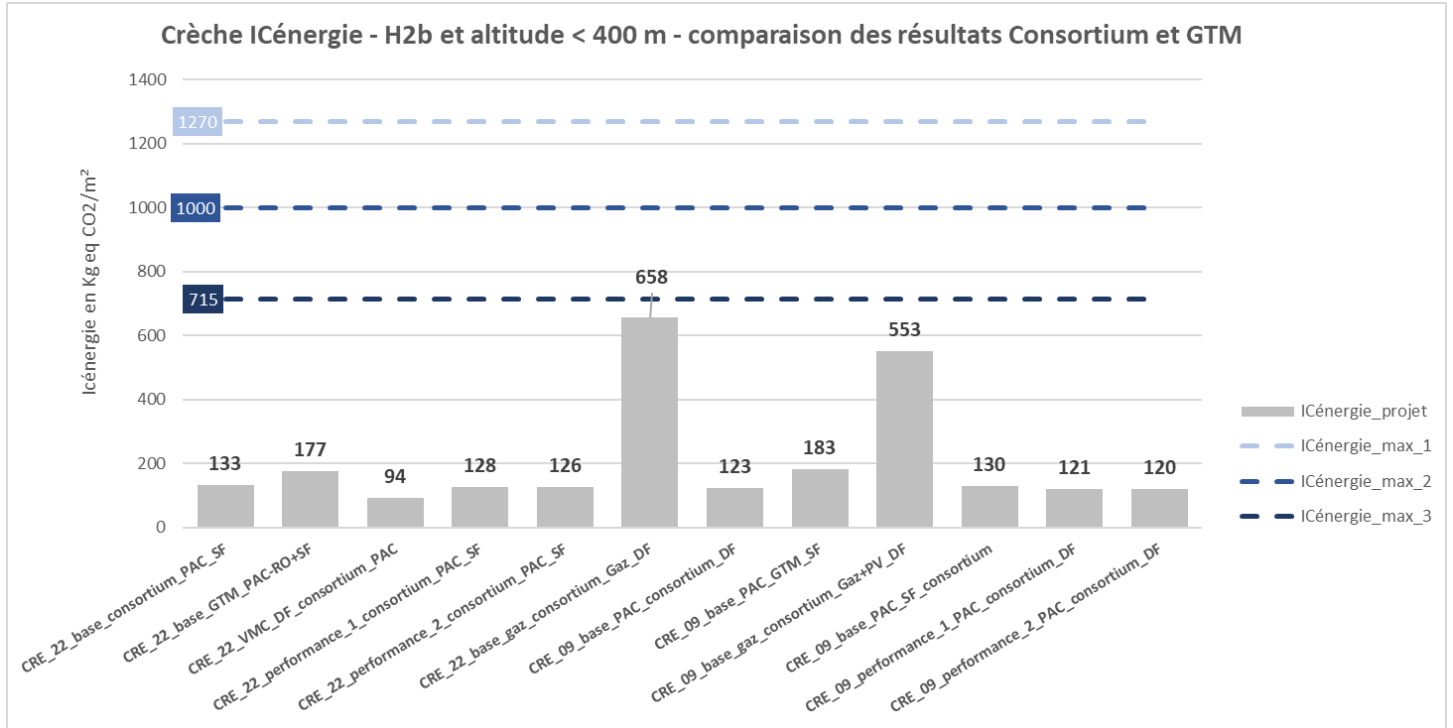


Figure 5 : Présentation des Ic_{énergie} et de leurs décompositions et des propositions de seuils de Bbio_max entre l'étude consortium et le GTM.

- **Conclusion : Logiquement avec une enveloppe plus performante les bâtiments du consortium sont nettement en dessous des seuils Ic_{énergie} proposés.**

6. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DÉTAILLÉS DE LA CRÈCHE 1

Pour les indicateurs Bbio, Cep,nr et Icénergie, les seuils présentés sur le rapport correspondent aux seuils dits « exigeants ». Pour les indicateurs DH et Iconstruction, les 3 catégories de seuils proposés seront présentées : souple, intermédiaire et exigeant.

6.1. BBIO

6.1.1. Décomposition du Bbio cas « Base » selon les 3 zones climatiques

Comment lire ce graphique : ce graphique présente pour trois zones climatiques la décomposition du Bbio – cela correspond au Bbio de base retenu pour l'ensemble de l'étude.

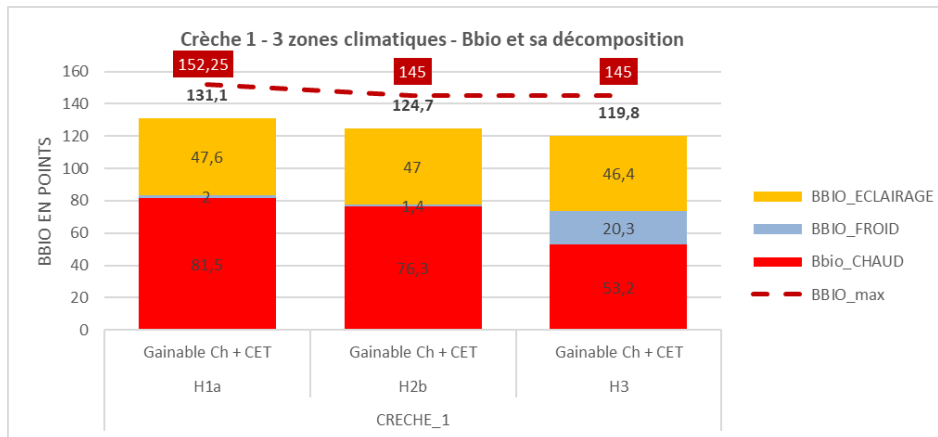


Figure 6 : Décomposition du BBIO pour les cas de base pour 3 zones climatique (crèche 1)

Constats :

- **Bbio_Chaud :**
 - Évolution de 81.5 points en zone H1a à 53.2 points en zone H3,
 - Il représente plus de 60 % du Bbio total en zone H1a et H2b et 44 % en zone H3.
- **Bbio_Froid :**
 - Évolution de 1.4 points en zone H2b à 20.3 points en zone H3.
 - Il représente moins de 2% du Bbio total en zone H1a et H2b et 17 % en zone H3.
 - Pour ce bâtiment il n'y a pas eu de variantes unitaires pour chercher à améliorer le Bbio Froid (voir § confort d'été de la crèche 2).
- **Bbio_éclairage :**
 - +/- 47 points pour les trois zones climatiques.
 - Il représente de 36 à 39 % du Bbio total.

▪ Analyse seuil de Bbio_max « exigeant » :

Les Bbio projets sont inférieurs de +/- 20 points de Bbio en zone H1a et H2b et de 25 points de Bbio en zone H3.

Le bâtiment représentatif des performances de l'enveloppe de la RT 2012 respecte donc très facilement la RE 2020 avec un Bbio_max_RE_2020 « exigeant » de -14 % à -17 %.

6.1.2. Renforcement du Bbio

Comment lire ce tableau : ce tableau présente la performance de l'enveloppe avec 6 niveaux de performance. Le cas « calage RT 2012 » correspond au descriptif de la phase 1 qui respecte strictement la RT 2012. Le cas « Base » de la phase 2 correspond à la performance de l'enveloppe retenue dans la suite de cette étude. Le code couleur facilite la lecture les cellules en vert correspondent à un renforcement des prestations par rapport à la base (colonne calage RT 2012 pour la phase 1 et colonne Base pour la phase 2).

	H2b - Base brique - Gainable chauffage + CET – VMC SF					
	PHASE 1			PHASE 2		
	CALAGE RT 2012	PERFORMANCE 1	PERFORMANCE 2	BASE	PERFORMANCE 1	PERFORMANCE 2
Masques lointains	RE2020 : 10°			RE2020 : 10°		
Masques proches	Aucun			Aucun		
Perméabilité à l'air	0,7			1		
Murs ext - ITI	Brique R=1 + Λ 10cm R=3,15	Brique R=1,4 + Λ 30 R=4,75		Brique R=1 + Λ 32 R=3,75	Brique R=1,4 + Λ 30 R=4,75	
Plancher bas	Up23 + R=3,15 sous chape	Up19 + R=4.65 sous chape		Up23 + R=3,15 sous chape	Up19 + R=4.65 sous chape	
Plancher haut combles	R=10			R=10		
Baies PVC	Uw=1,4		Uw=1,3	Uw=1,3		
Baies alu	Uw=1,7		Uw=1,4	Uw=1,7	Uw=1,7	Uw=1,4
Protections	VRE - Uc=0,8 - h=30cm			VRE - Uc=0,8 - h=30cm		
Porte entrée	Ud=1,4			Ud=1,4		
Porte de service	Ud=1,3			Ud=1,3		

Tableau 6 : Présentation des performances de l'enveloppe pour le renforcement du Bbio en zone H2b

Comment lire ce graphique : Ce graphique représente pour la crèche 1 la décomposition du Bbio pour 6 niveaux de performance en zone H2b. La colonne « base » est le niveau de Bbio retenue pour la suite de l'étude en zone H2b.

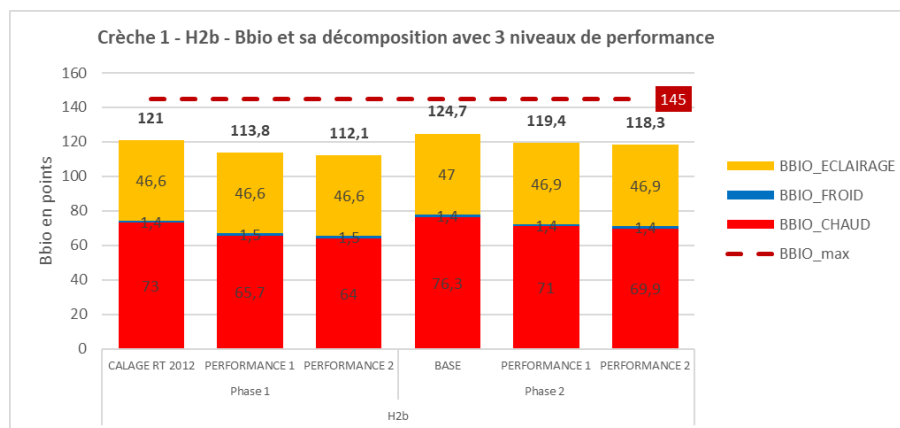


Figure 7 : Décomposition du Bbio en zone H2b pour 6 niveaux de performance (crèche 1)

Constats :

Entre la phase 1 et la phase 2 (variantes CALAGE RT 2012 et BASE) :

- La variante « calage RT 2012 » respecte strictement les exigences de la RT 2012 avec 121 points.
- La variante « Base » correspond au niveau de performance retenue dans la suite de l'étude, par rapport à la variante « calage RT 2012 ». Avec 124.7 points la variante de base est donc moins performante de 3 points par rapport à la variante « Calage RT 2012 ».

→ La variante « Phase 1 / performance 2 » correspond au niveau de performance max. pour ce bâtiment soit un Bbio-max_Re 2020 « exigeant » -23 %. La perméabilité à l'air en crèche a un impact très important sur le Bbio.

6.2. CEP ET CEP,NR

6.2.1. Décomposition du Cep,nr des cas « Base » selon les 3 zones climatiques et deux systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique représente la décomposition du Cep,nr pour trois zones climatiques et deux systèmes à performance thermique équivalente de l'enveloppe (BBIO).

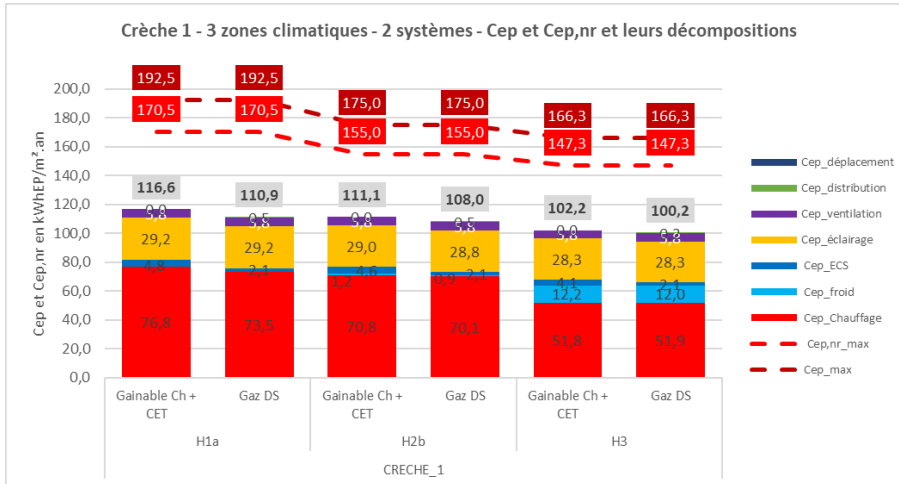


Figure 8 : Décomposition du Cep,nr à Bbio équivalent pour 3 zones climatiques et deux systèmes (crèche 1)

- **Cep_froid** : rappel le calcul du Cfr est lié avec le nombre de DH du projet, les bâtiments étudiés n'ont pas de refroidissement actif. On constate en zone H1a et H2b une très faible consommation de Cfr ce qui signifie des DH très faibles et en H3 un Cfr à 12 kWhEP/m².an avec donc beaucoup d'inconfort.
- **Cep_ECS** : logiquement la consommation d'ECS est très proche entre les trois zones climatiques, elle varie de 2 à 4 kWhEP/m².an selon le système.
- **Cep_éclairage** : représente de 25 à 27 % de la consommation totale.

Un focus sur l'impact de la ventilation sera réalisé dans la suite de ce rapport (§ 6 Variantes unitaires).

Analyse seuil de Cep,nr_max :

Les Cep,nr projets sont inférieurs jusqu'à 60 kWhEP/m².an en H1a et 47 kWhEP/m².an en zone H2b et H3

Ce bâtiment représentatif des performances de l'enveloppe de la RT 2012 respecte donc très facilement la RE 2020 avec un Cep,nr_max_RE_2020 « exigeant » de -30 % à -35 %.

6.2.2. Décomposition du Cep,nr des cas « Base » en H2b selon 5 systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique présente la décomposition du Cep,nr en zone H2b à performance thermique équivalente de l'enveloppe (BBIO) pour 5 systèmes différents.

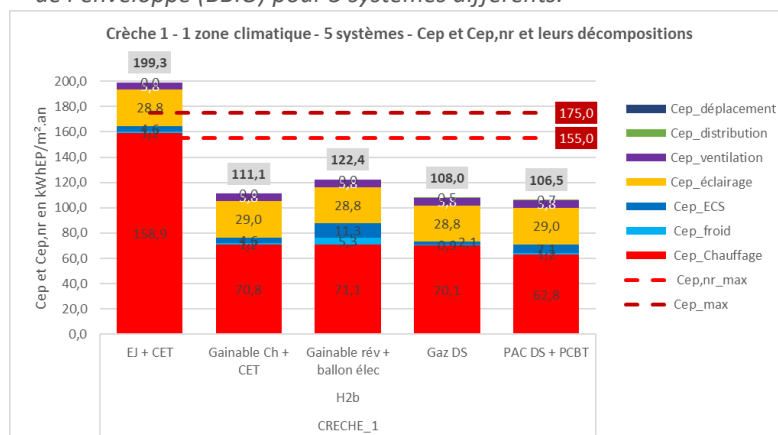


Figure 9 : Présentation du Cep,nr en zone H2b pour 5 systèmes différents à bbio équivalent (crèche 1)

Constats :

- Le cas Effet joule + CET ne respecte pas le seuil de Cep,nr, la variante est donc non réglementaire si le seuil est conservé à 155 kWhEP/m².an.
- **Cep,nr_chauffage** : la variante PAC double Service + Plancher chauffant basse température a le Cep,nr chauffage le plus faible avec 62.8 kWhEP/m².an, soit une consommation 2.5 fois inférieure au cas chauffage effet joule direct.

Les cas gainable et gaz ont une consommation très proche.

- **Cep,nr_froid** : lorsque le bâtiment a un système de refroidissement actif la consommation est de 5.3 kWhEP/m².an contre 1.2 kWhEP/m².an de consommation de froid fictive (liée au DH).

Le cas du refroidissement actif en zone H3 sera abordé dans la partie confort d'été de ce rapport.

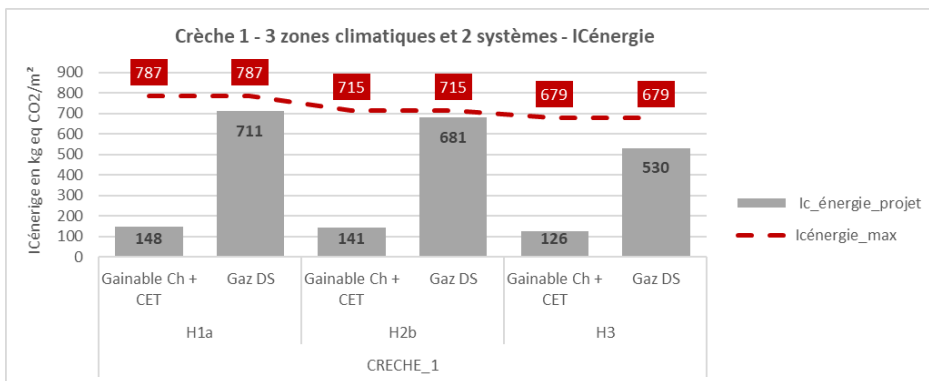
- **Cep,nr_ECS** : consommation selon les systèmes (par ordre croissant) :
 - Gaz double service : 2.1 kWhEP/m².an,
 - CET : 4.6 kWhEP/m².an,
 - PAC Air / Eau double service : 7.1 kWhEP/m².an,
 - Ballon électrique : 11.3 kWhEP/m².an.

Le seuil proposé pour le Cep,nr_max « exigeant » contraint uniquement le bâtiment avec « Effet Joule direct ». Si l'on applique pour ce cas le seuil Cep,nr_max « souple » à 165 kWhEP/m².an, le bâtiment ne serait toujours pas règlementaire.

6.3. ICÉNERGIE

6.3.1. ICénergie des cas « Base » sur 3 zones climatiques et 2 systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique présente la décomposition du ICénergie pour trois zones climatiques et deux systèmes à performance thermique équivalent de l'enveloppe (Bbio).



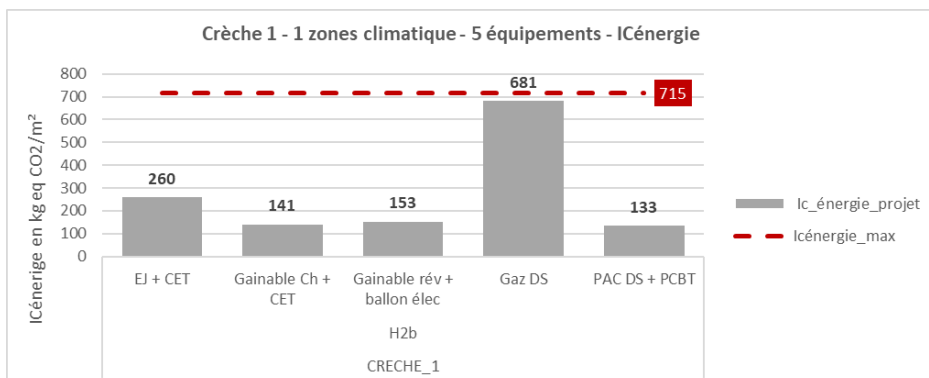
Constat : Logiquement avec un contenu CO₂ par kWhEP plus élevé, les émissions de CO₂ liées aux consommations énergétiques de la variante « Gaz Double Service » (Gaz DS) sont plus élevées que pour la variante « Gainable Chauffage + CET ».

Figure 10 : Présentation de l'indicateur ICénergie sur 3 zones climatiques et 2 systèmes à Bbio équivalent (crèche 1)

Analyse seuil Ic_energie_max : l'ensemble des variantes respectent le seuil Ic_energie_max « exigeant ».

6.3.2. ICénergie des cas « Base » en H2b avec 5 systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique présente les résultats de l'indicateur ICénergie en zone H2b pour 5 systèmes différents à Bbio équivalent.



Rappel : la variante Effet Joule + CET ne respecte pas le Cep,nr_max

Figure 11 : ICénergie en zone H2b pour 5 systèmes à Bbio équivalent (crèche 1)

Analyse seuil Ic_energie_max : l'ensemble des variantes respectent le seuil Ic_energie_max « exigeant ».

6.4. CONFORT D'ÉTÉ

6.4.1. Rappel des seuils proposés lors de la réunion de concertation

	Catégorie 1 hors H2d et H3 clim	Catégorie 1 H2d et H3 clim	Catégorie 2	Catégorie 3
Exigeant	450	1050	1050	-
Moyen	600	1400	1400	-
Souple	1050	1650	1650	-

6.4.2. Confort d'été (DH) des cas de base sur 3 zones climatiques

Comment lire ce graphique : Ce graphique présente le nombre de DH sur trois zones climatiques avec deux systèmes.

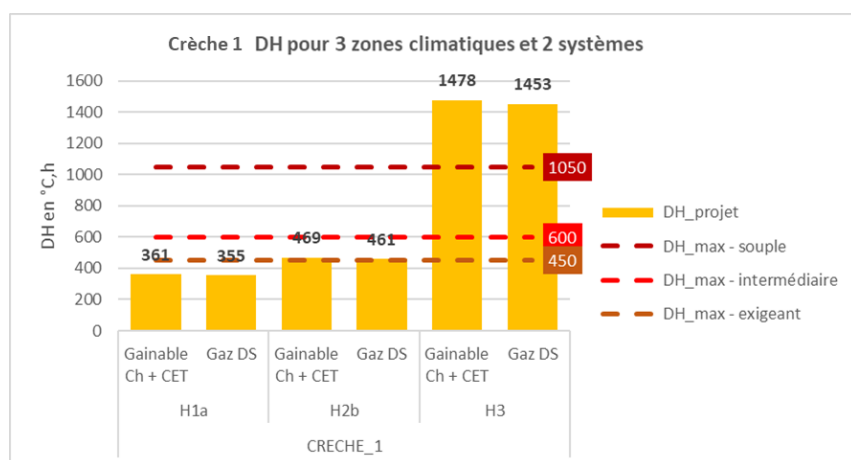


Figure 12 : Présentation du nombre de DH pour 3 zones climatique (Crèche 1)

Constats : Note ce bâtiment n'a pas été optimisé pour améliorer le confort d'été.

- **Zone H1a :** le cas de base est très proche des 350 DH qui est le seuil de déclenchement du forfait de refroidissement fictif - Respect du seuil « exigeant ».
- **Zone H2b :** le cas de base est supérieur au seuil « exigeant » de 450 DH et 19 DH (469 – 450) - Respect du seuil « intermédiaire ».
- **Zone H3 :** le bâtiment est nettement au-dessus d'un seuil à 450 DH et du seuil de 1250 DH en résidentiel. Sans amélioration des DH ce bâtiment ne sera pas réglementaire (voir § confort d'été crèche 2).

Le seuil dit « souple » sur les DH n'est pas respecté pour ce bâtiment (crèche 1) en zone H3. Les seuils « exigeants » sont accessibles pour ce bâtiment en zone H1a et H2b.

6.4.3. Confort d'été (DH) en H3 pour 5 systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique présente pour la zone H3 le nombre de DH selon différents équipements à Bbio identiques et selon deux renforcements de l'enveloppe (Performance 1 et performance 2)

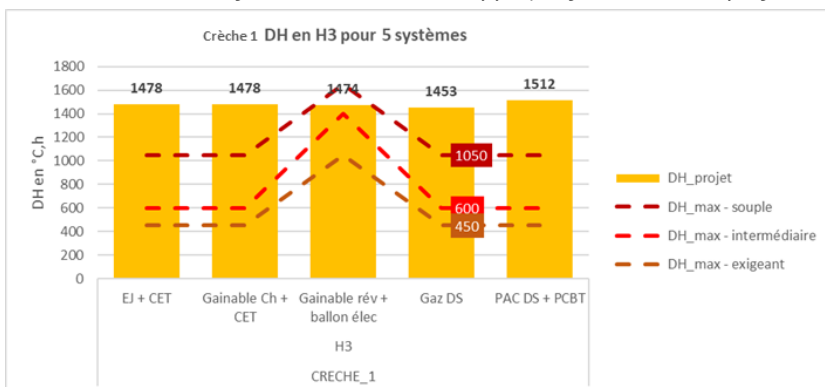


Figure 13 : Présentation des DH en H3 selon 5 systèmes à Bbio identique et 2 renforcements du Bbio (crèche 1)

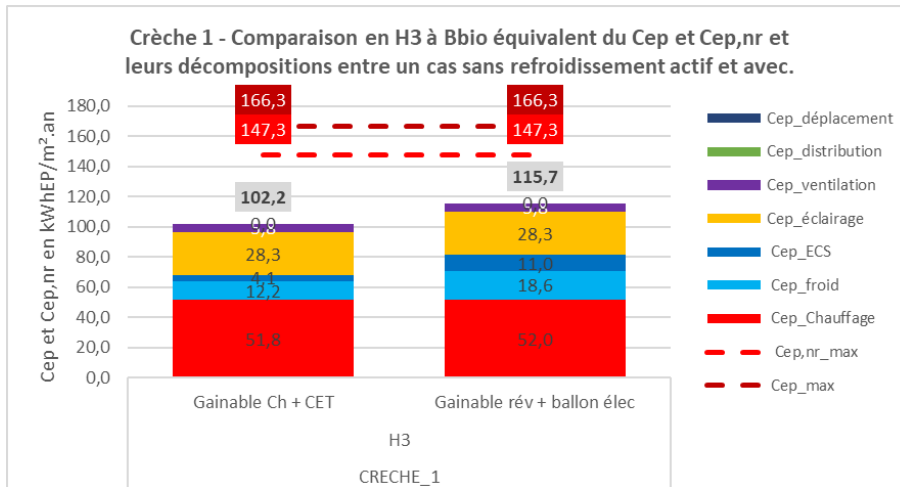
Note ce bâtiment n'a pas été optimisé pour améliorer le confort d'été.

Constats : le niveau de DH varie légèrement selon l'équipement de -25 DH à +34 DH

Seul le cas avec un système de refroidissement actif (réversible) serait réglementaire SI le seuil DH_max climatisé retenu était le seuil « souple ».

6.4.4. Confort d'été en H3 : focus sur le Cfr

Comment lire ce graphique : ce graphique présente la décomposition du Cep,nr en zone H3 à Bbio identique pour un cas sans refroidissement actif et avec refroidissement actif.



Constat : pour le cas avec refroidissement actif le Cep_froid, donc réel, est de 18.6 kWhEP/m².an contre 12.2 kWhEP/m².an pour le cas sans refroidissement actif. Le cas sans refroidissement actif n'est pas réglementaire car supérieur à l'ensemble des seuils de DH_max proposés.

Figure 14 : Présentation du Cep,nr en zone H3 à Bbio identique avec et sans refroidissement actif (crèche 1).

La différence entre le forfait de refroidissement fictif liée aux DH et le refroidissement réel est donc importante.

6.5. IC_{CONSTRUCTION}

6.5.1. Types de données utilisées dans les ACV de base

- L'ACV comprend 90 données dont :
 - 43 DED,
 - 44 FDES / PEP,
 - 3 Données forfaitaires.

- **Décomposition du poids carbone total :**

Comment lire ce tableau : ce tableau présente la répartition du poids carbone du bâtiment selon les types de données utilisées pour l'ACV. Par exemple, 30 % du poids carbone du bâtiment est lié avec des FDES / PEP.

Types de données	Kg eq CO2/m²	Répartition en % du poids carbone
DED	418	47%
FDES / PEP	265	30%
Forfait	214	24%
Total général	897	100%

Tableau 7 : Décomposition du poids carbone du cas de base selon les types de données (Base Brique - crèche 1)

▪ **Poids carbone par lot et par type de données :**

Comment lire ce graphique : ce graphique présente la répartition du poids carbone en % et par type de données. Par exemple le 6 représente 8.9 % du poids carbone total du bâtiment avec 5.1 % liée à des FDES / PEP et 3.8 % à des DED.

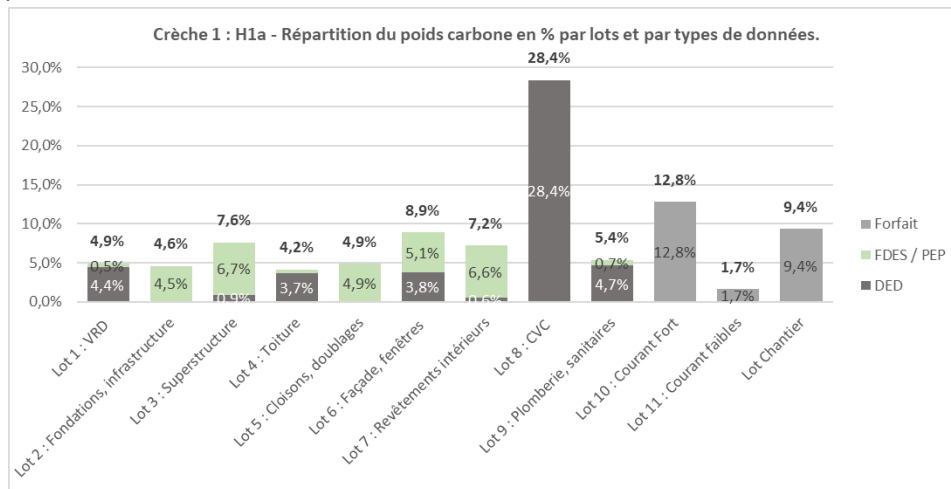


Figure 15 : Répartition du poids carbone selon les lots et les types de données (crèche 1)

Point d’attention : pour la modélisation du lot 8 CVC du cas de base : le consortium a demandé au BET d’utiliser pour le générateur et pour la production d’ECS des DED :

Pompe à chaleur (PAC) AIR/AIR gainable réversible en bâtiment collectif/tertiaire [Pchaud=16 kW] [PRG supérieur à 750] - DONNÉE ENVIRONNEMENTALE PAR DÉFAUT	34924	22	DED	1	Unité	14226,5	114,4
Chauffe-eau thermodynamique (sur air extérieur ou air ambiant non chauffé) avec appoint [Capacité entre 100 et 200L] - DONNÉE ENVIRONNEMENTALE PAR DÉFAUT	28664	17	DED	1	Unité	13294,9	106,9

Sur les 255 kg eq CO₂/m² du lot 8, 221 kg eq CO₂/m² sont imputables à ces deux DED. L’utilisation de PEP individuelle va permettre de réduire fortement le poids carbone de ce lot.

6.5.1. Seuils de IC_{construction} proposés lors de la consultation

Seuil IC _{construction}	2024-2027	2028-2030	2031
Exigeant	880	715	550
Moyen	950	780	610
Souple	1000	825	650

6.5.2. Analyse du $I_{C_{\text{construction}}}$ selon les modes constructifs

Comment lire ce graphique : ce graphique présente les résultats de l'indicateur $I_{C_{\text{construction}}}$ en zone H1a pour 3 systèmes constructifs et 2 équipements différents dans le cas brique avec application des seuils sur le $I_{C_{\text{construction_max}}}$ « exigeant ».

Note : la surface de référence n'a pas été recalculée.

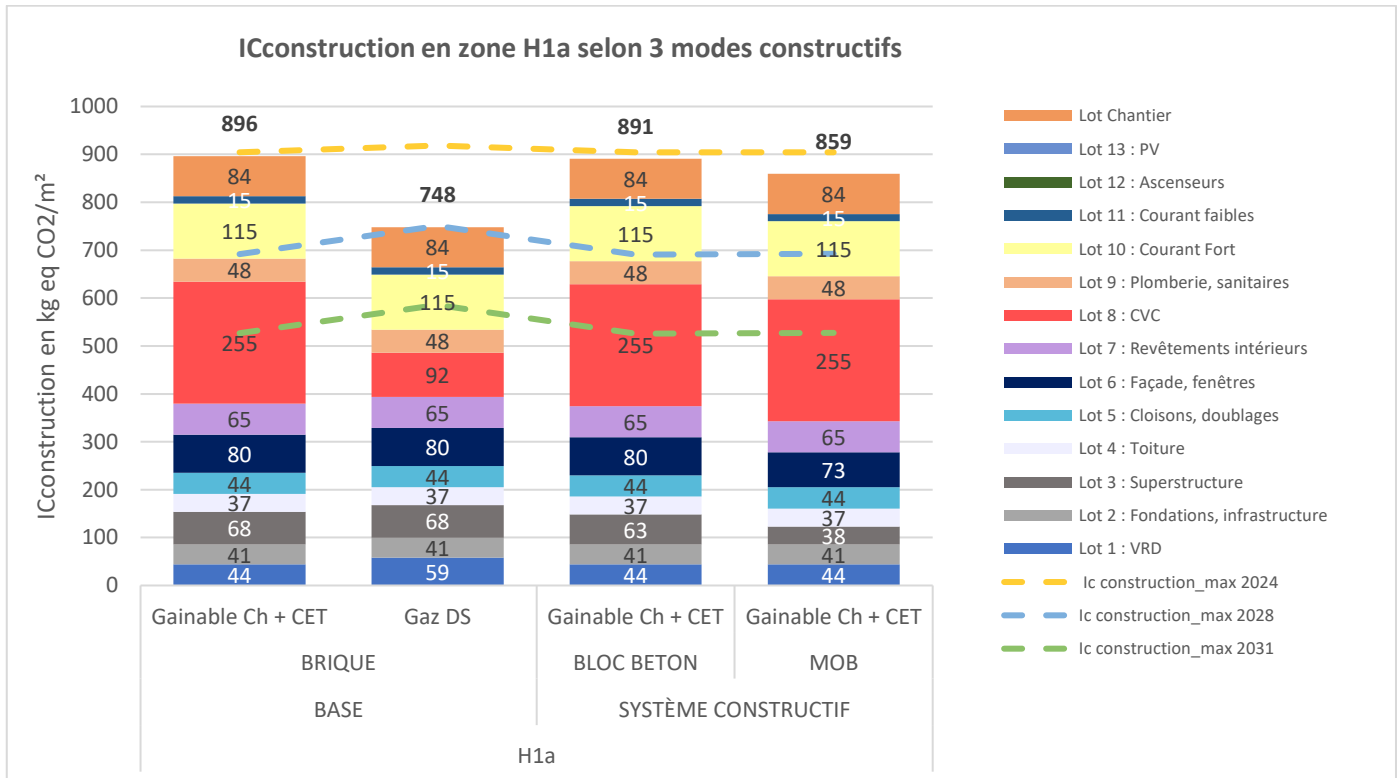


Figure 16 : Poids carbone selon 3 systèmes constructifs en zone H1a (crèche 1)

Constats :

- Entre les systèmes (cas brique) : le basculement d'une PAC gainable + CET vers une chaudière gaz DS permet un gain carbone sur le $I_{C_{\text{construction}}}$ de 163 kg eq CO₂/m².

Pour rappel le $I_{C_{\text{énergie}}}$ du cas gaz est de 681 kg eq CO₂/m² et de 141 kg eq CO₂/m² pour le cas PAC gainable + CET.

Le $I_{C_{\text{bâtiment}}}$ ($I_{C_{\text{énergie}}} + I_{C_{\text{construction}}}$ – indicateur sans seuil) est donc à l'avantage du cas PAC gainable + CET :

- PAC gainable + CET : $896 + 141 = 1037$ kg eq CO₂/m²,
- Gaz DS : $748 + 681 = 1429$ kg eq CO₂/m².

- Entre les trois systèmes constructifs :

Les cas de base sont tous sous le seuil 2024 « exigeant » mais nettement supérieurs au seuil 2028. Le cas en MOB est le moins carboné car bénéficiant de l'avantage de la méthode de calcul en ACV dynamique. Les résultats ne sont pas présentés en ACV Statique car le moteur de calcul maestro ne permet pas d'obtenir les sorties.

À date, le seuil 2031 « exigeant » semble être atteignable uniquement en construction très légère et avec des données individuelles ou collectives, ce qui interroge quant au confort d'été de ce type de construction sans inertie (voir § crèche 2 confort d'été).

6.6. AMÉLIORATIONS UNITAIRES

6.6.1. Ventilation de SF vers DF

Comment lire ce graphique : ce graphique présente les résultats de l'indicateur Cep,nr pour 3 zones climatiques et 1 équipement - cas de base avec une VMC Simple Flux (SF) et variante avec une VMC Double Flux (DF).

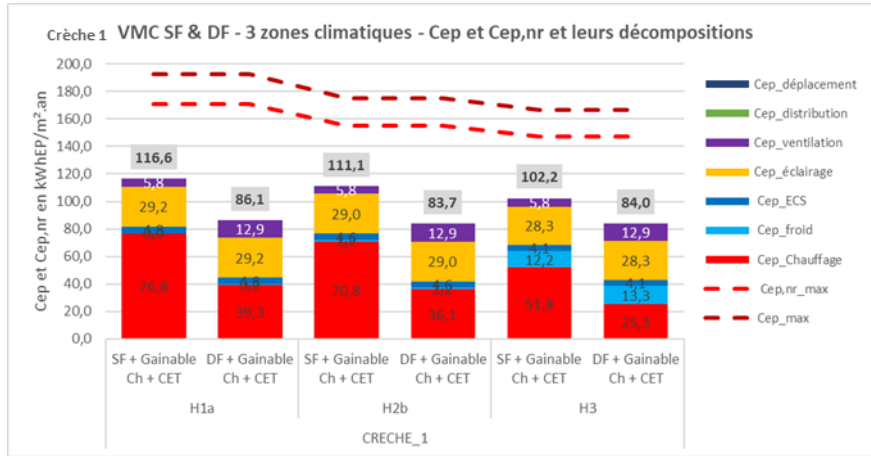


Figure 17 : Crèche 1 - Variante sur 3 zones climatiques avec VMC Simple Flux ou VMC Double Flux.

Constats :

Le remplacement d'une VMC SF par une VMC DF :

- Divise par +/- 2 la consommation du Cep,nr_chauffage,
- Augmente le Cep,nr_Ventilation de 5.8 à 12.9 kWhEP/m².an,
- Augmente en zone H3 le Cep,nr_froid lié aux DH (SF : 1478 DH / DF : 1584 DH).

L'analyse carbone donne un très léger avantage à la VMC DF, à noter que la variante pour la DF a été modélisé avec une DED (ref INIES 31662) :

Base	Ventilation	Icconstruction	Icénergie	Icbâtiment
H1a Brique + Gainable chauffage + CET	SF	896	148	1045
	DF	933	105	1039

Le remplacement d'une VMC Simple flux (SF) par une VMC Double Flux (DF), permet en zone H1a et H2b un gain sur le Cep,nr_projet de -25 à -26 % et en zone H3 de -18 %.

6.6.1. Augmentation des débits de ventilation

La publication de l'arrêté du 31 août 2021 « *créant un référentiel national relatif aux exigences applicables aux établissements d'accueil du jeune enfant en matière de locaux, d'aménagement et d'affichage* » ([lien](#)) préconise des débits plus élevés que le RSDT. L'objectif des variantes est d'analyser le Cep,nr selon la nature de la ventilation et l'augmentation des débit.

Afin de quantifier l'impact de l'arrêté les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Débit de 30m³/h et par enfant dans les dortoirs et les salles d'activités + débits des autres pièces,
- Débit de 30m³/h et par enfant dans les dortoirs et les salles d'activités + débit de 30m³/h et par encadrant dans les salles d'activités + débits des autres.

Comment lire ce graphique : ce graphique présente pour la crèche 1 sur 3 zones climatiques les impacts sur le Cep,nr des types de ventilation et de l'augmentation des débits de la SF en concordance avec l'arrêté du 31 août 2021. Le cas de base correspond à la colonne simple flux.

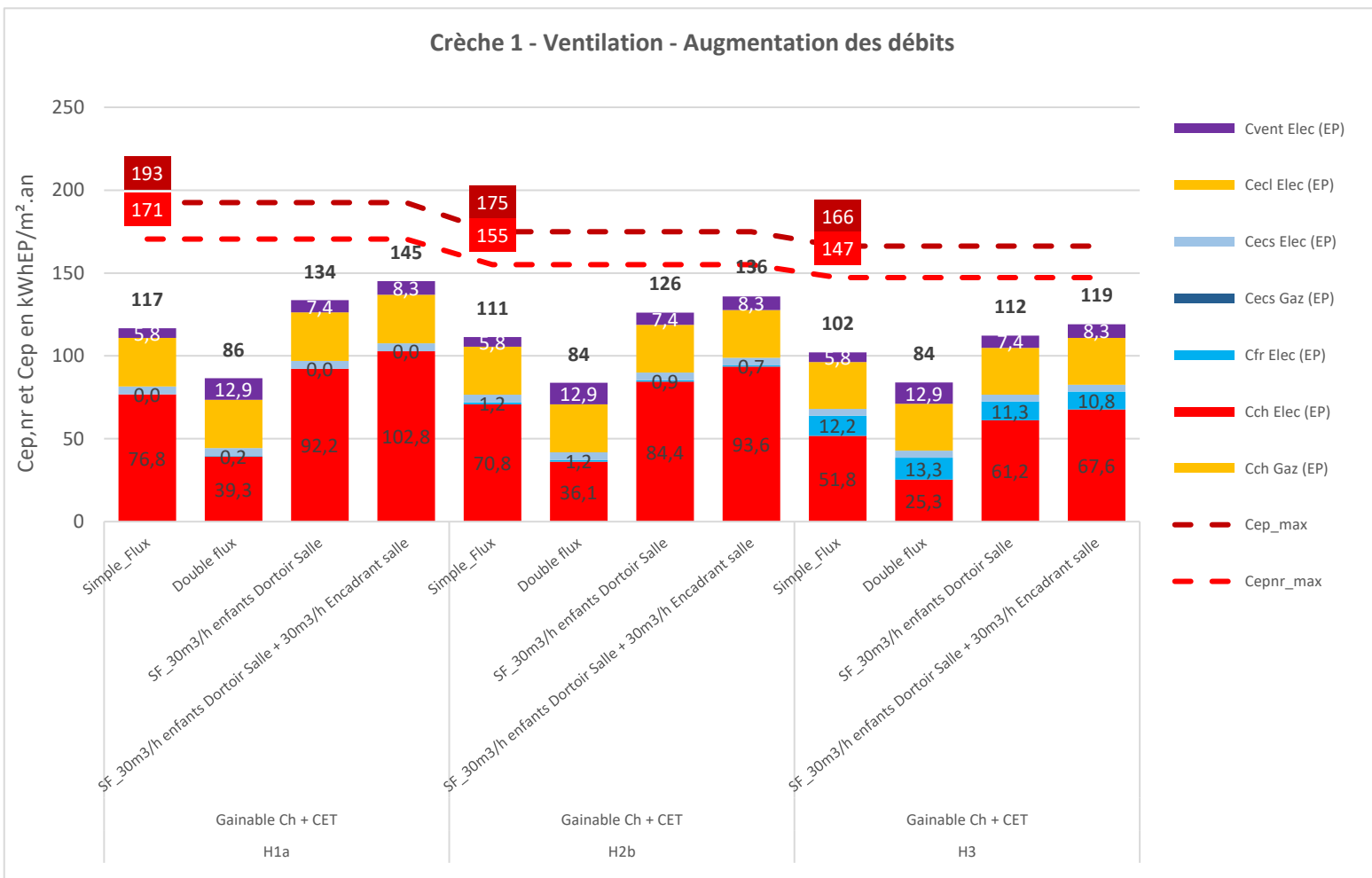


Figure 18 : Crèche 1 : Sensibilité sur la nature de la ventilation et sur l'augmentation des débits.

▪ **Constats :**

L'augmentation des débits de ventilation augmente le Cep,nr_projet avec :

- Augmentation du Cep_chauffage et le Cep_ventilation,
- Baisse du Cep_froid.

→ Avec une augmentation des débits de ventilation qui respecte les exigences de l'arrêté du 31 août 2021 « *créant un référentiel national relatif aux exigences applicables aux établissements d'accueil du jeune enfant en matière de locaux, d'aménagement et d'affichage* », ce bâtiment reste réglementaire c'est-à-dire sous le Cep,nr_max exigeant.

6.6.2. Combles perdus -> Toiture Terrasse

Le bâtiment de base est avec des combles perdus, il est transformé avec une toiture terrasse en béton.

Comment lire le tableau : Ce tableau présente les résultats des indicateurs réglementaires pour la crèche 1 avec une toiture en combles perdus et avec une toiture terrasse. Le niveau de performance de l'isolation est identique pour les deux bâtiments avec un R de 10 en toiture ainsi que l'équipement de chauffage et ECS. La colonne variation correspond aux résultats Toiture Terrasse – Combles perdus. Pour faciliter la lecture le code couleur représente un gain en vert et une dégradation en rouge.

Par exemple en zone H1a le changement de mode constructif a un impact de 13 points sur le bbio entre le cas combles perdus et le cas toiture terrasse. Malgré cette augmentation du bbio le bâtiment toiture terrasse reste sous le seuil du Bbio_max de 152 points.

		H1a			H2b			H3		
		Combles perdus	Toiture Terrasse	Variation	Combles perdus	Toiture Terrasse	Variation	Combles perdus	Toiture Terrasse	Variation
Energie	BBIO_PROJET (en points)	131	144	13	125	136	11	120	130	10
	BBIO_max (en points)	152		✓	145		✓	145		✓
	Cep,nr_projet (en kWhEP/m ² .an)	117	124	7	111	117	6	102	108	5
	Cep,nr_max (en kWhEP/m ² .an)	171		✓	155		✓	147		✓
Confort d'été	DH_projet (en °C,h)	361	385	24	469	466	-3	1478	1641	163
	DH_max (en °C,h)	450		✓	450		*	450		*
Carbone	Ic_énergie_projet (en kg eq CO ₂ /m ²)	148	158	10	141	149	8	126	133	7
	Ic_énergie_max (en kg eq CO ₂ /m ²)	787		✓	715		✓	679		✓
	Ic construction (en kg eq CO ₂ /m ²)	896	1023	127	896	1023	127	896	1023	127
	Ic construction_max 2024 (en kg eq CO ₂ /m ²)	904		*	904		*	904		*

Tableau 8 : Crèche 1 - Indicateurs réglementaire entre combles perdus et toiture terrasse sur 3 zones climatiques.

Constats :

Le passage d'un comble perdu vers une toiture terrasse en béton entraine :

- Indicateurs énergie : augmentation des Bbio et Cep,nr toutes zones climatiques mais respect des exigences max.
- Confort d'été : Légère augmentation en H1a et baisse en H2b, forte augmentation en H3 (+163 DH), le seuil DH_max_exigeant est respecté uniquement en zone H1a comme en combles perdus.
- Carbone : augmentation des deux indicateurs. Pour le Icconstruction_max 2024_exigeant, le seuil n'est plus respecté dans le cas de la toiture terrasse.

6.6.1. Impact IC_{construction} du type de plancher bas

Comment lire ce tableau : ce tableau présente pour la crèche 1, la décomposition du plancher bas dans le lot 3 infrastructure de l'ACV. La base correspond à une solution poutrelle + entrevous PSE, la variante 2 à des entrevous en polypropylène d'origine recyclé et la variante 3 correspond à un plancher bas sur terre-plein.

Variante	Lot	Ss-lot	Dénomination Fiches	N° INIES	Ic/m ² kg eq CO ₂ /m ²	Poids carbone variante	Icconstructi on total
1 BASE	3	1	KNAUF Hourdiversel SE	32833	14	44	896
	3	1	Poutrelle en béton précontraint (12 cm < hauteur ≤ 15 cm)	16394	8		
	3	1	Béton armé pour dalle de compression, C2530 XC1XC2 CEM IIA	24257	15		
	5	2	Panneau d'isolation en mousse rigide de polyuréthane TMS® 68 mm d'épaisseur, R= 3,15 m ² .K/W (hors accessoires de pose)	31041	7		
2	3	1	Entrevous EMR	26173	2	42	894
	3	1	Poutrelle en béton précontraint (12 cm < hauteur ≤ 15 cm)	16394	8		
	3	1	Béton armé pour dalle de compression, C2530 XC1XC2 CEM IIA	24257	17		
	5	2	Panneau d'isolation en mousse rigide de polyuréthane TMS® 140 mm d'épaisseur, R= 6,50 m ² .K/W (hors accessoires de pose)	32253	15		
3	2	1	Géotextile en polypropylène (300g/m ²) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT	31398	2	64	916
	2	1	FDES couche de forme en grave naturelle sous habitation à usage collectif - grave de roches massives	28700	7		
	2	1	Film d'étanchéité en polyéthylène pour dalle - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT	31462	1		
	3	1	Dallage sur terre plein en béton d'épaisseur 0.15 m, C25/30 XC1 CEM II/A	12452	40		
	5	2	Panneau d'isolation en mousse rigide de polyuréthane TMS® 140 mm d'épaisseur, R= 6,50 m ² .K/W (hors accessoires de pose)	32253	15		

Tableau 9 : Crèche 1 - Variante Carbone (Ic_{construction}) selon la nature du plancher bas

Note : les variantes n'ont pas fait l'objet d'une analyse sur la partie thermique.

▪ Constats :

Le cas sur terre-plein est le plus carboné avec 916 kg eq CO₂/m².

La variante avec des entrevous PMR permet un gain carbone de 2 kg eq CO₂/m² par rapport à la variante avec des entrevous PSE.

7. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DÉTAILLÉS DE LA CRÈCHE 2

7.1. BBIO

7.1.1. Décomposition du Bbio cas « Base » selon les 3 zones climatiques

Comment lire ce graphique : ce graphique présente la décomposition du Bbio pour 3 zones climatiques et un système – les niveaux représentent le niveau de performance retenu en base (phase 2).

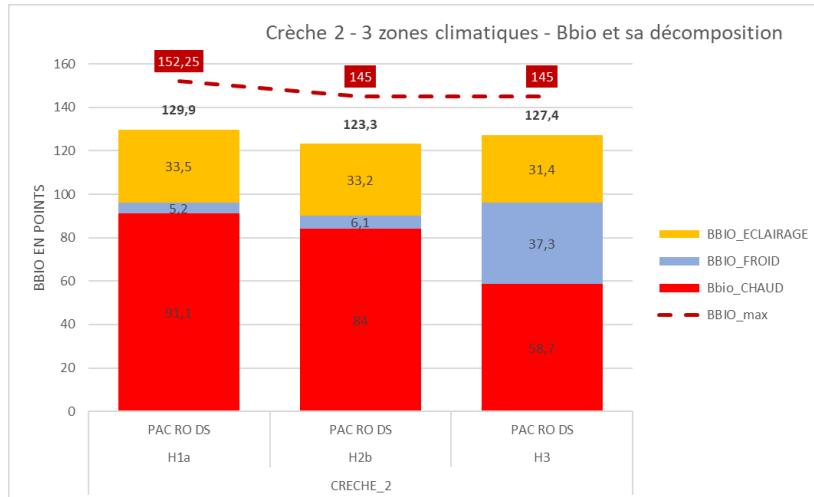


Figure 19 : Décomposition du BBIO pour les cas de base pour 3 zones climatiques (crèche 2)

Rappel : taux de surface vitrée plus important pour la crèche 2 (Surface vitrée en façade en % : crèche 1 = 19% ; crèche 2 = 32%)

Constats :

▪ Bbio_Chaut :

- Évolution de 91.1 points en zone H1a à 58.7 points en zone H3,
- Le Bch représente plus de 69 % du Bbio total en zone H1a et H2b (60 % pour la crèche 1) et 46 % en zone H3 (44% pour la crèche 1).

▪ Bbio_Froid :

- Évolution de 5.2 points en zone H2b à 37.3 points en zone H3. Le Bfr est nettement plus élevé pour ce bâtiment que pour la crèche 1.
- Il représente moins de 4% du Bbio total en zone H1a et H2b et 29 % en zone H3.

Pour ce bâtiment voir le § améliorations confort d'été avec une analyse des évolutions du Bbio Froid.

▪ Bbio_éclairage :

- +/- 32 points pour les trois zones climatiques.
- Il représente 26 % du Bbio total (36% pour la crèche 1).

▪ Analyse seuil de Bbio_max « exigeant » :

Les Bbio_projet sont inférieurs de +/- 22 points par rapport au Bbio_max_exigeant en zone H1a et H2b et 18 points en zone H3.

Ce bâtiment représentatif des performances de l'enveloppe de la RT 2012 respecte donc très facilement la RE 2020 avec un Bbio_max_RE_2020 « exigeant » de -12 % à -15 %.

7.1.2. Renforcement du Bbio

Comment lire ce tableau : ce tableau présente la performance de l'enveloppe avec 6 niveaux de performance. Le cas « calage RT 2012 » correspond au descriptif de la phase 1 qui respecte strictement la RT 2012. Le cas « Base » de la phase 2 correspond à la performance de l'enveloppe retenue dans la suite de cette étude. Le code couleur facilite la lecture les cellules en vert correspondent à un renforcement des prestations par rapport à la base (colonne calage RT 2012 pour la phase 1 et colonne Base pour la phase 2).

	H2b - PAC Air / Eau Double service ou Chaudière Gaz Double Service + VMC Double Flux					
	CALAGE RT 2012	PERFORMANCE 1	PERFORMANCE 2	BASE	PERFORMANCE 1	PERFORMANCE 2
Masques lointains	RE2020 : 10°			RE2020 : 10°		
Masques proches	Décrochés bâti / Préaux			Décrochés bâti / Préaux		
Perméabilité à l'air	0,7			1		
Murs ext - ITI	Béton 20cm + Λ 32 14cm R=4,35	ITI_Brique R=1,4 + Λ 30 R=4,75		Béton 20cm + Λ 32 14cm R=4,35	ITI_Brique R=1,4 + Λ 30 R=4,75	
Plancher bas	R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face			R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face		
Plancher haut bac acier	R=10,4			R=10,4		
Baies PVC	Uw=1,3			Uw=1,3		
Baies alu	Uw=1,5		Uw=1,4	Uw=1,7		Uw=1,4
Protections	Dégagement sur patio : sans protection Lingerie / WC : sans protection Autres baies : VRE Uc=0,6 - h=30cm			Dégagement sur patio : sans protection Lingerie / WC : sans protection Autres baies : VRE Uc=0,6 - h=30cm		
Porte SAS	Uw=1,8			Uw=1,8		
Portes pleines	Ud=1,5			Ud=1,5		

Tableau 10 : Crèche 2 - Présentation des performances de l'enveloppe pour le renforcement du Bbio en zone H2b

Comment lire ce graphique : Ce graphique représente pour la crèche 2 la décomposition du Bbio pour 6 niveaux de performance en zone H2b. La colonne « base » est le niveau de Bbio retenu pour la suite de l'étude en zone H2b.

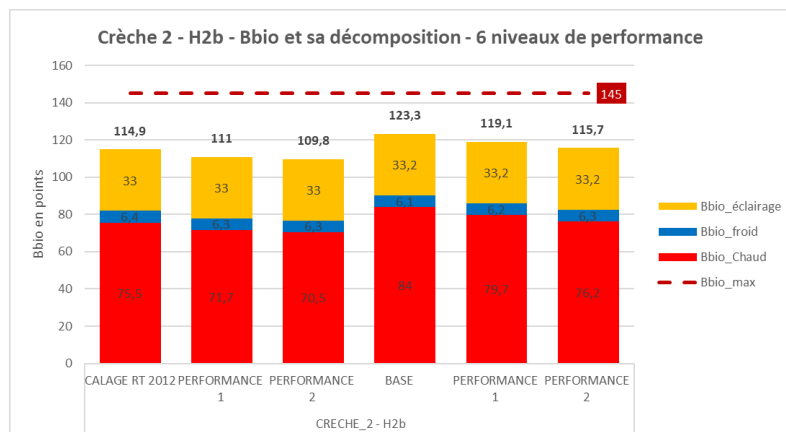


Figure 20 : Décomposition du Bbio en zone H2b pour 6 niveaux de performance (crèche 2)

Constats :

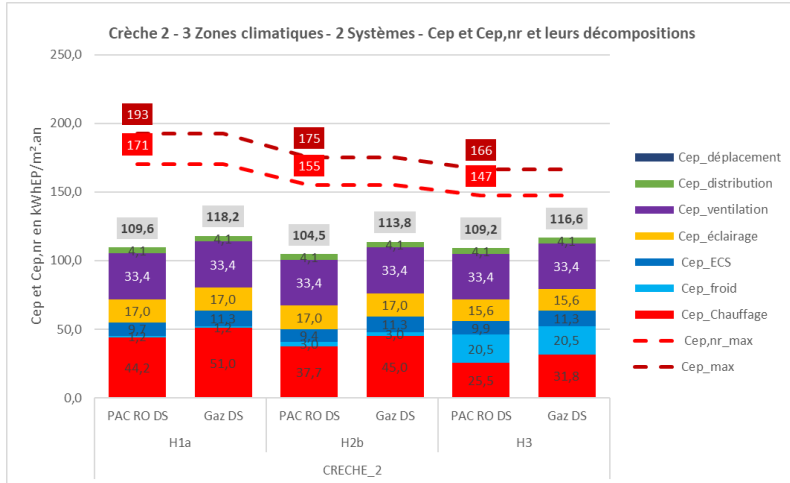
- **Entre la phase 1 et la phase 2 (variantes CALAGE RT 2012 et BASE) :**
 - La variante « calage RT 2012 » respecte strictement les exigences de la RT 2012 avec 114.9 points.
 - La variante « Base » correspond au niveau de performance retenu dans la suite de l'étude, par rapport à la variante « calage RT 2012 ». Avec 123.3 points la variante de base est donc moins performante de 8.4 points par rapport à la variante « Calage RT 2012 ».

→ La variante « Phase 1 / performance 2 » correspond au niveau de performance max. pour ce bâtiment soit un Bbio-max_Re 2020 « exigeant » de -24 %. La perméabilité à l'air en crèche a un impact très important sur le Bbio chaud (voir § confort d'été).

7.2. CEP ET CEP,NR

7.2.1. Décomposition du Cep,nr des cas « Base » selon les 3 zones climatiques et deux systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique représente la décomposition du Cep,nr pour trois zones climatiques et deux systèmes à performance thermique équivalente de l'enveloppe (BBIO).



Constats :

- **Cep_chauffage** : Représente 40 % du Cep_projet en zone H1a et H2b et 25 % en zone H3. Le cas gaz est moins performant que le cas PAC avec +6 à +7 kWhEP/m².an selon les zones climatiques. À la différence de la crèche 1 le cas de base est avec une VMC double flux (contre Simple flux en crèche 1).
- **Cep_froid** : rappel le calcul du Cfr est lié avec le nombre de DH du projet, les bâtiments de ce graphique n'ont pas de système de refroidissement actif. On constate en zone H1a et H2b une faible consommation de Cfr ce qui signifie des DH faibles et en H3 un Cfr à 20.5 kWhEP/m².an, donc avec un inconfort

Figure 21 : Décomposition du Cep,nr à Bbio équivalent pour 3 zones climatiques et deux systèmes (crèche 2)

Important. À noter que l'inconfort via le Cfr est nettement plus important pour la crèche 2 que la crèche 1 (crèche 1 cfr H3 12 kWhEP/m².an).

- **Cep_ECS** : Logiquement la consommation d'ECS est très proche entre les trois zones climatiques. Elle varie de 9.7 à 11.3 kWhEP/m².an selon le système. La consommation d'ECS est liée avec le nombre de lits de la crèche, elle est donc logiquement plus importante pour la crèche 2 que pour la crèche 1 (10 lits Vs 46 lits).
- **Cep_éclairage** : Il représente de 13 à 16 % de la consommation totale.
- **Cep_ventilation** : La consommation est identique pour l'ensemble des zones climatiques avec 33.4 kWhEP/m².an. Cela représente +/- 30 % du Cep,nr_projet sur les 3 zones climatiques (voir § sur la ventilation).
- **Analyse seuil de Cep,nr_max** :

Les Cep,nr projets sont nettement inférieurs au Cep_nr_max_exigeant : jusqu'à 60 kWhEP/m².an en H1a et 47 kWhEP/m².an en zone H2b et H3.

Ce bâtiment représentatif des performances de l'enveloppe de la RT 2012 respecte donc très facilement la RE 2020 avec un Cep,nr_max_RE_2020 « exigeant » de -21 % à -36 %.

7.2.2. Décomposition du Cep,nr des cas « Base » en H2b selon 6 systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique présente la décomposition du Cep,nr en zone H2b à performance thermique équivalente de l'enveloppe (BBIO) pour 5 systèmes différents.

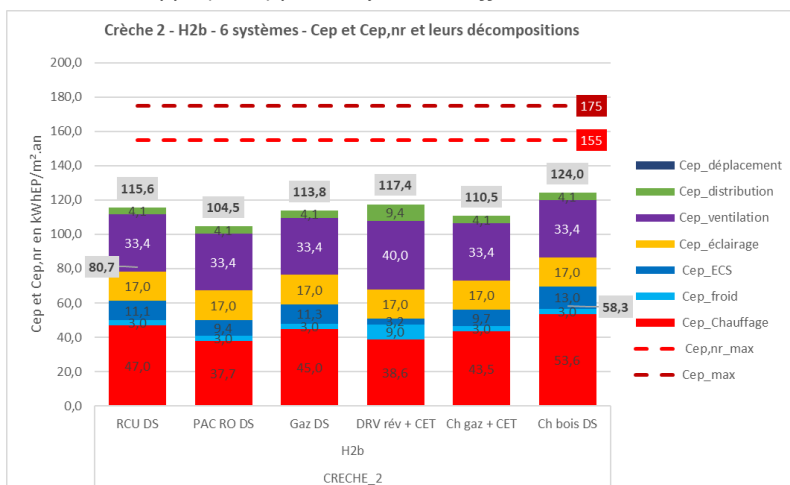


Figure 22 : Présentation du Cep,nr en zone H2b pour 6 systèmes différents à bbio équivalent (crèche 2)

Constats :

- L'ensemble des variantes respectent les exigences Cep,nr_max et Cep_max.
- **Cep,nr_chauffage** : la variante PAC Air/Eau double Service a le Cep_chauffage le plus faible avec 37.7 kWhEP/m².an, soit une consommation de 15.9 kWhEP/m².an inférieure au cas chaudière bois double service.
- **Cep,nr_froid** : lorsque le bâtiment a un système de refroidissement actif la consommation est de 9 kWhEP/m².an contre 3 kWhEP/m².an de consommation de froid fictive (liée au DH). Ce cas est illustré pour la variante « DRV Réversible + CET ».

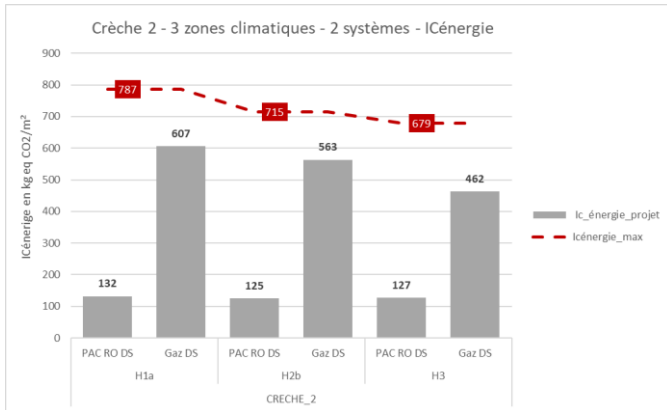
Le cas du refroidissement actif en zone H3 sera abordé dans la partie confort d'été de ce rapport.

- **Cep,nr_ECS** : consommation selon les systèmes (par ordre décroissant) :
 - Chaudière bois double service : 13,03 kWhEP/m².an,
 - Chaudière Gaz double service : 11,33 kWhEP/m².an,
 - Réseau de Chaleur Urbain double service : 11,1 kWhEP/m².an,
 - Chaudière gaz + Chauffe-eau thermodynamique : 9,66 kWhEP/m².an,
 - PAC Air/eau double service : 9,43 kWhEP/m².an,
 - DRV réversible + Chauffe-eau thermodynamique : 3,22 kWhEP/m².an.

7.3. ICÉNERGIE

7.3.1. IC_{énergie} des cas « Base » sur 3 zones climatiques et 2 systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique présente la décomposition de l'indicateur IC_{énergie} pour trois zones climatiques et deux systèmes à performance thermique équivalente de l'enveloppe (Bbio).



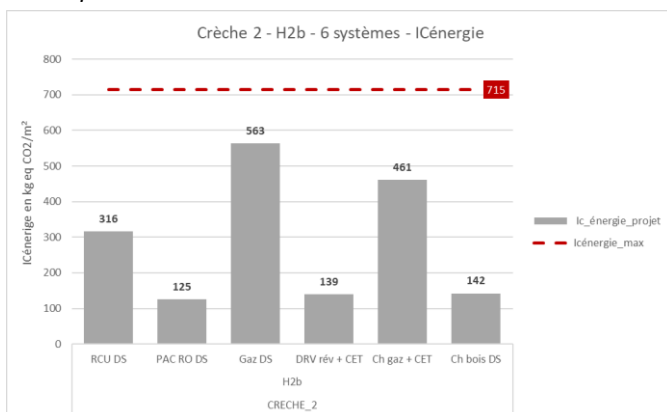
Constat : Logiquement avec un contenu CO₂ par kWhEP plus élevé, les émissions de CO₂ liées aux consommations énergétiques de la variante « Gaz Double Service » (Gaz DS) sont plus élevées que pour la variante « PAC Air/eau Double service ».

→ **Analyse seuil IC_{énergie}_max** : l'ensemble des variantes respectent le seuil IC_{énergie}_max « exigeant ».

Figure 23 : Présentation de l'indicateur IC_{énergie} sur 3 zones climatiques et 2 systèmes à Bbio équivalent (crèche 2)

7.3.2. IC_{énergie} des cas « Base » en H2b avec 6 systèmes

Comment lire ce graphique : ce graphique présente les résultats de l'indicateur IC_{énergie} en zone H2b pour 5 systèmes différents à Bbio équivalent.



Analyse seuil IC_{énergie}_max : l'ensemble des variantes respectent le seuil IC_{énergie}_max « exigeant ».

Figure 24 : IC_{énergie} en zone H2b pour 5 systèmes à Bbio équivalent (crèche 2)

7.4. CONFORT D'ÉTÉ

7.4.1. Rappel des seuils proposés lors de la réunion de concertation

	Catégorie 1 hors H2d et H3 clim	Catégorie 1 H2d et H3 clim	Catégorie 2	Catégorie 3
Exigeant	450	1050	1050	-
Moyen	600	1400	1400	-
Souple	1050	1650	1650	-

7.4.2. Confort d'été (DH) des cas de base sur 3 zones climatiques

Comment lire ce graphique : Ce graphique présente le nombre de DH sur trois zones climatiques avec deux systèmes.

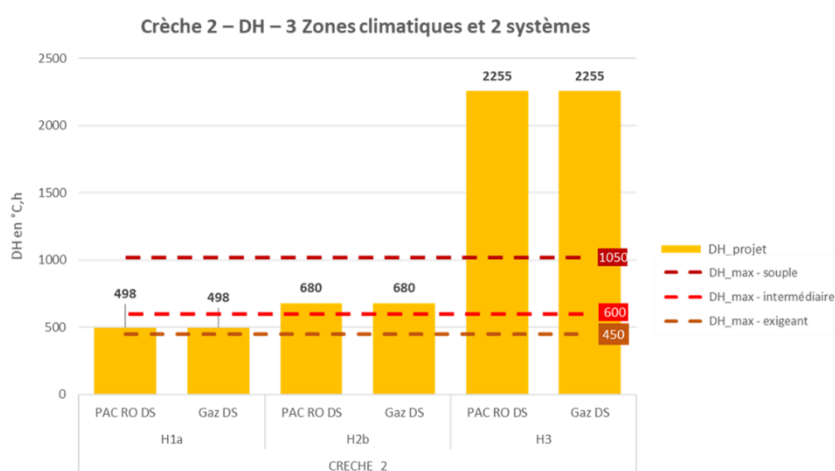


Figure 25 : Présentation du nombre de DH pour 3 zones climatique (Crèche 2)

Constats : Note ce bâtiment n'a pas été optimisé sur le confort d'été.

- **Zone H1a :** Respect du seuil « intermédiaire ».
- **Zone H2b :** le cas de base est supérieur au seuil « intermédiaire » de +80 DH – respect du seuil « souple » à 1050 DH.
- **Zone H3 :** le bâtiment est nettement au-dessus du seuil « souple » de 1050 DH. Sans des améliorations des DH ce bâtiment ne sera pas réglementaire (voir § confort d'été crèche 2 en H3).

Le seuil dit « exigeant » sur les DH n'est pas respecté pour ce bâtiment (crèche 2). Le seuil « intermédiaire » est accessible pour ce bâtiment en zone H1a et certainement en H2b avec des améliorations. En zone H3 sans améliorations ce bâtiment n'est pas réglementaire.

7.4.3. Confort d'été (DH) en H3

Comment lire ce graphique : ce graphique présente pour la crèche 2 en zone H3 les résultats sur l'indicateur DH de variantes unitaires. Les cas de base sont à gauche du graphique (Base Gaz DS et PAC R/O DS). Les trois lignes en pointillées représentent les 3 seuils de DH (exigeant, intermédiaire et souple)

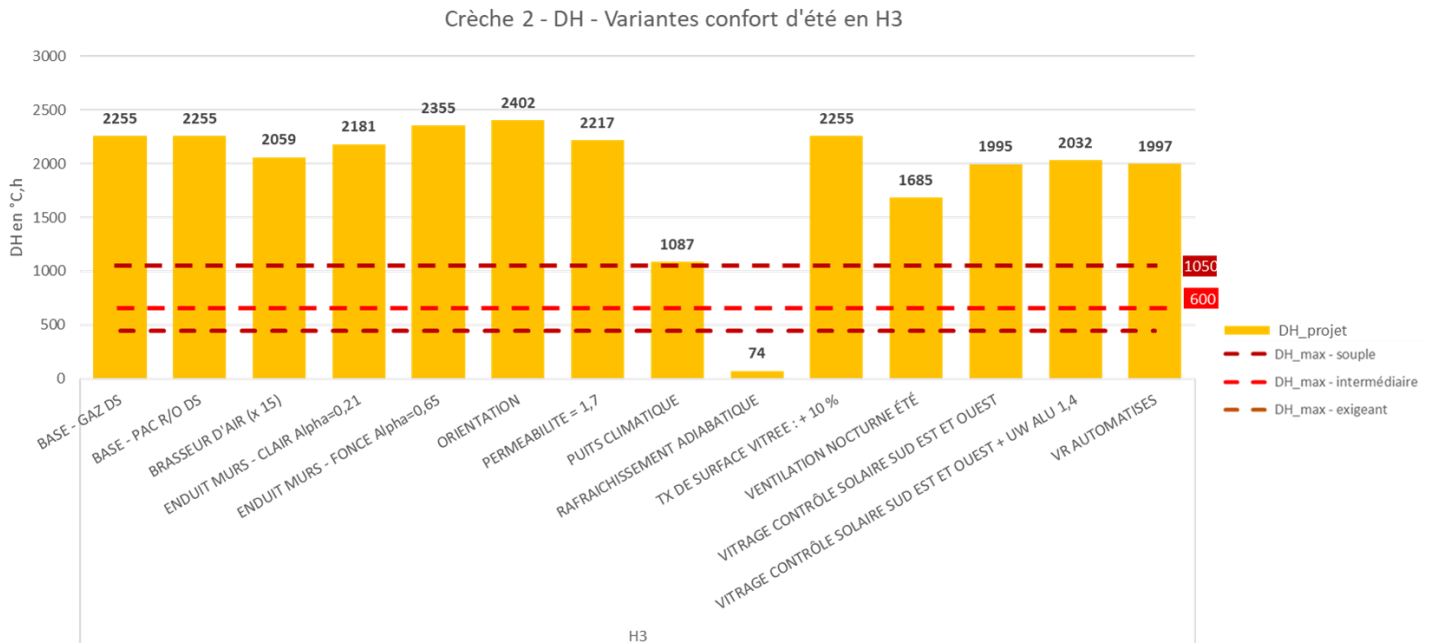


Figure 26 : Crèche 2 - H3 - DH de variantes unitaires

■ **Constats :**

- Seuil exigeant à 450 DH : Seule la variante rafraichissement adiabatique est sous le seuil max de 450 DH avec un résultat de 74 DH.
- Seuil intermédiaire à 650 DH : Seule la variante rafraichissement adiabatique est sous le seuil max de 600 DH.
- Seuil exigeant à 650 DH : Seule la variante rafraichissement adiabatique est sous le seuil max de 1050 DH. La variante « puits climatique » s'en rapproche avec 1087 DH soit + 37 DH au-dessus du seuil.

Le résultat de 74 DH du rafraichissement adiabatique interroge, la solution apparait extrêmement bien valorisée en comparaison avec les autres solutions.

- **Le seuil de DH_max_souple semble difficilement atteignable pour ce bâtiment en H3. Il induit la mise en place d'un rafraîchissement adiabatique ou d'un puits climatique combiné à des améliorations sur le confort d'été.**
- **Si le bâtiment est modélisé avec un refroidissement actif alors les seuils de DH seraient de : 1050, 1400 ou 1650 DH. Le seuil « souple_refroidissement_actif » de 1650 DH semble atteignable en combinant plusieurs améliorations.**
- **Les résultats démontrent que le confort d'été doit se traiter de manière globale, c'est-à-dire avec un ensemble de solutions. L'unique changement de la couleur d'un élément constructif ne permet pas à lui seul de rendre le bâtiment confortable.**

Comment lire le tableau ci-dessous : Les résultats du « cas de base » sont la situation de référence. La variation des paramètres (variantes) permet de restituer leurs sensibilités pour chacun d'eux. L'évolution des indicateurs est restituée dans le tableau ci-dessous, soit en gain de confort ou en perte de confort pour l'indicateur DH, soit en baisse ou augmentation des besoins (Bfr en points) et des consommations de froid (Cfr en kWhEP/m².an). La légende de couleur facilite la lecture par rapport au cas de base. Nous présentons ici l'ensemble des variantes « confort d'été » étudiées en H3 et pour la crèche 2.



↘ des DH

↗ des DH

Variantes (Zone H3)	DH_projet	BBIO_FROID	Cep_froid
BASE - GAZ DS	2255	37,3	20,47
BASE - PAC R/O DS	2255	37,3	20,47
DRV RÉVERSIBLE + CET (Base)	2218	37,3	26,7
RAFRAICHISSEMENT ADIABATIQUE	74	37,3	0
PUITS CLIMATIQUE	1087	37,3	8,05
VENTILATION NOCTURNE ÉTÉ	1685	37,3	14,49
VITRAGE CONTRÔLE SOLAIRE SUD EST ET OUEST	1995	30,9	17,71
VR AUTOMATISÉS	1997	34,1	17,71
VITRAGE CONTRÔLE SOLAIRE SUD EST ET OUEST + UW ALU 1,4	2032	32	18,17
BRASSEUR D'AIR (x 15)	2059	37,3	18,4
INERTIE TRÈS LOURDE	2076	33,8	18,63
INERTIE LOURDE	2158	35,7	19,55
ENDUIT MURS - CLAIR Alpha=0,21	2181	36,3	19,78
PERMÉABILITÉ = 1,7	2217	37	20,24
INERTIE MOYENNE	2255	37,3	20,47
TX DE SURFACE VITRÉE : + 10 %	2255	38,8	20,47
ENDUIT MURS - FONCE Alpha=0,65	2355	38,7	21,62
ORIENTATION	2402	39,6	22,08
INERTIE LÉGÈRE	2409	40,9	22,31
INERTIE TRÈS LÉGÈRE	2651	44,5	24,84

Tableau 11 : Crèche 2 - Variantes sur le confort d'été en zone H3 - Résultats sur les DH, le Bbio_froid et le Cep_froid

- Les variantes qui améliorent le DH et le Cep,nr_fr :
 - Top 3 : Rafraichissement adiabatique (-2181 DH), puits climatique (-1174 DH), ventilation nocturne en été (-570 DH).
 - Les vitrages à contrôle solaire ont un impact équivalent à l'automatisation des protections mobiles (+/- -260 DH).
 - Les brasseurs d'airs ont un impact limité par rapport aux résultats de l'étude précédente en résidentiel (-196 DH)
 - La dégradation de la perméabilité à l'air du cas de base de 1 à 1.7 améliore légèrement les DH de -38 DH.

- Les variantes qui améliorent le Bfr :
 - Top 3 : Vitrages à contrôle solaire (x 2 variantes) (-6.4 points), Inertie très lourde (-3.5 points), Volet roulants automatisés (-3.4 points).
 - La dégradation de la perméabilité à l'air du cas de base de 1 à 1.7 améliore légèrement le bbio froid de -0.3 points. Elle dégrade le Bbio_projet passant de 127.4 points à 139.7 points soit +12.3 points (avec un Bbio_chaud de 58.7 points à 71.4 points).

- Les variantes qui dégradent le DH et le Cep,nr_fr :
 - Top 3 : Le changement de classe de l'inertie (+ 396 DH), l'orientation du bâtiment (+154 DH), la couleur de l'enduit (+ 100 DH).

- Les variantes qui dégradent le Bfr : identique aux variantes qui dégradent le DH.

7.4.4. Impact de l’inertie sur le confort d’été

Comment lire ce graphique : ce graphique présente pour la crèche 2 en zone H3 les résultats sur l’indicateur DH de variantes unitaires sur l’inertie. Le cas de base est en inertie moyenne.

Les trois lignes en pointillées représentent les 3 seuils de DH (exigeant, intermédiaire et souple)

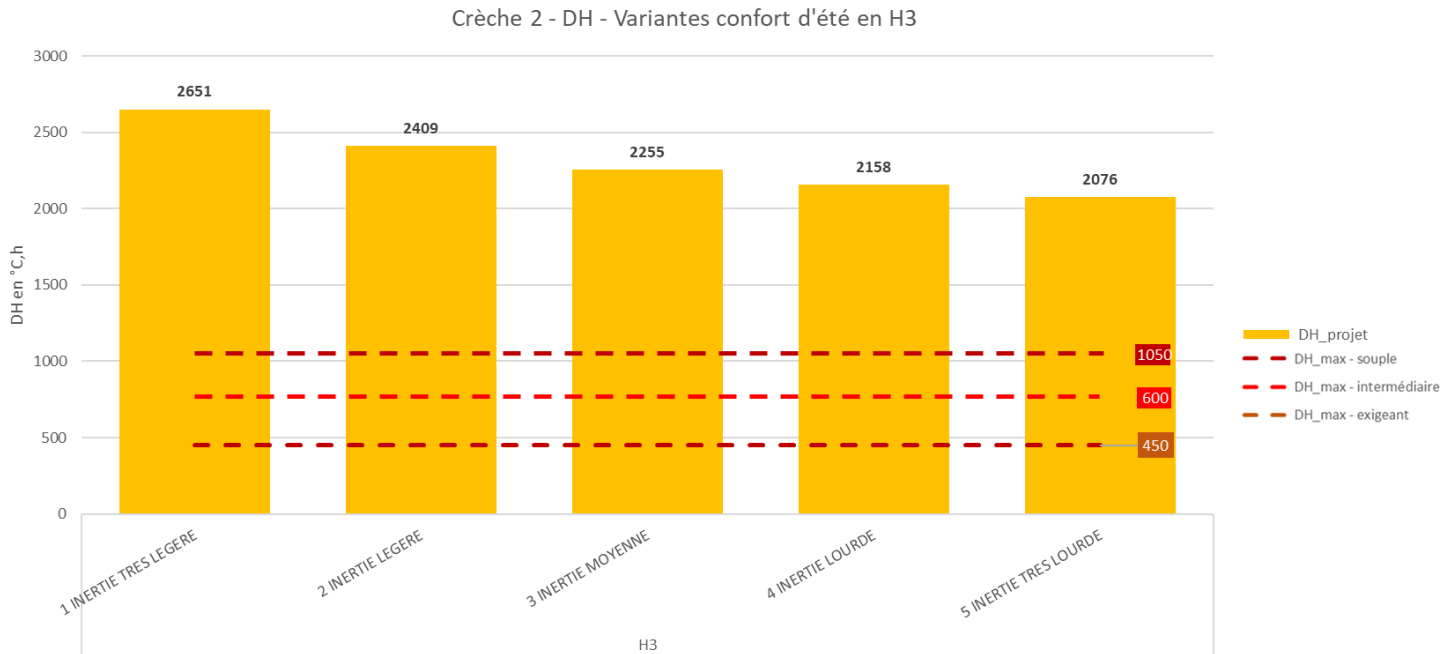


Figure 27 : Crèche 2 - H3 - DH selon les classes d'inertie

On constate une différence de +/- 600 DH entre une inertie très lourde et une inertie très légère. Cela montre l’intérêt d’apporter de l’inertie dans les constructions légère pour améliorer l’indicateur DH sans pour autant faire que le bâtiment soit sous le seuil de DH_max.

L’inertie d’un bâtiment est donc non négligeable pour améliorer le confort d’été, pourtant apporter de l’inertie signifie un ajout de matières supplémentaires qui a pour conséquence généralement d’augmenter l’indicateur IC_{construction}.

7.5. IC_{CONSTRUCTION}

7.5.1. Types des données utilisées dans les ACV de base

- L’ACV comprend 143 données dont :
 - 74 DED,
 - 66 FDES / PEP,
 - 3 Données forfaitaires.

- Décomposition du poids carbone total :

Comment lire ce tableau : ce tableau présente la répartition du poids carbone du bâtiment selon les types des données utilisées pour l’ACV. Par exemple, 41 % du poids carbone du bâtiment est lié avec des FDES / PEP.

Types de données	Kg eq CO2/m ²	Répartition en % du poids carbone
DED	461	41%
FDES / PEP	516	45%
Forfait	160	14%
Total général	1136	100%

Tableau 12 : Décomposition du poids carbone du cas de base selon les types de données (Base béton - crèche 2)

▪ Poids carbone par lot et par type de données :

Comment lire ce graphique : ce graphique présente la répartition du poids carbone en % et par type de données. Par exemple le lot 6 : façade, fenêtres représente 9 % du poids carbone total du bâtiment avec 6 % liée à des FDES / PEP et 3 % à des DED.

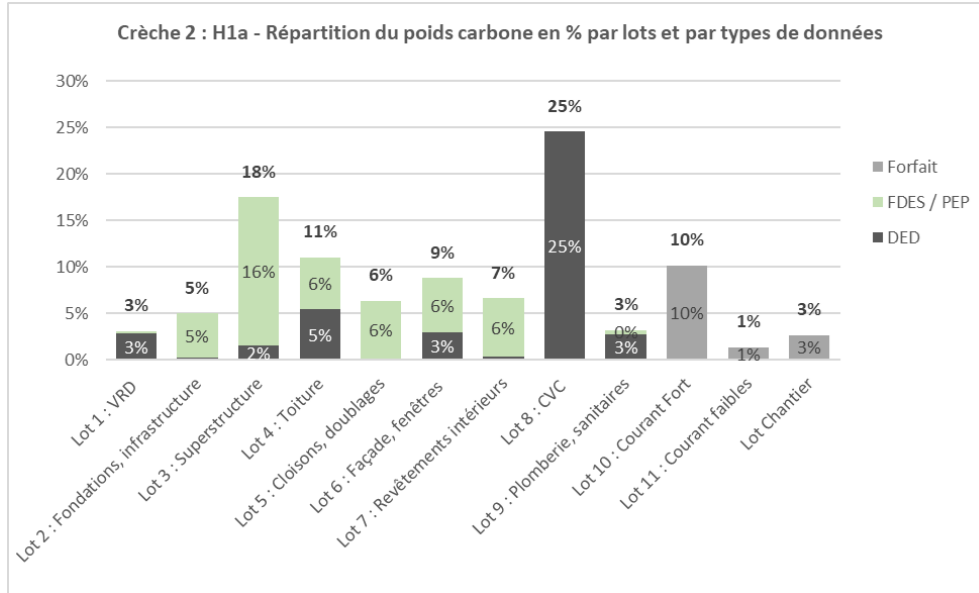


Figure 28 : Répartition du poids carbone selon les lots et les types de données (crèche 2)

Point d'attention : pour la modélisation du lot 8 CVC du cas de base : le consortium a demandé au BET d'utiliser pour le générateur, la production d'ECS et la VMC Double Flux des DED :

Fiche	Fiche	DVE	Type	Qté	Unité	Ic Tot	Ic/m ²
Pompe à chaleur (PAC) AIR/EAU double service en bâtiment collectif/tertiaire [P=40 à 100kW] [PRG supérieur à 750] - DED	35312	22	DED	1	unité	29890	58
Ballon de stockage d'eau chaude sanitaire collectif [V=1000 L] - DED	35313	22	DED	1	unité	56442	110
Centrale de traitement d'air double flux pour bâtiment tertiaire [Q entre 1000 et 3400 m ³ /h] - DED	31821	17	DED	1	unité	15203	30
Tube en acier noir pour usage en chauffage et climatisation [DN=125mm] - DED	31895	50	DED	212	m	17204	33
Conduits rigides acier [DN = 200 mm] -] - DED	32039	30	DED	230	ml	9136	18

Sur les 279 kg eq CO₂/m² du lot 8, 90% est imputable à ces 5 DED. L'utilisation de PEP individuelles doit permettre de réduire le poids carbone de ce lot.

7.5.2. Seuils IC_{construction_max} proposés lors de la consultation

Seuil IC _{construction}	2024-2027	2028-2030	2031
Exigeant	880	715	550
Moyen	950	780	610
Souple	1000	825	650

7.5.3. Analyse du $I_{C_{construction}}$ selon les modes constructifs

Comment lire ce graphique : ce graphique présente les résultats de l'indicateur $I_{C_{construction}}$ en zone H1a pour 3 systèmes constructifs et 2 équipements différents pour le cas béton. Les exigences sont avec application des seuils $I_{C_{construction_max}}$ « exigeant ».

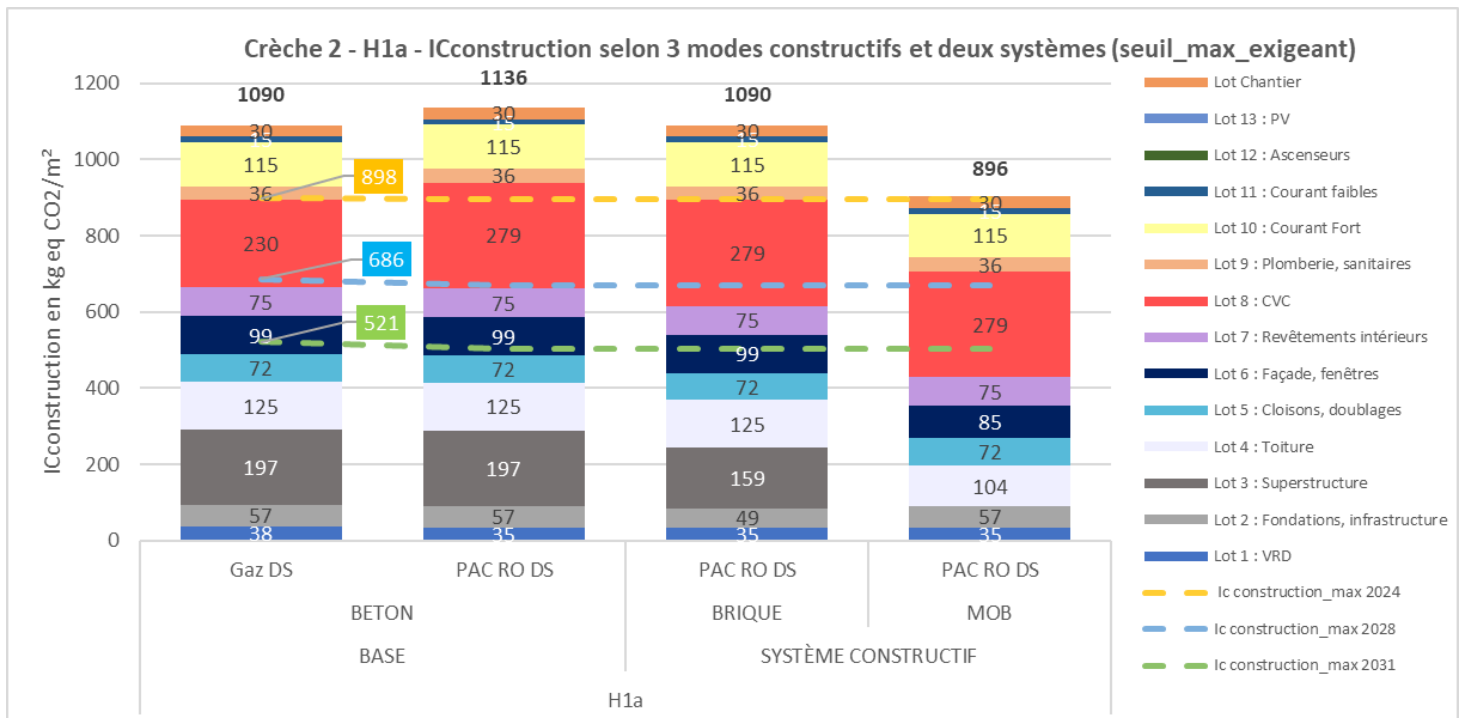


Figure 29 : Poids carbone selon 3 systèmes constructif en zone H1a (crèche 2)

Constats :

- Entre les systèmes (cas de base béton) : le basculement d'une PAC Air/Eau DS vers une chaudière gaz DS permet un gain carbone sur le $I_{C_{construction}}$ de 46 kg eq CO₂/m².

Pour rappel le $I_{C_{énergie}}$ du cas gaz est de 607 kg eq CO₂/m² contre 132 kg eq CO₂/m² pour le cas PAC.

Le $I_{C_{bâtiment}}$ ($I_{C_{construction}} + I_{C_{énergie}}$ → indicateur sans seuil) est donc à l'avantage du cas PAC Air/eau DS :

- PAC Air/Eau DS : $1136 + 132 = 1268$ kg eq CO₂/m²,
- Gaz DS : $1090 + 607 = 1697$ kg eq CO₂/m².

- Entre les trois systèmes constructifs :

Les variantes « béton » et « brique » sont nettement supérieures au seuil 2024 dit « exigeant ». Le cas béton est supérieur de +46 kg eq CO₂/m² par rapport au cas brique. Seul le cas ossature bois respecte le seuil 2024 de 2 kg eq CO₂/m².an.

Les variantes « brique » et « béton » en l'état ne respectent pas le seuil souple 2024 de 1000 kg eq CO₂/m². L'utilisation de PEP pour le sous lot 8 pourrait potentiellement permettre de passer le seuil, ce qui limite les marges d'améliorations pour les seuils 2028 et 2031.

Les résultats ne sont pas présentés en ACV Statique, donc normé, le moteur de calcul maestro ne permet pas d'obtenir les sorties.

Pour ce bâtiment les seuils dits « souples » apparaissent comme très exigeants. S'ils sont retenus, cela conduit à réaliser des constructions très légères (bois) à partir de 2028 ET avec des données individuelles. Ce choix interroge sur le confort d'été de ce type de construction sans inertie (voir § crèche 2 confort d'été).

7.6. AMÉLIORATIONS UNITAIRES

7.6.1. Ventilation de DF vers SF

Comment lire ce graphique : ce graphique présente les résultats de l'indicateur Cep,nr pour 3 zones climatiques et 1 équipement - cas de base avec une VMC Double Flux (DF) et variantes avec une VMC SF (SF) et VMC SF Modulée.

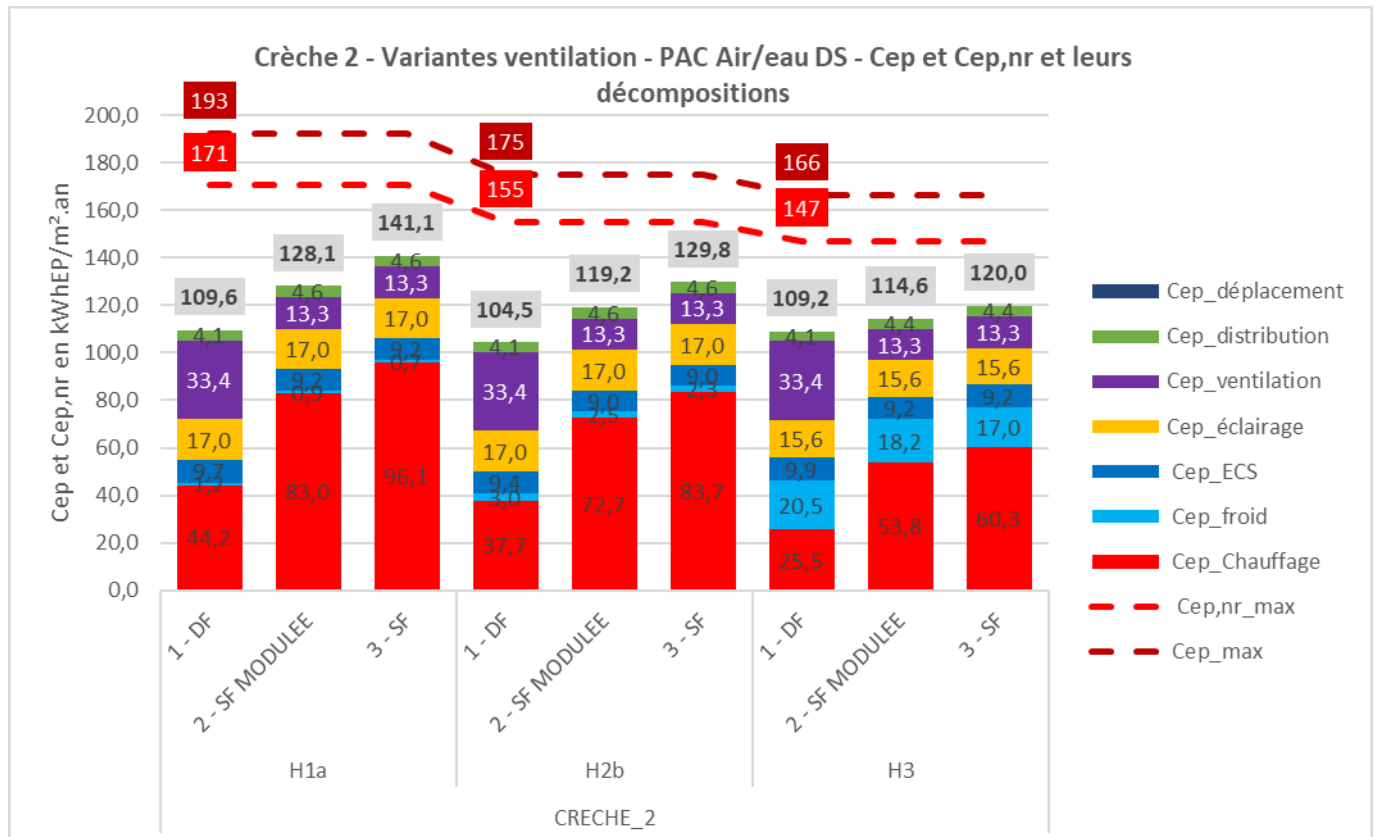


Figure 30 : Crèche 2 - Variante sur 3 zones climatiques avec VMC Simple Flux, VMC Simple Flux modulée et VMC Double Flux.

Constats :

Le remplacement d'une VMC DF par une VMC SF :

- Multiplie par +/- 2 la consommation du Cep,nr_chauffage,
- Baisse le Cep,nr_Ventilation de 33.4 à 13.3 kWhEP/m².an,
- Baisse en zone H3 le Cep,nr_froid lié aux DH (SF : 1925 DH / SF Modulée : 2038 / DF : 2255 DH).

L'analyse carbone donne un très léger avantage à la VMC DF :

Base	Ventilation	IC _{construction}	IC _{énergie}	IC _{bâtiment}
H1a Béton + Pac Air/Eau DS	SF	1118	180	1298
	SF Modulée	1118	163	1281
	DF	1136	132	1268

7.6.1. Augmentation des débits de ventilation

La publication de l'arrêté du 31 août 2021 « *créant un référentiel national relatif aux exigences applicables aux établissements d'accueil du jeune enfant en matière de locaux, d'aménagement et d'affichage* » ([lien](#)) préconise des débits plus élevés que le RSDT. L'objectif des variantes est d'analyser le Cep,nr selon la nature de la ventilation et l'augmentation des débit.

II.3. – Qualité de l'air et sonorité

II.3.1 Les espaces intérieurs d'accueil des enfants et des professionnels disposent de préférence de fenêtres munies d'ouvrants permettant une ventilation naturelle.

Les sanitaires, les espaces de sommeil, salle de jeux d'eau, halls et couloirs peuvent disposer de ventilation mécanique contrôlée ou d'ouvrants en second jour.

II.3.2 Les fenêtres et dispositifs de ventilation naturelle ou mécanique contrôlée offrent à l'établissement une capacité de renouvellement de l'air intérieur conforme aux exigences fixées aux articles R. 4222-4 à R. 4222-9 du code du travail. Pour l'application de l'article R. 4222-6 du même code lorsque l'aération est assurée par ventilation mécanique, le débit minimal d'air neuf à introduire est de 30 m³/h par place autorisée. Le gestionnaire tient à disposition les pièces justificatives nécessaires.

Afin de quantifier l'impact de l'arrêté les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Débit de 30m³/h et par enfant dans les dortoirs et les salles d'activités + débits des autres pièces,
- Débit de 30m³/h et par enfant dans les dortoirs et les salles d'activités + débit de 30m³/h et par encadrant dans les salles d'activités + débits des autres.

Comment lire le graphique suivant : ce graphique présente pour la crèche 2 sur 3 zones climatiques les impacts sur le Cep,nr des types de ventilation et de l'augmentation des débits de la ventilation en concordance avec l'arrêté du 31 août 2021. Le cas de base correspond à la colonne Double Flux.

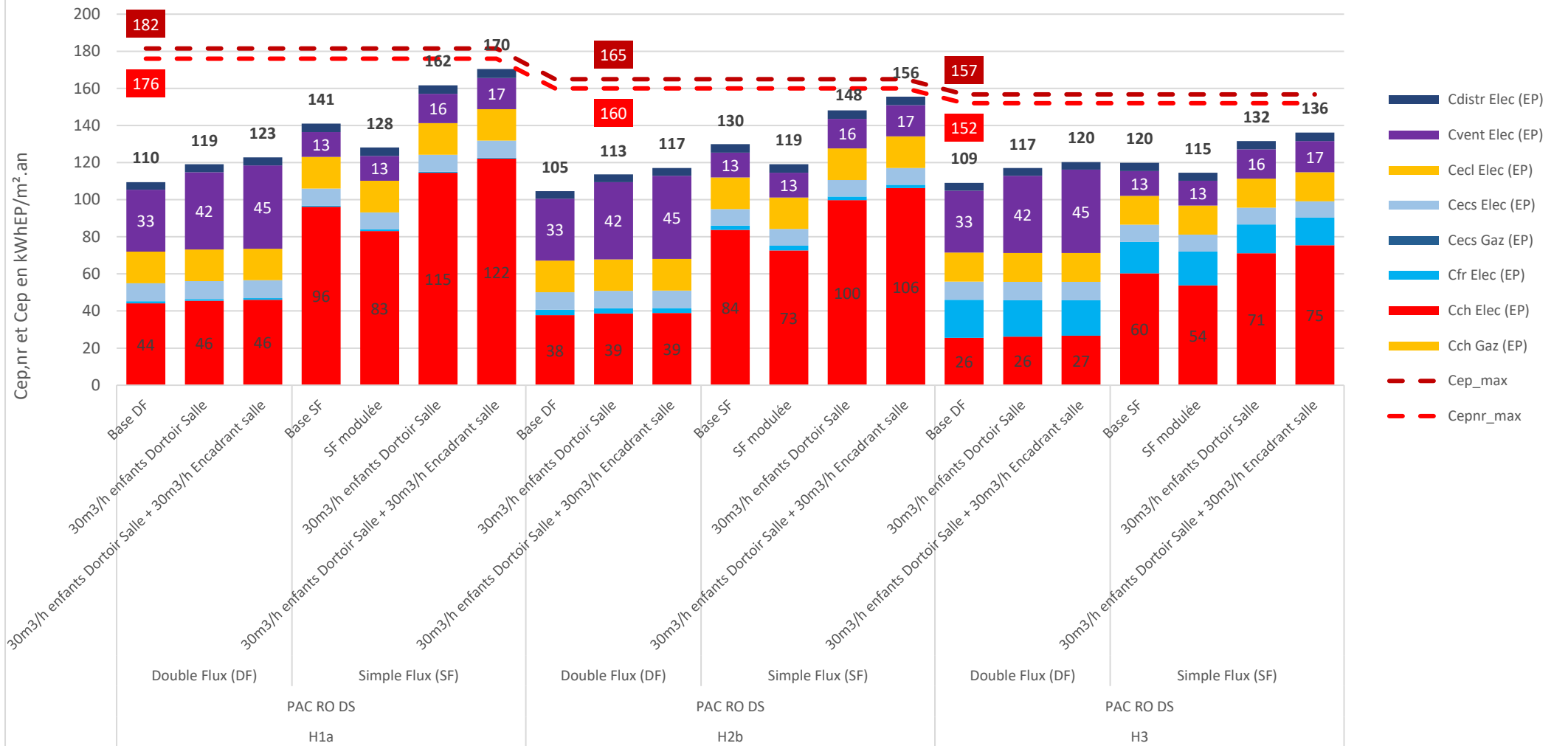
▪ Constats :

L'augmentation des débits de ventilation augmente le Cep,nr_projet avec :

- Augmentation du Cep_chauffage et le Cep_ventilation,
- Baisse du Cep_froid.

→ **Avec une augmentation des débits de ventilation qui respecte les exigences de l'arrêté du 31 août 2021 « *créant un référentiel national relatif aux exigences applicables aux établissements d'accueil du jeune enfant en matière de locaux, d'aménagement et d'affichage* » , ce bâtiment reste règlementaire c'est-à-dire sous le Cep,nr_max exigeant.**

Crèche 2 - Ventilation - Augmentation des débits



8. LISTE DES FIGURES

Tableau 1 : Présentation du descriptif des deux crèches de l'étude	8
Tableau 2 : Évolution du nombre de points de Bbio pour la crèche 1 et 2 en % entre le moteur RT et le moteur RE à performance thermique équivalent.....	10
Tableau 3 : Évolution du nombre du Cep en kWhEP/m ² .an pour la crèche 1 et 2 en % entre le moteur RT et le moteur RE à performance thermique équivalent.....	11
Tableau 4 : Comparaison entre les descriptifs de base de la crèche 1 utilisés dans l'étude consortium et le GTM.....	12
Tableau 5 : Comparaison entre les descriptifs de base de la crèche 2 utilisés dans l'étude consortium et le GTM.....	13
Tableau 6 : Présentation des performances de l'enveloppe pour le renforcement du Bbio en zone H2b	18
Tableau 7 : Décomposition du poids carbone du cas de base selon les types de données (Base Brique - crèche 1)	22
Tableau 8 : Crèche 1 - Indicateurs règlementaire entre combles perdus et toiture terrasse sur 3 zones climatiques.	27
Tableau 9 : Crèche 1 - Variante Carbone (Icconstruction) selon la nature du plancher bas.....	28
Tableau 10 : Crèche 2 - Présentation des performances de l'enveloppe pour le renforcement du Bbio en zone H2b.....	30
Tableau 11 : Crèche 2 - Variantes sur le confort d'été en zone H3 - Résultats sur les DH, le Bbio_froid et le Cep_froid.....	35
Tableau 12 : Décomposition du poids carbone du cas de base selon les types de données (Base béton - crèche 2)	36
Figure 1 : Comparaison pour la crèche 1 et la crèche 2 des Bbio RT 2012 et RE 2020 pour les cas de référence modélisés dans le moteur RT 2012 et transposés dans le moteur RE 2020 sur trois zones climatiques.	10
Figure 2 : Comparaison pour la crèche 1 des Cep RT 2012 et RE 2020 pour les cas de référence modélisés dans le moteur RT 2012 et transposés dans le moteur RE 2020 sur trois zones climatiques.	11
Figure 3 : Présentation des Bbio et de leurs décompositions et des propositions de seuils de Bbio_max entre l'étude consortium et le GTM.....	14
Figure 4 : Présentation des Bbio et de leurs décompositions et des propositions de seuils de Bbio_max entre l'étude consortium et le GTM.....	15
Figure 5 : Présentation des Icénergie et de leurs décompositions et des propositions de seuils de Bbio_max entre l'étude consortium et le GTM.	16
Figure 6 : Décomposition du BBIO pour les cas de base pour 3 zones climatique (crèche 1).....	17
Figure 7 : Décomposition du Bbio en zone H2b pour 6 niveaux de performance (crèche 1)	18
Figure 8 : Décomposition du Cep,nr à Bbio équivalent pour 3 zones climatiques et deux systèmes (crèche 1)	19
Figure 9 : Présentation du Cep,nr en zone H2b pour 5 systèmes différents à bbio équivalent (crèche 1).....	19
Figure 10 : Présentation de l'indicateur ICénergie sur 3 zones climatiques et 2 systèmes à Bbio équivalent (crèche 1).....	20
Figure 11 : Icénergie en zone H2b pour 5 systèmes à Bbio équivalent (crèche 1).....	20
Figure 12 : Présentation du nombre de DH pour 3 zones climatique (Crèche 1).....	21
Figure 13 : Présentation des DH en H3 selon 5 systèmes à Bbio identique et 2 renforcements du Bbio (crèche 1).....	21
Figure 14 : Présentation du Cep,nr en zone H3 à Bbio identique avec et sans refroidissement actif (crèche 1).	22
Figure 15 : Répartition du poids carbone selon les lots et les types de données (crèche 1)	23
Figure 16 : Poids carbone selon 3 systèmes constructif en zone H1a (crèche 1).....	24
Figure 17 : Crèche 1 - Variante sur 3 zones climatiques avec VMC Simple Flux ou VMC Double Flux.....	25
Figure 18 : Crèche 1 : Sensibilité sur la nature de la ventilation et sur l'augmentation des débits.	26
Figure 19 : Décomposition du BBIO pour les cas de base pour 3 zones climatiques (crèche 2)	29
Figure 20 : Décomposition du Bbio en zone H2b pour 6 niveaux de performance (crèche 2)	30
Figure 21 : Décomposition du Cep,nr à Bbio équivalent pour 3 zones climatiques et deux systèmes (crèche 2)	31
Figure 22 : Présentation du Cep,nr en zone H2b pour 6 systèmes différents à bbio équivalent (crèche 2).....	31
Figure 23 : Présentation de l'indicateur ICénergie sur 3 zones climatiques et 2 systèmes à Bbio équivalent (crèche 2)	32
Figure 24 : Icénergie en zone H2b pour 5 systèmes à Bbio équivalent (crèche 2)	32
Figure 25 : Présentation du nombre de DH pour 3 zones climatique (Crèche 2).....	33
Figure 26 : Crèche 2 - H3 - DH de variantes unitaires	34
Figure 27 : Crèche 2 - H3 - DH selon les classes d'inertie.....	36

Figure 28 : Répartition du poids carbone selon les lots et les types de données (crèche 2)	37
Figure 29 : Poids carbone selon 3 systèmes constructif en zone H1a (crèche 2).....	38
Figure 30 : Crèche 2 - Variante sur 3 zones climatiques avec VMC Simple Flux, VMC Simple Flux modulée et VMC Double Flux...	39

9. ANNEXES CAHIER DES CHARGES ET HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE

SOMMAIRE

CAHIER DES CHARGES

1.	VALIDATIONS ET DÉLAI DE L'ÉTUDE	44
2.	DÉLAI :.....	44
3.	LES BUREAUX D'ÉTUDES THERMIQUES	44
4.	PHASAGE DE L'ÉTUDE	44
5.	STRUCTURE DE CE CAHIER DES CHARGES.....	44
6.	STRUCTURE :	45
7.	LISTE DES VARIANTES	45
HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDES		
8.	MÉTHODOLOGIE.....	50
8.1.	LOGICIELS DE CALCUL 50	
8.2.	ZONES CLIMATIQUES ÉTUDIÉES 50	
9.	DESCRIPTIF DES BÂTIMENTS	50
10.	PRESTATIONS PHASE 1	52
10.1.	CRÈCHE 1 – 125M ²	52
10.2.	CRÈCHE 2 – 500M ²	53
10.3.	PUISSANCE DE CHAUFFAGE	54
10.4.	CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES	55
1	EMISSION	55
2	DISTRIBUTION	55
3	SYSTÈMES – CRÈCHE 1	55
4	SYSTÈMES – CRÈCHE 2	56
11.	PHASE 2 : CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES.....	58
11.1.	EMISSION	58
11.2.	DISTRIBUTION	59
11.3.	SYSTÈMES – CRÈCHE 1	59
11.4.	SYSTÈMES – CRÈCHE 2	61
12.	CONFORT D'ETE	64

1. VALIDATIONS ET DÉLAI DE L'ÉTUDE

Validations :

- Consortium : ce cahier des charges est validé par l'ensemble des participants du consortium (a minima une personne par organisation).
- BET : échanges avec le consortium et validation du contenu avant de chiffrer l'ensemble de l'étude.
- DHUP.

Le cahier des charges sera également partagé au CSTB pour information.

2. DÉLAI :

Les calculs pourront être lancés une fois que Maestro sera accessible ET après validation du cahier des charges par la DHUP.

! \ Les résultats de l'étude doivent impérativement être disponibles avant la consultation publique des textes sur les exigences pour le ou les secteurs étudiés. En cas d'impossibilité de réalisation de l'étude par le BET dans le délai imparti, c'est-à-dire avant la consultation publique alors l'étude sera annulée.

3. LES BUREAUX D'ÉTUDES THERMIQUES

Petite enfance : LBM Energie - contact Céline Thivet (celine.lefevre@lbm-energie.fr)

4. PHASAGE DE L'ÉTUDE

L'étude sera réalisée en deux temps :

■ Phase 1 - objectifs :

- Connaître l'incidence du changement de moteur de calcul entre le moteur RT 2012 et le moteur RE 2020 :
 - o Pour la partie calage les calculs sont à réaliser avec le moteur de calcul RT 2012 et RE 2020 à performance et descriptif identique,
- Valider les descriptifs techniques de l'enveloppe et leurs renforcements pour utilisation dans la phase 2.

■ Phase 2 – objectifs :

- Selon le descriptif de l'enveloppe validé en phase 1, analyser les résultats avec le moteur de calcul RE 2020.

5. STRUCTURE DE CE CAHIER DES CHARGES

Ce cahier des charges est segmenté selon les typologies de l'étude : « Petite enfance » et « Santé ». Afin de faciliter la lecture des variantes un tableau Excel est réalisé par le consortium. Des échanges avec les BET seront organisés pour valider le contenu technique du cahier des charges.

Le cahier des charges et son tableau Excel seront partagés à la DHUP pour validation et au CSTB pour information.

Analyse économique (Coûts)

- Calcul des surcoûts d'investissement d'une variante par rapport à la base.
- Calcul des coûts d'exploitation d'une variante par rapport à la base : prix énergie + abonnement + entretien

Légende pour faciliter la lecture des variantes :

	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O / X	O / X	O / X

O = à réaliser – X = à ne pas réaliser

6. STRUCTURE :

▪ Descriptif des variantes :

Pour chaque partie le descriptif suivant est précisé : Zones climatiques / Ventilation / équipements / Niveau de performance de l'enveloppe / Mode constructif.

A. Calage RE 2020

Objectif : Connaître les résultats de l'ensemble des sorties du moteur de calcul RE 2020 pour un bâtiment qui respecte la RT 2012 avec une performance dite selon le standard actuel de performance (appelée dans le document « standard 2023 »). Selon l'expérience du BET pour déterminer l'enveloppe de base.

B. Sensibilités « Équipements »

Objectif : Modifier sur le descriptif « Standard 2023 » les équipements (Chauffage + ECS) selon la liste du cahier des charges.

C. Sensibilités « Ventilation »

Objectif : Modifier sur le descriptif « Standard 2023 » le type de ventilation selon la liste du cahier des charges.

D. Sensibilités « Performance »

Objectif : Selon la description du cas « standard 2023 » - appliquer un renforcement sur l'enveloppe pour respecter : Bbio_standard 2023_-10 % et Bbio_standard 2023_-20 %.

E. Sensibilités « Systèmes constructifs »

Objectif : Modification du système constructif du cas de base à performance équivalent ou proche avec le niveau « Standard 2023 » selon la liste du cahier des charges.

F. Sensibilités « Confort d'été »

Objectif : A partir du descriptif « Standard 2023 » – appliquer des sensibilités unitaires liées au confort d'été selon la liste du cahier des charges.

7. LISTE DES VARIANTES

7.1. Crèche 1 de 125 m² - Phase 1

Ajout : pour les cas brique prendre une brique avec un R = 1

A. Calage RE 2020

Moteurs de calcul : RT 2012 et RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Standard 2023 (prestations courantes 2023 – respect de la RT2012)
 Systèmes énergétiques : Chaudière gaz double service + radiateurs
 PAC air / air Gainable (non réversible) + Chauffe-eau thermodynamique
 Ventilation : SF Auto
 Mode constructif : Brique

Calage	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O	X	X

B. Sensibilités « Ventilation »

Moteur de calcul : RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Standard 2023 (prestations courantes 2023 – respect de la RT2012)
 Ventilation : Double flux
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Mode constructif : Brique

Ventilation	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O	X	X

C. Sensibilités « Performance »

- ➔ Selon le descriptif de base le BET propose des améliorations sur le descriptif de l'enveloppe.
- ➔ Le consortium validera le renforcement sur le Bbio à conserver dans la suite de l'étude.

Moteur de calcul : RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Bbio_standard 2023_-10 %
 Bbio_standard 2023_-20 %.
 Ventilation : SF auto
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Mode constructif : Brique

Performance	Energie	Carbone	Coûts

Calculs	○	×	○
---------	---	---	---

D. Sensibilités « Systèmes constructifs »

Moteur de calcul RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Standard 2023 (prestations courantes 2023 – respect de la RT2012)
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Ventilation : SF auto
 Mode constructif : Brique
 Variantes : Impact type de toiture entre une toiture terrasse et toiture avec charpente de combles perdus.

Systèmes constructifs	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	×	×

7.2. Crèche 1 de 125 m² - Phase 2

A. Calage RE 2020

Moteurs de calcul : RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1
 Systèmes énergétiques : Chaudière gaz double service + radiateurs
 PAC air / air Gainable (non réversible) + Chauffe-eau thermodynamique
 Ventilation : SF Auto
 Mode constructif : Brique

Calage	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	○	○

B. Sensibilités « Ventilation »

Moteur de calcul RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Ventilation : Double flux
 Mode constructif : Brique

Calage	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	○	○

C. Sensibilités « Équipements »

Moteur de calcul RE 2020

Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1
 Ventilation : SF Auto
 Systèmes énergétiques : Effet joule + CET,
 PAC air / air Gainable réversible + Chauffe-eau électrique
 -PAC air / eau Double service plancher chauffant
 Mode constructif : Brique

Équipements	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	○	○

D. Sensibilités « Performance »

Moteur de calcul RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Bbio_standard 2023_-10 %
 Bbio_standard 2023_-20 %.
 Ventilation : SF auto
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Mode constructif : Brique

Performance	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	○	○

E. Sensibilités « Systèmes constructifs »

Moteur de calcul RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Ventilation : SF auto
 Mode constructif : Brique
 Variantes : Bloc béton
 Ossature bois
 Reformulation : Toiture terrasse et toiture charpente avec combles perdus.
 ITI / ITE
 ITI - isolants biosourcés
 ITE - isolants biosourcés

Systèmes constructifs	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	○	○

7.3. Crèche 2 de 500 m² - Phase 1

A. Calage RE 2020

Moteurs de calcul : RT 2012 et RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Standard 2023 (prestations courantes 2023 – respect de la RT2012)
 Systèmes énergétiques : PAC Air/Eau Double service
 Chaudière collective double service + radiateurs
 Ventilation : SF Auto
 Mode constructif : Béton banché

Calage	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O	X	X

B. Sensibilités « Ventilation »

Moteur de calcul : RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Standard 2023 (prestations courantes 2023 – respect de la RT2012)
 Ventilation : Double flux & SF modulée
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Mode constructif : Béton banché

Ventilation	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O	X	X

C. Sensibilités « Performance »

- ➔ Selon le descriptif de base le BET propose des améliorations sur le descriptif de l'enveloppe.
- ➔ Le consortium validera le renforcement sur le Bbio à conserver dans la suite de l'étude.

Moteur de calcul : RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Bbio_standard 2023_-10 %
 Bbio_standard 2023_-20 %.
 Ventilation : SF Auto
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Mode constructif : Béton banché

Performance	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O	X	O

D. Sensibilités « Systèmes constructifs »

Moteur de calcul : RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Standard 2023 (prestations courantes 2023 – respect de la RT2012)
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Ventilation : SF Auto
 Mode constructif base : Béton banché
 Variantes : Impact type de toiture entre une toiture terrasse et toiture avec charpente de combles perdus.

Systèmes constructifs	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O	X	X

7.4. Crèche 2 de 500 m² - Phase 2

A. Calage RE 2020

Moteurs de calcul : RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1
 Systèmes énergétiques : Chaudière gaz double service + radiateurs
 PAC air / air Gainable + Chauffe-eau thermodynamique (non réversible)
 Ventilation : Double flux
 Mode constructif : Béton banché

Calage	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O	O	O

B. Sensibilités « Ventilation »

Moteur de calcul : RE 2020
 Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1
 Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir
 Ventilation : SF Auto
 Simple Flux modulée
 Mode constructif : Béton banché

Ventilation	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	O	O	O

C. Sensibilités « Équipements »

Moteur de calcul : RE 2020

Zones climatiques : H1a – H2b – H3
 Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1
 Ventilation : Double flux
 Systèmes énergétiques : Chaudière collective simple service + chauffe-eau thermodynamique

DRV + K7 réversible chauffe-eau thermodynamique
 Chaudière bois
 Variante RCU

Mode constructif : Béton banché

Équipements	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	○	○

D. Sensibilités « Performance »

Moteur de calcul RE 2020

Zones climatiques : H1a – H2b – H3

Performance : Bbio_standard 2023_-10 %
 Bbio_standard 2023_-20 %.

Ventilation : Double flux

Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir

Mode constructif : Béton banché

Performance	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	○	○

E. Sensibilités « Confort d'été »

Moteur de calcul RE 2020

Zones climatiques : H1a – H2b – H3

Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1

Ventilation : Double flux

Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir

Mode constructif : Béton banché

Variantes :
 Bâti - Changement orientation,
 Bâti - Couleur des enduits - Foncé : Alpha 0.65
 Bâti - Couleur des enduits - Très claire : Alpha 0.21
 Bâti - Nature de l'isolant à performance thermique équivalente,
 Bâti - Perméabilité à l'air,

Bâti - Prévoir une variante ITE

Inertie - Légère,
 Inertie - Lourde,
 Inertie - Moyenne,
 Inertie - Très légère,
 Inertie - Très lourde
 Protections mobiles - Stores extérieurs auto avec horloge crépusculaire,
 Refroidissement passif - Brasseurs d'air (en pas climatisé),
 Refroidissement passif - Puits climatique (avec ajout DF si non présente en base),
 Refroidissement passif - Rafraîchissement adiabatique (avec ajout DF si non présente en base),
 Ventilation - Free-cooling (avec ajout DF si non présente en base),
 Vitrages - à contrôle solaire (selon les baies par orientation S et O),
 Vitrages - Variation du taux d surface vitrée du projet.

Confort d'été	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	○	○	○

E. Sensibilités « Systèmes constructifs »

Moteur de calcul RE 2020

Zones climatiques : H1a – H2b – H3

Performance : Selon le descriptif validé de la phase 1

Système énergétique : Cas de base – 1 système en base à définir

Ventilation : Double flux

Mode constructif : Béton banché

Variantes :
 Briques
 Ossature bois
 Impact type de toiture entre une toiture terrasse et toiture avec charpente de combles perdus.
 ITI / ITE
 ITI - isolants biosourcés
 ITE - isolants biosourcés

Systèmes constructifs	Energie	Carbone	Coûts
Calculs	0	0	0

8. MÉTHODOLOGIE

8.1. Logiciels de calcul

Les calculs **énergie** ont été réalisés sur :

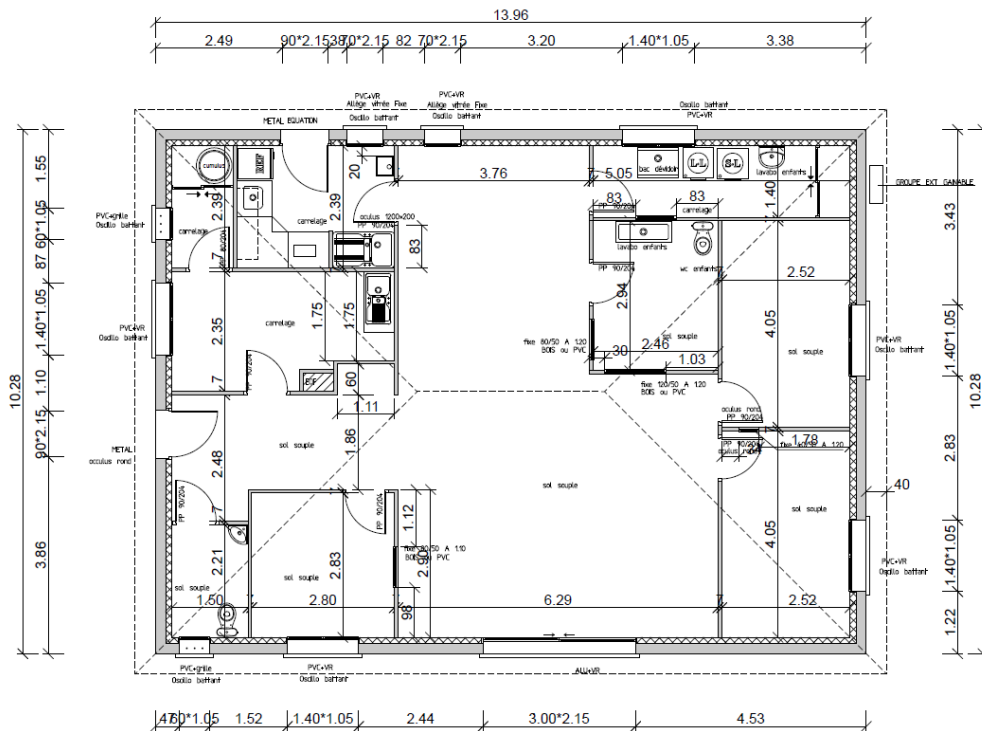
- **Calculs RT2012** : le logiciel U22WINV6, version 8.1.0.0 du moteur de calcul réglementaire suivant la méthode Th-BCE 2012
- **Calculs RE2020** : version RE2020.2022.E3.0.0.GTM2_Ajout_ForfaitFroid_13072023 du moteur de calcul réglementaire suivant la méthode Th-BCE 2020

8.2. Zones climatiques étudiées

Les calculs ont été réalisés dans les zones climatiques H1a, H2b et H3.

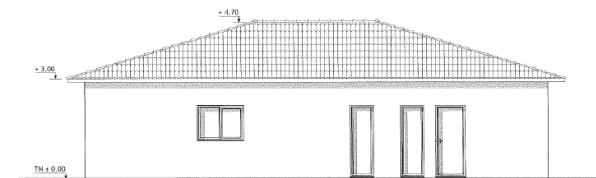
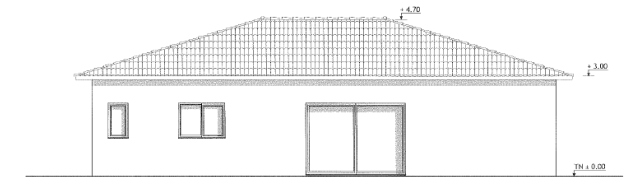
9. DESCRIPTIF DES BÂTIMENTS

9.1. Crèche 1 – 125m²



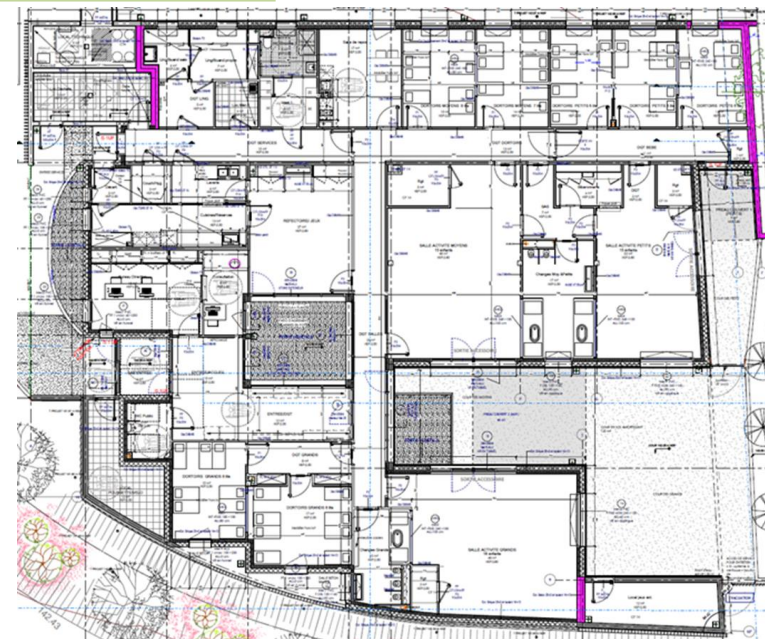
Caractéristiques	CRECHE 1
Zone de bruit	BR1
Nombre de lits	10
Su	124 m ²
Nbre niveaux	1
Compacité (Sp/Su)	2,99
Surface vitrée en m ²	22
Ratio de surface vitrée / m ² Su	0,18
Surface vitrée en façade (%)	19%
Ascenseur	Non
Type parking	Aérien

NB : Comme dans le cadre du GTM2, les parkings ne sont pas modélisés.

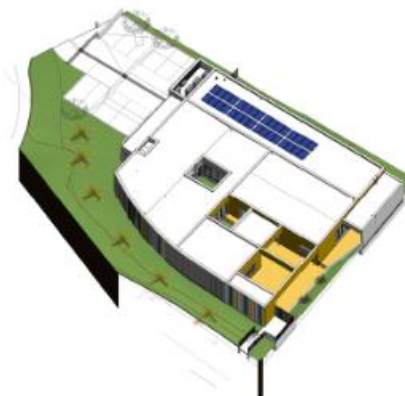


9.2. Crèche 2 – 500m²

Caractéristiques	CRECHE 2
Zone de bruit	BR1
Nombre de lits	46
Su	514 m ²
Nbre niveaux	1
Compacité (Sp/Su)	2,9
Surface vitrée en m ²	128
Ratio de surface vitrée / m ² Su	0,25
Surface vitrée en façade (%)	32%
Ascenseur	Non
Type parking	Aérien



NB : Comme dans le cadre du GTM2, les parkings ne sont pas modélisés.



ÉTUDE CONSORTIUM RE 2020 AUTRES TERTIAIRES - MOTEUR DE CALCUL MAESTRO DU GTM – VERSION PROVISOIRE

10. PRESTATIONS PHASE 1

10.1. Crèche 1 – 125m²

	Etude - H1a - Gainable + CET	Etude - H2b - Gainable + CET	Etude - H3 - Gainable + CET
Masques lointains	RE2020 : 10°	RE2020 : 10°	RE2020 : 10°
Masques proches	Aucun	Aucun	Aucun
Perméa	0,7	0,7	0,7
Murs ext	Brique R=1 + Gr32 10cm R=3,15	Brique R=1 + Gr32 10cm R=3,15	Brique R=1 + Gr32 10cm R=3,15
Plancher bas	Up23 + R=3,15 sous chape	Up23 + R=3,15 sous chape	Up23 + R=3,15 sous chape
Plancher haut combles	R=10	R=10	R=10
Baies PVC	Uw=1,4	Uw=1,4	Uw=1,4
Baies alu	Uw=1,7	Uw=1,7	Uw=1,7
Protections	VRE Uc=0,8 - h=30cm	VRE Uc=0,8 - h=30cm	VRE Uc=0,8 - h=30cm
Porte entrée	Ud=1,4	Ud=1,4	Ud=1,4
Porte de service	Ud=1,3	Ud=1,3	Ud=1,3
Programmation	Horloge à heure fixe avec contrôle d'ambiance	Horloge à heure fixe avec contrôle d'ambiance	Horloge à heure fixe avec contrôle d'ambiance
Chauffage	Gainable Pch 7/20=13,5kW / COP=3,5	Gainable Pch 7/20=13,5kW / COP=3,5	Gainable Pch 7/20=13,5kW / COP=3,5
Pch dim	12,1	11,0	10,1
Emission	VT=1,8K	VT=1,8K	VT=1,8K
ECS	CET 204L / Pabs=0,7kW / COP=3,16 / UA=1,55 Mitigeurs thermostatiques	CET 204L / Pabs=0,7kW / COP=3,16 / UA=1,55 Mitigeurs thermostatiques	CET 204L / Pabs=0,7kW / COP=3,16 / UA=1,55 Mitigeurs thermostatiques
Ventilation	Simple flux - 500m3/h Etanchéité par défaut P=0,2W/(m3/h)	Simple flux - 500m3/h Etanchéité par défaut P=0,2W/(m3/h)	Simple flux - 500m3/h Etanchéité par défaut P=0,2W/(m3/h)
Éclairage	Tous locaux : 5W/m ²	Tous locaux : 5W/m ²	Salle de vie : 8W/m ² Autres locaux : 10W/m ²

Fractionnement de l'éclairage	Non fractionné	Non fractionné	Non fractionné
	Etude - H1a - Gaz DS	Etude - H2b - Gaz DS	Etude - H3 - Gaz DS
Masques lointains	RE2020 : 10°	RE2020 : 10°	RE2020 : 10°
Masques proches	Aucun	Aucun	Aucun
Perméa	0,7	0,7	0,7
Murs ext	Brique R=1 + Gr32 10cm R=3,15	Brique R=1 + Gr32 10cm R=3,15	Brique R=1 + Gr32 10cm R=3,15
Plancher bas	Up23 + R=3,15 sous chape	Up23 + R=3,15 sous chape	Up23 + R=3,15 sous chape
Plancher haut combles	R=10	R=10	R=10
Baies PVC	Uw=1,4	Uw=1,4	Uw=1,4
Baies alu	Uw=1,7	Uw=1,7	Uw=1,7
Protections	VRE Uc=0,8 - h=30cm	VRE Uc=0,8 - h=30cm	VRE Uc=0,8 - h=30cm
Porte entrée	Ud=1,4	Ud=1,4	Ud=1,4
Porte de service	Ud=1,3	Ud=1,3	Ud=1,3
Programmation	Horloge à heure fixe avec contrôle d'ambiance	Horloge à heure fixe avec contrôle d'ambiance	Horloge à heure fixe avec contrôle d'ambiance
Chauffage	Chaudière gaz DS 18,5kW / 96% pleine charge	Chaudière gaz DS 18,5kW / 96% pleine charge	Chaudière gaz DS 18,5kW / 96% pleine charge
Pch dim	12,1	11,0	10,1
Emission	VT=0,4K certifié	VT=0,4K certifié	VT=0,4K certifié
ECS	Lié au chauffage, micro accumulation Mitigeurs thermostatiques	Lié au chauffage, micro accumulation Mitigeurs thermostatiques	Lié au chauffage, micro accumulation Mitigeurs thermostatiques
Ventilation	Simple flux - 500m3/h Etanchéité par défaut P=0,2W/(m3/h)	Simple flux - 500m3/h Etanchéité par défaut P=0,2W/(m3/h)	Simple flux - 500m3/h Etanchéité par défaut P=0,2W/(m3/h)
Eclairage	Tous locaux : 8W/m ²	Tous locaux : 7W/m ²	Tous locaux : 10W/m ²
Fractionnement de l'éclairage	Non fractionné	Non fractionné	Non fractionné

ÉTUDE CONSORTIUM RE 2020 AUTRES TERTIAIRES - MOTEUR DE CALCUL MAESTRO DU GTM – VERSION PROVISOIRE

10.2.	Crèche 2 – 500m ²		
	Etude - H1a - PAC DS	Etude - H2b - PAC DS	Etude - H3 - PAC DS
Masques lointains	RE2020 : 10°	RE2020 : 10°	RE2020 : 10°
Masques proches	Décrochés bâti / Préaux	Décrochés bâti / Préaux	Décrochés bâti / Préaux
Perméa	0,7	0,7	0,7
Murs ext	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35
Murs int	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35
Plancher bas sur TP	R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face	R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face	R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face
Plancher haut bac acier	R=10,9	R=10,9	R=10,9
Baies PVC	Uw=1,3	Uw=1,3	Uw=1,3
Baies alu	Uw=1,7	Uw=1,5	Uw=1,7
Protections	Dégagement sur patio : sans protection Lingerie / WC : sans protection Autres baies : VRE Uc=0,6 - h=30cm	Dégagement sur patio : sans protection Lingerie / WC : sans protection Autres baies : VRE Uc=0,6 - h=30cm	Dégagement sur patio : sans protection Lingerie / WC : sans protection Autres baies : VRE Uc=0,6 - h=30cm
Porte SAS	Uw=1,8	Uw=1,8	Uw=1,8
Portes pleines	Ud=1,5	Ud=1,5	Ud=1,5
Programmation	Optimiseur	Optimiseur	Optimiseur
Chauffage	PAC double service Pch 7/35=65kW / COP=3,99	PAC double service Pch 7/35=65kW / COP=3,99	PAC double service Pch 7/35=65kW / COP=3,99
Pch dim	39,6	36,3	34,1
Emission	Radiateurs, VT=0,2 certifié Circulateur à vitesse variable	Radiateurs, VT=0,2 certifié Circulateur à vitesse variable	Radiateurs, VT=0,2 certifié Circulateur à vitesse variable
ECS	Lié au chauffage, appoint 9kW V=750L / Pabs 7/45=19,48kW / COP=3,43 certifié /	Lié au chauffage, appoint 9kW V=750L / Pabs 7/45=19,48kW / COP=3,43 certifié /	Lié au chauffage, appoint 9kW V=750L / Pabs 7/45=19,48kW / COP=3,43 certifié /

	UA=1,53 justifié Mitigeurs thermostatiques	UA=1,53 justifié Mitigeurs thermostatiques	UA=1,53 justifié Mitigeurs thermostatiques
Ventilation Locaux principaux	DF - S=3030m ³ /h / R=2910m ³ /h Rendement = 88,7% certifié, avec bypass Etanchéité classe A S : P=0,310W/(m ³ /h) / R : P=0,364W/(m ³ /h) Crdbnr : dortoirs + salle de repos 0,8 (détecteurs de présence) / réfectoire + activité 0,7 (sondes CO2)	DF - S=3030m ³ /h / R=2910m ³ /h Rendement = 88,7% certifié Etanchéité classe B S : P=0,310W/(m ³ /h) / R : P=0,364W/(m ³ /h) Crdbnr : dortoirs + salle de repos 0,8 (détecteurs de présence) / réfectoire + activité 0,7 (sondes CO2)	DF - S=3030m ³ /h / R=2910m ³ /h Rendement = 88,7% certifié, avec bypass Etanchéité classe A S : P=0,310W/(m ³ /h) / R : P=0,364W/(m ³ /h) Crdbnr : dortoirs + salle de repos 0,8 (détecteurs de présence) / réfectoire + activité 0,7 (sondes CO2)
Ventilation Sanitaires	Extraction permanente - 675m ³ /h Etanchéité classe A P=0,2W/(m ³ /h)	Extraction permanente - 675m ³ /h Etanchéité classe B P=0,2W/(m ³ /h)	Extraction permanente - 675m ³ /h Etanchéité classe A P=0,2W/(m ³ /h)
Eclairage	Dégagements : 4W/m ² Activité : 4W/m ² Dortoirs, salle de repos : 4W/m ² Autres locaux : 5W/m ²	Dégagements : 4W/m ² Activité : 4W/m ² Dortoirs, salle de repos : 4W/m ² Bureau, consultation, cuisine réserve : 4W/m ² Autres locaux : 5W/m ²	Dégagements : 4W/m ² Activité : 4W/m ² Dortoirs, salle de repos : 4W/m ² Autres locaux : 5W/m ²
Photovoltaïque	-	-	-

	Etude - H1a - Gaz DS	Etude - H2b - Gaz DS	Etude - H3 - Gaz DS
Masques lointains	RE2020 : 10°	RE2020 : 10°	RE2020 : 10°
Masques proches	Décrochés bâti / Préaux	Décrochés bâti / Préaux	Décrochés bâti / Préaux
Perméa	0,7	0,7	0,7
Murs ext	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35
Murs int	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35	Béton 20cm + Gr32 14cm R=4,35
Plancher bas sur TP	R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face	R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face	R=4,65 sous chape + R=4,75 sous face
Plancher haut bac acier	R=10,9	R=10,9	R=10,9
Baies PVC	Uw=1,3	Uw=1,3	Uw=1,3
Baies alu	Uw=1,7	Uw=1,7	Uw=1,7
Protections	Dégagement sur patio : sans protection Lingerie / WC : sans protection Autres baies : VRE Uc=0,6 - h=30cm	Dégagement sur patio : sans protection Lingerie / WC : sans protection Autres baies : VRE Uc=0,6 - h=30cm	Dégagement sur patio : sans protection Lingerie / WC : sans protection Autres baies : VRE Uc=0,6 - h=30cm
Porte SAS	Uw=1,8	Uw=1,8	Uw=1,8
Portes pleines	Ud=1,5	Ud=1,5	Ud=1,5
Programmation	Optimiseur	Optimiseur	Optimiseur
Chauffage	Chaudière gaz DS 60kW / 97,5% pleine charge	Chaudière gaz DS 60kW / 97,5% pleine charge	Chaudière gaz DS 60kW / 97,5% pleine charge
Pch dim	39,6	36,8	34,1
Emission	Radiateurs, VT=0,2 certifié Circulateur à vitesse variable	Radiateurs, VT=0,2 certifié Circulateur à vitesse variable	Radiateurs, VT=0,2 certifié Circulateur à vitesse variable
ECS	Lié au chauffage, V=500L / UA=1,50 justifié Mitigeurs thermostatiques	Lié au chauffage, V=500L / UA=1,50 justifié Mitigeurs thermostatiques	Lié au chauffage, V=500L / UA=1,50 justifié Mitigeurs thermostatiques

Ventilation Locaux principaux	DF - S=3030m3/h / R=2910m3/h Rendement = 88,7% certifié, avec bypass Etanchéité classe A S : P=0,310W/(m3/h) / R : P=0,364W/(m3/h) Crdbnr : dortoirs + salle de repos 0,8 (détecteurs de présence) / réfectoire + activité 0,7 (sondes CO2)	DF - S=3030m3/h / R=2910m3/h Rendement = 88,7% certifié, avec bypass Etanchéité classe A S : P=0,310W/(m3/h) / R : P=0,364W/(m3/h) Crdbnr : dortoirs + salle de repos 0,8 (détecteurs de présence) / réfectoire + activité 0,7 (sondes CO2)	DF - S=3030m3/h / R=2910m3/h Rendement = 88,7% certifié, avec bypass Etanchéité classe A S : P=0,310W/(m3/h) / R : P=0,364W/(m3/h) Crdbnr : dortoirs + salle de repos 0,8 (détecteurs de présence) / réfectoire + activité 0,7 (sondes CO2)
Ventilation Sanitaires	Extraction permanente - 675m3/h Etanchéité classe A P=0,2W/(m3/h)	Extraction permanente - 675m3/h Etanchéité classe A P=0,2W/(m3/h)	Extraction permanente - 675m3/h Etanchéité classe A P=0,2W/(m3/h)
Eclairage	Dégagements : 4W/m ² Activité : 4W/m ² Dortoirs, salle de repos : 4W/m ² Autres locaux : 5W/m ²	Dégagements : 4W/m ² Activité : 4W/m ² Dortoirs, salle de repos : 4W/m ² Autres locaux : 5W/m ²	Dégagements : 4W/m ² Activité : 4W/m ² Dortoirs, salle de repos : 4W/m ² Autres locaux : 5W/m ²
Photovoltaïque	2,54kWc	2,34kWc	1,37kWc

10.3. Puissance de chauffage

La puissance de dimensionnement de chauffage est basée sur la norme NF EN 12831.

Elle tient compte :

- Des déperditions par transmission (parois, ponts thermiques) φ_T (en W)
- Des déperditions par renouvellement d'air φ_V (en W)
- D'une puissance de surdimensionnement liée à la relance f_{RH} (en W/m²)

$$P_{ch} = \varphi_T + \varphi_V + f_{RH} \cdot S_{utile}$$

	H1a	H2b	H3
Crèche 1	12kW	11kW	10kW
Crèche 2	40kW	37kW	34kW

NB : Le dimensionnement est effectué en zone H1a, zone dans laquelle la puissance nécessaire est la plus élevée.

Etant donné l'impact de la modification de la puissance en fonction de la zone, le dimensionnement obtenu sur le cas le plus défavorable est conservé pour l'ensemble des simulations.

10.4. Caractéristiques des systèmes

1 Emission

Emission système gainable – Air soufflé

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Pertes au dos	0%	NC
Classe de variation spatiale chaud	B2 (0.2K)	NC
Classe de variation spatiale froid	SO	SO
Variation temporelle chaud	1.8K	Par défaut
Variation temporelle froid	SO	SO

NB : En RE2020, la variation temporelle ne peut être inférieure à 0.4K pour les émetteurs autres qu'à Effet Joule direct.

Emission radiateurs

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Pertes au dos	0%	NC
Classe de variation spatiale	B3 (0.2K)	NC
Variation temporelle	Crèche 1 : 0.40K Crèche 2 RT2012 : 0.2K Crèche 2 RE2020 : 0.4K	Certifiée
Régime d'eau (Aller/Retour) - PAC R/O	50°C/40°C	NC
Régime d'eau (Aller/Retour) - Gaz	60°C/50°C	NC

NB : En RE2020, la variation temporelle ne peut être inférieure à 0.4K pour les émetteurs autres qu'à Effet Joule direct.

2 Distribution

Distribution radiateurs :

- PAC R/O, Gaz : Sonde de température extérieure

Réseau groupe (chaud / froid)

Paramètres	Valeur crèche 1	Valeur crèche 2
Longueur en volume chauffé (VC)	49.77m	205.6m
Longueur hors volume chauffé (HVC)	0m	6m

Coefficient de déperdition en VC	0.65W/m.K (nu à l'air libre)	0.78W/m.K (nu à l'air libre)
Coefficient de déperdition en HVC	-	0.27W/m.K (classe 2)
Puissance du circulateur	30W	100W

Gainable

Sans objet

3 Systèmes – crèche 1

CHAUFFAGE

PAC air / air

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance fournie à +7°C/20°C	13.5kW	Certifiée
COP à +7°C/20°C	3.50	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires	0.1%	Certifiée
Température mini amont	-15°C	NC
Température maxi aval	24°C	NC
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement continu	NC

Chaudière gaz condensation

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance nominale (Pn)	18.5kW	NC
Puissance utile intermédiaire	6kW	NC
Rendement à 100% de Pn	96% PCI	Certifiée
Rendement à 30% de Pn	108% PCI	Certifiée
Pertes à l'arrêt	35W	NC
Puissance des auxiliaires à Pmin (hors circulateur)	3W	NC
Puissance des auxiliaires à Pn (hors circulateur)	35W	NC
Température minimale de fonctionnement	20°C	NC

EAU CHAUDE SANITAIRE

Chauffe-eau thermodynamique

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance absorbée à +7°C/45°C	0.7kW	Certifiée

COP à +7°C/45°C	3.16	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires	0%	Certifiée
Température mini amont	-15°C	NC
Température maxi aval	55°C	NC
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement en cycle marche arrêt du compresseur	Par défaut
Appoint électrique	1.8kW	NC
Capacité du ballon	204L	NC
UA	1.55W/K	Certifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0	NC
Zone de régulation de la base	1	NC
Hystérésis de la base	2°C	Par défaut
Fraction effective chauffée par l'appoint	0.5	Par défaut
Gestion du thermostat d'appoint	De nuit	NC
Hauteur de l'échangeur d'appoint	0.04	NC
Zone de l'élément chauffant de l'appoint	1	NC
Zone de régulation de l'appoint	2	NC
Hystérésis de l'appoint	12°C	NC

Chaudière gaz condensation

Production micro-accumulée

VENTILATION

Débit d'hygiène selon GTM2 – pour calcul BBIO RE2020

- Occupation : 585m³/h (4.7m³/h.m²)
- Inoccupation : 93m³/h (0.75m³/h.m²)

NB : pour les calculs RT2012, les débits d'hygiène réels du projet ont été conservés

Ventilation simple flux

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	500m ³ /h	NC
Débit extrait	500m ³ /h	Par défaut
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut

Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	NC
------------	---	----

Ventilation double flux

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Débit soufflé	500m ³ /h	NC
Débit extrait	500m ³ /h	Par défaut
Puissance du ventilateur de soufflage	0.222W/(m ³ /h)	NC
Puissance du ventilateur d'extraction	0.222W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Rendement de l'échangeur	75%	Certifiée
Présence d'un bypass	Oui	NC
Température ext limite hiver	15°C	
Température int limite hiver	22°C	
Température ext limite été	10°C	
Température int limite été	22°C	
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	

4 Systèmes – crèche 2

CHAUFFAGE

PAC air / eau

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance fournie à +7°C/35°C	64.8kW	Certifiée
COP à +7°C/35°C	3.99	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires	0.98%	Certifiée
Température mini amont	-20°C	NC
Température maxi aval	65°C	NC
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement continu	NC

Chaudière gaz condensation

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance nominale (Pn)	60kW	NC

ÉTUDE CONSORTIUM RE 2020 AUTRES TERTIAIRES - MOTEUR DE CALCUL MAESTRO DU GTM – VERSION PROVISOIRE

Puissance utile intermédiaire	20kW	NC
Rendement à 100% de Pn	97.5%PCI	Certifiée
Rendement à 30% de Pn	109% PCI	Certifiée
Pertes à l'arrêt	95W	NC
Puissance des auxiliaires à Pmin (hors circulateur)	10W	NC
Puissance des auxiliaires à Pn (hors circulateur)	160W	NC
Température minimale de fonctionnement	24°C	NC

EAU CHAUDE SANITAIRE

Pompe à chaleur double service

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance absorbée à +7°C/45°C	19.48kW	Certifiée
COP à +7°C/45°C	3.43	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires	0.98%	Certifiée
Température mini amont	-20°C	NC
Température maxi aval	65°C	NC
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement continu	NC
Appoint électrique	9kW	NC
Capacité du ballon	750L	NC
UA	1.53W/K	Justifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0	NC
Zone de régulation de la base	1	NC
Hystérésis de la base	2°C	Par défaut
Fraction effective chauffée par l'appoint	0.5	Par défaut
Gestion du thermostat d'appoint	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur d'appoint	0	NC
Zone de l'élément chauffant de l'appoint	3	NC
Zone de régulation de l'appoint	1	NC
Hystérésis de l'appoint	5°C	NC

Chaudière gaz condensation

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
------------	---------	---------------

Capacité du ballon	500L	NC
UA	1.5W/K	Justifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0.75	NC
Zone de régulation de la base	1	Par défaut
Hystérésis de la base	5°C	Par défaut

VENTILATION

Débit d'hygiène selon GTM2 – pour calcul BBIO RE2020

- Occupation : 2415.8m³/h (4.7m³/h.m²)
- Inoccupation : 385.5m³/h (0.75m³/h.m²)

NB : pour les calculs RT2012, les débits d'hygiène réels du projet ont été conservés

Extraction simple sanitaires

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	-	NC
Débit extrait	675m³/h	Par défaut
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m³/h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Régulation	Ventilation permanente	NC

Ventilation simple flux

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	3030m³/h	NC
Débit extrait	2910m³/h	Par défaut
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m³/h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	NC

Ventilation double flux

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Débit soufflé	3030m³/h	NC
Débit extrait	2910m³/h	Par défaut
Puissance du ventilateur de soufflage	0.310W/(m³/h)	NC

Puissance du ventilateur d'extraction	0.364W/(m³/h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Rendement de l'échangeur	88.7%	Certifiée
Présence d'un bypass	Oui	NC
Température ext limite hiver	15°C	
Température int limite hiver	22°C	
Température ext limite été	10°C	
Température int limite été	22°C	
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	

PHOTOVOLTAÏQUE

Photovoltaïque

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Nombre de capteurs	Variable	NC
Surface d'un module	1.25m²	NC
Technologie du capteur	Multi cristallin	NC
Puissance crête nominale d'un module	195Wc	NC
Température d'équilibre NOCT	Par défaut	Par défaut
Coefficient de température de la puissance crête	Par défaut	Par défaut
Type de confinement	Face arrière confinée	NC
Orientation	180°	NC
Inclinaison	2°	NC
Nombre d'onduleur	1	NC
Puissance nominale AC de sortie d'un onduleur	Par défaut	Par défaut
Rendement de l'onduleur	Par défaut	Par défaut

11. PHASE 2 : CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES

11.1.Emission

Emission système gainable – Air soufflé

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Pertes au dos	0%	NC

Classe de variation spatiale chaud	B2 (0K)	NC
Classe de variation spatiale froid	B (0K)	NC
Variation temporelle chaud	1.8K	Par défaut
Variation temporelle froid	-1.8K	Par défaut

Emission radiateurs

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Pertes au dos	0%	NC
Classe de variation spatiale	B3 (0.2K)	NC
Variation temporelle	0.40K	Certifiée
Régime d'eau (Aller/Retour) - PAC R/O	50°C/40°C	NC
Régime d'eau (Aller/Retour) - Gaz / Bois / RCU	60°C/50°C	NC

NB : En RE2020, la variation temporelle ne peut être inférieure à 0.4K pour les émetteurs autres qu'à Effet Joule direct.

Emission DRV (crèche 2)

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Pertes au dos	0%	NC
Classe de variation spatiale chaud	B2 (0K)	NC
Classe de variation spatiale froid	B (0K)	NC
Variation temporelle chaud	1.8K	Par défaut
Variation temporelle froid	-1.8K	Par défaut
Régulation des ventilateurs	Régulation automatique permettant un arrêt total des ventilateurs lorsque la température de consigne est atteinte	NC
Puissance des ventilateurs grande vitesse	2.5W/m²	NC
Puissance des ventilateurs moyenne vitesse	1.8W/m²	NC
Puissance des ventilateurs petite vitesse	0.4W/m²	NC
Type de régulation de la batterie	Température de batterie constante	NC

NB : En RE2020, la variation temporelle ne peut être inférieure à 0.4K pour les émetteurs autres qu'à Effet Joule direct.

Emission PCBT (crèche 1)

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
------------	---------	---------------

Pertes au dos	4%	NC
Classe de variation spatiale	A (0K)	NC
Variation temporelle	1.8K	Par défaut
Régime d'eau (Aller/Retour)	35°C/30°C	NC

Emission panneaux rayonnants (crèche 1)

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Pertes au dos	0%	NC
Classe de variation spatiale	B3 (0.2K)	NC
Variation temporelle	0.2K	Certifiée

NB : En RE2020, la variation temporelle ne peut être inférieure à 0.2K pour les émetteurs à Effet Joule direct.

11.2.Distribution

Distribution radiateurs / PCBT :

- PAC R/O, Gaz, Bois, RCU : Sonde de température extérieure

Réseau groupe (chaud / froid) radiateurs

Paramètres	Valeur crèche 1	Valeur crèche 2
Longueur en volume chauffé (VC)	50m	205.6m
Longueur hors volume chauffé (HVC)	0m	6m
Coefficient de déperdition en VC	0.65W/m.K (nu à l'air libre)	0.78W/m.K (nu à l'air libre)
Coefficient de déperdition en HVC	-	0.27W/m.K (classe 2)
Puissance du circulateur	30W	100W

Réseau groupe (chaud / froid) PCBT

Paramètres	Valeur crèche 1
Longueur en volume chauffé (VC)	9.95m
Longueur hors volume chauffé (HVC)	0m
Coefficient de déperdition en VC	0.96W/m.K (nu à l'air libre)
Coefficient de déperdition en HVC	-
Puissance du circulateur	40W

Gainable / DRV / Panneaux rayonnants

Sans objet

11.3.Systèmes – crèche 1

CHAUFFAGE

PAC air / air

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Chaud		
Puissance fournie à +7°C/20°C	13.5kW	Certifiée
COP à +7°C/20°C	3.50	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires chaud	0.1%	Certifiée
Température mini amont chaud	-15°C	NC
Température maxi aval chaud	24°C	NC
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement continu	NC
Froid		
Puissance fournie à +35°C/27°C	12.1kW	Certifiée
EER à +35°C/27°C	2.90	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires froid	0.1%	Certifiée
Température mini aval froid	-15°C	NC
Température maxi amont froid	46°C	NC

Chaudière gaz condensation

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance nominale (Pn)	18.5kW	NC
Puissance utile intermédiaire	6kW	NC
Rendement à 100% de Pn	96% PCI	Certifiée
Rendement à 30% de Pn	108% PCI	Certifiée
Pertes à l'arrêt	35W	NC
Puissance des auxiliaires à Pmin (hors circulateur)	3W	NC
Puissance des auxiliaires à Pn (hors circulateur)	35W	NC
Température minimale de fonctionnement	20°C	NC

PAC air / eau double service

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance fournie à +7°C/35°C	9.5kW	Certifiée
COP à +7°C/35°C	4.50	Certifiée
Puissance fournie à -7°C/35°C	8.9kW	
Part de puissance des auxiliaires	0.38%	Certifiée
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement continu	NC
Appoint électrique	6kW	NC
ECS		
Capacité du ballon	190L	NC
Puissance absorbée à +7°C/45°C	1.13kW	Certifiée / IdCET
COP à +7°C/45°C	3.59	Certifiée / IdCET
Appoint électrique	1.5kW	NC
UA	3.25W/K	Certifiée / IdCET
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0	NC
Zone de régulation de la base	1	NC
Hystérésis de la base	2°C	Par défaut
Fraction effective chauffée par l'appoint	0.5	Par défaut
Gestion du thermostat d'appoint	De nuit	NC
Hauteur de l'échangeur d'appoint	0.06	NC
Zone de l'élément chauffant de l'appoint	3	NC
Zone de régulation de l'appoint	3	NC
Hystérésis de l'appoint	5°C	NC

EAU CHAUDE SANITAIRE

Chauffe-eau thermodynamique

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance absorbée à +7°C/45°C	0.7kW	Certifiée
COP à +7°C/45°C	3.16	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires	0%	Certifiée
Température mini amont	-15°C	NC
Température maxi aval	55°C	NC

Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement en cycle marche arrêt du compresseur	Par défaut
Appoint électrique	1.8kW	NC
Capacité du ballon	204L	NC
UA	1.55W/K	Certifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0	NC
Zone de régulation de la base	1	NC
Hystérésis de la base	2°C	Par défaut
Fraction effective chauffée par l'appoint	0.5	Par défaut
Gestion du thermostat d'appoint	De nuit	NC
Hauteur de l'échangeur d'appoint	0.04	NC
Zone de l'élément chauffant de l'appoint	1	NC
Zone de régulation de l'appoint	2	NC
Hystérésis de l'appoint	12°C	NC

Ballon électrique

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance électrique	1.8kW	NC
Capacité du ballon	150L	NC
UA	1.38W/K	Certifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0	NC
Zone de régulation de la base	1	NC
Hystérésis de la base	2°C	Par défaut

Chaudière gaz condensation

Production micro-accumulée

VENTILATION

Débit d'hygiène selon GTM2 – pour calcul BBIO RE2020

- Occupation : 585m³/h (4.7m³/h.m²)
- Inoccupation : 93m³/h (0.75m³/h.m²)

NB : pour les calculs RT2012, les débits d'hygiène réels du projet ont été conservés

Ventilation simple flux

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	500m ³ /h	NC
Débit extrait	500m ³ /h	NC
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	NC

Ventilation double flux

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Débit soufflé	500m ³ /h	NC
Débit extrait	500m ³ /h	NC
Puissance du ventilateur de soufflage	0.222W/(m ³ /h)	NC
Puissance du ventilateur d'extraction	0.222W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Rendement de l'échangeur	75%	Certifiée
Présence d'un bypass	Oui	NC
Température ext limite hiver	15°C	
Température int limite hiver	22°C	
Température ext limite été	10°C	
Température int limite été	22°C	
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	
Antigel	Par défaut en zone autre qu'à usage d'habitation, échangeur non-rotatif	Par défaut
Type Antigel	Electrique	

Ventilation simple flux – variante 30m³/h.enfant dortoirs et salles d'activités + débits autres pièces

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	630m ³ /h	NC
Débit extrait	630m ³ /h	NC
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	NC

Ventilation simple flux – variante 30m³/h.enfant dortoirs et salles d'activités + 30m³/h.encadrant salles d'activités + débits autres pièces

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	720m ³ /h	NC
Débit extrait	720m ³ /h	NC
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	NC

11.4.Systèmes – crèche 2

CHAUFFAGE

PAC air / eau double service

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance fournie à +7°C/35°C	64.8kW	Certifiée
COP à +7°C/35°C	3.99	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires	0.98%	Certifiée
Température mini amont	-20°C	NC
Température maxi aval	65°C	NC
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement continu	NC
Appoint électrique	10kW	NC
ECS		
Puissance absorbée à +7°C/45°C	19.48kW	Certifiée
COP à +7°C/45°C	3.43	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires	0.98%	Certifiée

ÉTUDE CONSORTIUM RE 2020 AUTRES TERTIAIRES - MOTEUR DE CALCUL MAESTRO DU GTM – VERSION PROVISOIRE

Appoint électrique	9kW	NC
Capacité du ballon	750L	NC
UA	1.53W/K	Justifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0	NC
Zone de régulation de la base	1	NC
Hystérésis de la base	2°C	Par défaut
Fraction effective chauffée par l'appoint	0.5	Par défaut
Gestion du thermostat d'appoint	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur d'appoint	0	NC
Zone de l'élément chauffant de l'appoint	3	NC
Zone de régulation de l'appoint	1	NC
Hystérésis de l'appoint	5°C	NC

Chaudière gaz condensation double service

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance nominale (Pn)	60kW	NC
Puissance utile intermédiaire	20kW	NC
Rendement à 100% de Pn	97.5%PCI	Certifiée
Rendement à 30% de Pn	109% PCI	Certifiée
Pertes à l'arrêt	95W	NC
Puissance des auxiliaires à Pmin (hors circulateur)	10W	NC
Puissance des auxiliaires à Pn (hors circulateur)	160W	NC
Température minimale de fonctionnement	24°C	NC
ECS		
Capacité du ballon	500L	NC
UA	1.5W/K	Justifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0.75	NC
Zone de régulation de la base	1	Par défaut
Hystérésis de la base	5°C	Par défaut

Chaudière gaz condensation chauffage seul

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance nominale (Pn)	40kW	NC
Puissance utile intermédiaire	13kW	NC
Rendement à 100% de Pn	96.9%PCI	Certifiée
Rendement à 30% de Pn	110.5% PCI	Certifiée
Pertes à l'arrêt	95W	NC
Puissance des auxiliaires à Pmin (hors circulateur)	5W	NC
Puissance des auxiliaires à Pn (hors circulateur)	120W	NC
Température minimale de fonctionnement	31°C	NC

Chaudière bois double service

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance nominale (Pn)	56kW	NC
Puissance utile intermédiaire	17kW	NC
Rendement à 100% de Pn	93%	Certifiée
Rendement à 30% de Pn	91.1%	Certifiée
Pertes à l'arrêt	300W	NC
Puissance des auxiliaires à Pmin (hors circulateur)	10.75W	NC
Puissance des auxiliaires à Pn (hors circulateur)	196.25W	NC
Température minimale de fonctionnement	Par défaut	Par défaut
ECS		
Capacité du ballon	500L	NC
UA	1.5W/K	Justifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0.75	NC
Zone de régulation de la base	1	Par défaut
Hystérésis de la base	5°C	Par défaut

Réseau de chaleur

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance nominale (Pn)	60kW	NC
Type de réseau	Eau chaude basse température	NC
Contenu CO2	110g/kWh	Certifiée

ÉTUDE CONSORTIUM RE 2020 AUTRES TERTIAIRES - MOTEUR DE CALCUL MAESTRO DU GTM – VERSION PROVISOIRE

Part EnR	60%	Certifiée
ECS		
Capacité du ballon	500L	NC
UA	1.5W/K	Justifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0.75	NC
Zone de régulation de la base	1	Par défaut
Hystérésis de la base	5°C	Par défaut

DRV

Paramètres	Valeurs 1	Valeurs 2	Statut valeur
Chaud			
Puissance fournie à +7°C/20°C	22.4kW	28.0kW	Certifiée
COP à +7°C/20°C	4.13	3.76	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires chaud	0.65%	0.47%	Certifiée
Température mini amont chaud	-20°C		NC
Température maxi aval chaud	24°C		NC
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement continu		NC
Froid			
Puissance fournie à +35°C/27°C	22.4kW	28.0	Certifiée
EER à +35°C/27°C	3.76	3.09	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires froid	0.27%	0.18%	Certifiée
Température mini aval froid	-15°C		NC
Température maxi amont froid	46°C		NC

EAU CHAUDE SANITAIRE

Chauffe-eau thermodynamique

Paramètres	Valeurs	Statut valeur
Puissance absorbée à +7°C/45°C	2.51kW	Certifiée
COP à +7°C/45°C	4.3	Certifiée
Part de puissance des auxiliaires	0.56%	Certifiée
Fonctionnement du compresseur	Fonctionnement en cycle marche arrêt du compresseur	NC

Appoint électrique	20kW	NC
Capacité du ballon	768L	NC
UA	2.03W/K	Justifiée
Gestion du thermostat de base	Permanent	NC
Hauteur de l'échangeur de base	0.36	NC
Zone de régulation de la base	1	NC
Hystérésis de la base	5°C	Par défaut
Fraction effective chauffée par l'appoint	0.5	Par défaut
Gestion du thermostat d'appoint	De nuit	NC
Hauteur de l'échangeur d'appoint	0.1	NC
Zone de l'élément chauffant de l'appoint	1	NC
Zone de régulation de l'appoint	1	NC
Hystérésis de l'appoint	9°C	NC

VENTILATION

Débit d'hygiène selon GTM2 – pour calcul BBIO RE2020

- Occupation : 2415.8m³/h (4.7m³/h.m²)
- Inoccupation : 385.5m³/h (0.75m³/h.m²)

NB : pour les calculs RT2012, les débits d'hygiène réels du projet ont été conservés

Extraction simple sanitaires

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	-	NC
Débit extrait	675m³/h	Par défaut
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m³/h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Régulation	Ventilation permanente	NC

Ventilation simple flux

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	3030m³/h	NC
Débit extrait	2910m³/h	Par défaut
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m³/h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut

Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	NC
------------	---	----

Ventilation double flux

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Débit soufflé	3030m ³ /h	NC
Débit extrait	2910m ³ /h	Par défaut
Puissance du ventilateur de soufflage	0.310W/(m ³ /h)	NC
Puissance du ventilateur d'extraction	0.364W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Rendement de l'échangeur	88.7%	Certifiée
Présence d'un bypass	Oui	NC
Température ext limite hiver	15°C	
Température int limite hiver	22°C	
Température ext limite été	10°C	
Température int limite été	22°C	
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	
Antigel	Par défaut en zone autre qu'à usage d'habitation, échangeur non-rotatif	Par défaut
Type Antigel	Electrique	

Ventilation simple flux – variante 30m³/h.enfant dortoirs et salles d'activités + débits

autres pièces

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Entrées d'air	3900m ³ /h	NC
Débit extrait	3780m ³ /h	Par défaut
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	NC

Ventilation simple flux – variante 30m³/h.enfant dortoirs et salles d'activités + 30m³/h.encadrant salles d'activités + débits autres pièces

Paramètres	Valeur	Statut valeur
------------	--------	---------------

Entrées d'air	4260m ³ /h	NC
Débit extrait	4140m ³ /h	NC
Puissance du ventilateur d'extraction	0.2W/(m ³ /h)	NC
Composants de ventilation (Cdep)	1.25	Par défaut
Régulation	Horloge permettant un arrêt total de la ventilation en inoccupation	NC

12. CONFORT D'ETE

Sensibilité orientation

Le bâtiment est pivoté de 180° → plus grande surface au sud

Sensibilité couleur des parois

Deux simulations sont réalisées :

- Murs foncés - alpha=0.65
- Murs clairs - alpha=0.2
- Rappel : base alpha=0.4

Sensibilité perméabilité à l'air

La perméabilité à l'air est passée à 1.7m³/h.m² sous 4Pa (base RE2020 retenue 1m³/h.m²)

Sensibilité inertie

Les calculs énergie sont réalisés pour l'ensemble des classes d'inertie. Aucun autre paramètre n'est modifié.

Sensibilité protections solaires

Les protections extérieures motorisées sont modifiées en gestion automatique avec horloge crépusculaire (excepté les baies des dortoirs : protections extérieures motorisées conservées).

Sensibilité froid passif

Plusieurs simulations sont réalisées :

- Brasseurs d'air : 1 par dortoir / 2 par salle d'activité / 2 dans la salle réfectoire jeux → total 15 brasseurs d'air

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Nombre	15	NC
Ratio de surface	0.49	NC
Type d'usage	Jour	NC
Mode de gestion	Gestion manuelle	NC
Débit d'air maximal	6900m ³ /h	Déclarée
Puissance électrique maximale	50W	Déclarée

ÉTUDE CONSORTIUM RE 2020 AUTRES TERTIAIRES - MOTEUR DE CALCUL MAESTRO DU GTM – VERSION PROVISOIRE

- Puits climatique : 3 tubes de 30m, diamètre DN300

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Nombre de conduits	3	NC
Profondeur d'enfouissement des conduits	2m	NC
Longueur du conduit	30m	NC
Diamètre intérieur du conduit	0.317m	NC
Epaisseur du conduit	0.0048m	NC
Conductivité thermique du conduit	36W/m.K	NC
Type de sol	Sol humide	NC
Gestion du bypass	En fonction de la température extérieure et intérieure	NC
Température extérieure arrêt hiver	14°C	NC
Température extérieure arrêt été	18°C	NC

- Rafraichissement adiabatique

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Type d'humidification	Humidificateur indirect	NC
Température de déclenchement	24°C	NC

- Ventilation nocturne : les débits de la double flux sont conservés (caisson / gaines conservés)

Paramètres	Valeur	Statut valeur
Type de rafraichissement	Rafraichissement nocturne en période d'été seulement	NC
Heure légale de début	21h	NC
Heure légale de fin	8h	NC
Température de déclenchement	24°C	NC
Température d'arrêt	22°C	NC
Delta theta intérieur / extérieur mini pour rafraichissement	2°C	NC
Température extérieure limite pour autoriser le rafraichissement	15°C	NC

- Vitrage à contrôle solaire : mis en place pour les baies orientées Sud, Est et Ouest

- Taux de vitrage : augmentation de la surface vitrée totale (hors portes) de 10%. Une baie de cette surface équivalente est mise en place sur la façade Sud, dans la salle d'activité des grands (baie 4.72x2.6m)

Le tableau ci-après récapitule les surfaces de baies initiales, et avec ajout des 10%, ainsi que les répartitions par orientation.

	Surface de baie initiale	Répartition / orientation	Répartition / orientation - hors portes	Surface de baie modifiée avec 10% supp façade Sud	Nouvelle répartition / orientation - hors portes
Sud	32,4 m ²	25%	26%	44,67 m ²	33%
Nord	35,82 m ²	28%	29%	35,82 m ²	27%
Est	30,35 m ²	24%	25%	30,35 m ²	22%
Ouest	24,16 m ²	19%	20%	24,16 m ²	18%
Portes	5,51 m ²	4%		5,51 m ²	
Total	128,22	100%		140,512	
Total hors portes	122,71		100%	135,002	100%