



Bureau d'études thermiques fluides
Energies Renouvelables – Concepteur de bâtiments passifs
Qualité Environnementale du Bâtiment



Rapport LER2025-147

Construction d'un
bâtiment tertiaire pour
l'EETIS

Route de Moëslains
52100 Saint-Dizier

Rapport d'étude thermique
environnementale – RE Energie

Dépense suivant la norme
NF EN 12831

Rédacteur :	Alexandre KARM
Relacteur	Maxime GERMONVILLE
Variante interne :	BA113 0401 Existant A12 - AK PAC - ACV
Version – date :	1 - 23/10/2025

Lorr-EnR est labellisée :



Table des matières & Liste des documents en annexe

Table des matières & Liste des documents en annexe	2
1 Respect des exigences de résultat de la RE 2020	4
2 Préambule.....	5
2.1 Les exigences réglementaires	5
2.2 Moyens informatiques	5
2.3 Textes de référence.....	6
2.4 Cas particuliers - Fiche d'application RE 2020.....	8
2.5 Mise en garde & Contrôles	9
2.6 Données administratives	10
3 Hypothèses de modélisation	11
3.1 Environnement du bâtiment.....	11
3.1.1 Site et conditions météorologiques.....	11
3.1.2 Masques proches.....	11
3.2 Description du bâtiment.....	12
3.2.1 Références des plans	12
3.2.2 Fiche d'identité.....	12
3.2.3 Composition des parois	13
3.2.4 Menuiseries	16
3.2.5 Ponts thermiques linéiques.....	18
3.2.6 Coefficients $U_{\text{équivalent}}$ des parois en contact avec le sol.....	21
3.2.7 Etanchéité à l'air.....	22
3.3 Equipements.....	24
3.3.1 Production ECS & Points de puisage d'eau chaude sanitaire	29
3.3.2 Ventilation	31
3.3.3 Eclairage.....	36
4 Synthèse des résultats	38
4.1 Exigence de résultat : Bbio.....	38
4.2 Exigence de résultat : Cep.....	39
4.3 Exigence de résultat : Cep nr	41
4.4 Exigence de résultats : IC Energie.....	43
4.5 Exigence de résultats : IC Construction.....	44
4.6 Exigence de résultats : Degrés Heures	46
4.7 Exigences de moyen pour les bâtiments à usage autre que habitation	47
4.8 Comparaison des variantes	50

5	Déperditions thermiques.....	52
6	Glossaire.....	55

Documents en annexe :

- Fiche récapitulative RE 2020 au format PDF.
- Fiche récapitulative RE 2020 au format XML.
- Note de calculs thermiques détaillée.
- Etude de faisabilité énergétique pour les bâtiments à usage autre que habitation.

1 Respect des exigences de résultat de la RE 2020

Respect des exigences de la réglementation environnementale RE 2020		Conformité à la RE2020
Bbio	Le Coefficient Bbio du bâtiment est inférieur ou égal au coefficient maximal $B_{bio_{max}}$	Conforme
Cep	Le coefficient Cep du bâtiment est inférieur ou égal au coefficient maximal Cep_{max}	Conforme
Cepnr	Le coefficient Cep non renouvelable du bâtiment est inférieur ou égal au coefficient maximal, $Cep_{nr_{max}}$	Conforme
Ic Energie	Le coefficient Ic Energie du bâtiment est inférieur ou égal au coefficient maximal, $Ic_{Energie_{max}}$	Conforme
Ic Construction	Le coefficient Ic Construction du bâtiment est inférieur ou égal au coefficient maximal, $Ic_{Construction_{max}}$	Conforme <i>(sous réserve de non-modification de l'étude)</i>
Degrés heures	Pour chaque partie de bâtiment thermiquement homogène, la valeur de l'indicateur DH du bâtiment est inférieure ou égale à la valeur maximale DH_{max}	Conforme
Article de moyens	Respect des caractéristiques thermiques et exigences de moyens du titre III	Conforme

Le bâtiment est conforme à la réglementation thermique en vigueur
(sous réserve de non-modification de l'étude)



Cette conformité n'est obtenue que si le bâtiment respecte les hypothèses et les exigences de moyens de la RE2020 décrites dans ce document.

2 Préambule

Le présent rapport a pour objet de définir les éléments nécessaires pour que le bâtiment soit conforme à la réglementation environnementale 2020 en vigueur.

2.1 Les exigences réglementaires

Notre étude consiste à vérifier, sur la base des éléments en notre possession, la conformité du projet avec les exigences réglementaires.

La réglementation environnementale 2020 (RE2020) impose plusieurs exigences de résultats :

- $B_{bio} \leq B_{bio-max}$
- $C_{ep} \leq C_{ep-max}$
- $C_{ep\ nr} \leq C_{ep\ nr\ max}$
- $IC\ énergie \leq Ic\ énergie_{max}$
- $IC\ construction \leq Ic\ construction_{max}$
- $DH \leq DH_{max}$

L'ensemble des éléments en notre possession est synthétisé dans ce rapport, qui sert donc de référence de performance pour :

- les parois à mettre en œuvre, notamment la nature et la position des isolants
- les menuiseries
- le système de ventilation, y compris les débits, qui doivent être respectés et mesurés pour la réception
- le(s) système(s) de chauffage
- le système de production d'eau chaude.
- Le niveau d'étanchéité à l'air à atteindre ($Q_{4Pa-surf}$)

La RE2020 impose également une série d'exigences de moyens, qui sont détaillées à la section 4.7 pour la ou les partie(s) de bâtiment à usage autre que habitation.

2.2 Moyens informatiques



Les notes de calculs ont été effectuées à partir du logiciel Pléiades-Comfie RE 2020 développé par IZUBA Energies, avec mise à jour permanente : Version : 6.25.7.2

Les calculs thermiques ont été réalisés par le moteur de calcul CSTB :
Version : 2024.E1.0.0

2.3 Textes de référence

Textes réglementaires – « Exigences & Méthodes » :

- **Le décret n° 2021-1004 du 29 juillet 2021** relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine.
- **Le décret n° 2022-305 du 1er mars 2022** relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments de bureaux et d'enseignement primaire ou secondaire en France métropolitaine.
- **Le décret n° 2022-1516 du 3 décembre 2022** relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions temporaires décale au 1er juillet 2023 la date d'entrée en vigueur de la RE2020, pour les constructions exonérées de permis de construire et de déclaration préalable (b de l'article R.* 421-2 et article R.* 421-5 du code de l'urbanisme), et pour les constructions temporaires prévues pour une durée d'utilisation de moins de deux ans. Il étend également, aux constructions temporaires prévues pour une durée d'utilisation de moins de deux ans, la possibilité d'appliquer des exigences alternatives à celles prévues à l'article R. 172-4 du code de la construction et de l'habitation (exigences de résultats de la RE2020).
- **L'arrêté du 4 août 2021** relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation vient compléter l'arrêté du 4 août 2021 précédemment mentionné, en précisant les exigences (notamment de moyens) pour les bâtiments à usage de bureaux, ou d'enseignement primaire ou secondaire. Ses annexes ont été publiées au Bulletin officiel du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.
- **L'arrêté du 6 avril 2022** modifiant les arrêtés pris en application des articles R. 122-22 à R. 122-25 et R. 172-1 à R. 172-9 du code de la construction et de l'habitation vient compléter l'arrêté du 4 août 2021 précédemment mentionné, en précisant les exigences (notamment de moyens) pour les bâtiments à usage de bureaux, ou d'enseignement primaire ou secondaire. Ses annexes ont été publiées au Bulletin officiel du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.
- **L'arrêté du 22 décembre 2022** relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions temporaires ou de petite surface.

Textes « Attestations et Étude de faisabilité énergétique » :

- **Le décret n° 2021-1548 du 30 novembre 2021** relatif aux attestations de prise en compte des exigences de performance énergétique et environnementale et à la réalisation d'une étude de faisabilité relative aux diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour les constructions de bâtiments en France métropolitaine.
- **L'arrêté du 9 décembre 2021** relatif aux attestations de prise en compte des exigences de performance énergétique et environnementale et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour les constructions de bâtiments en France métropolitaine et modifiant l'arrêté du 11 octobre 2011 relatif aux attestations de prise en compte de la réglementation thermique et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs ou les parties nouvelles de bâtiments ;
- **L'arrêté du 9 décembre 2021** relatif à la réalisation d'une étude de faisabilité relative aux diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour les constructions de bâtiments en France métropolitaine.
- **L'arrêté du 6 avril 2022** modifiant les arrêtés pris en application des articles R. 122-22 à R. 122-25 et R. 172-1 à R. 172-9 du code de la construction et de l'habitation modifie l'arrêté du 9 décembre 2021 précédemment mentionné. Le dispositif d'attestations de la RE2020 est ainsi modifié pour tenir compte de l'entrée dans le périmètre de cette réglementation, des bâtiments de bureaux et d'enseignement primaire ou secondaire.
- **L'arrêté du 22 décembre 2022** relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions temporaires ou de petite surface complète l'arrêté du 9 décembre 2021 précédemment mentionné. Les attestations de la RE2020 sont adaptées aux spécificités des constructions et extensions de petite surface. Des précisions sur ces adaptations sont apportées dans la notice téléchargeable ci-dessus.

Documents d'applications :

- **Méthode de calcul RE2020 :**

La méthode de calcul Th-BCE a pour objet le calcul réglementaire des coefficients Bbio, Cep, Cepnr, et DH. Elle n'a pas pour vocation de faire un calcul de consommation réelle compte tenu des conventions retenues.

- **Règles Th-bat :**

Les documents mis à disposition ici regroupent un ensemble de coefficients thermiques établis conformément aux règles Th-bat pour un ensemble de procédés constructifs courants. Ils sont regroupés en 3 sous-dossier « parois opaques », « parois vitrées » et « ponts thermiques » sur le même principe que les fascicules des règles Th-bat :

Th-bat applications fascicule parois opaques.

Th-bat applications fascicule parois vitrées.

Th-bat applications fascicule ponts thermiques.

- **Fiches d'application de la RE2020 :**

Les fiches d'application permettent sur un point précis d'apporter des éclairages pour faciliter l'application de la RE2020. Les fiches d'application actuellement en vigueur sont téléchargeables sur le site www.rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr.

- **Titre V :**

Ils permettent l'étude de cas particuliers de produits ou systèmes non prévus dans la méthode de calcul de la RE 2020. Le but est de pouvoir valoriser des systèmes énergétiquement innovants sous réserve de justifications.

2.4 Cas particuliers - Fiche d'application RE 2020

Ce bâtiment n'est pas assujéti un cas particulier de la RE 2020.

2.5 Mise en garde & Contrôles

Tous les niveaux de performance indiqués dans ce rapport doivent être atteints ou dépassés par les éléments mis en œuvre dans la construction. Toute modification diminuant la performance (Résistance thermique ou rendement plus faible, conductivité thermique ou perméabilité à l'air plus élevées) ou affectant le fonctionnement d'un appareil (changement de combustible ou de source chaude, par exemple) rend le projet non conforme à cette étude. L'étude doit donc, dans ces cas, être remise à jour pour prendre en compte les changements.

Il en va de même pour la définition géométrique du projet : cette étude se base sur les plans en notre possession (voir section « Références des plans »). Toute modification du projet le rend non conforme à l'étude, ce qui entraîne une nouvelle évaluation du projet.

Le maître d'ouvrage doit conserver le récapitulatif standardisé d'une étude thermique (Rset) pendant la durée de cinq ans après l'achèvement des travaux.

Le contrôle des règles de construction est une mission assurée par les services de l'Etat au plan régional. L'administration peut exercer un droit de visite et de communication des documents techniques du projet, pendant les travaux et jusqu'à trois ans après l'achèvement du bâtiment. Le non-respect des règles de construction peut faire l'objet de poursuites judiciaires.

L'indicateur « IC Construction » a été vérifié, il sera nécessaire de le recalculer avant la fin de la construction afin de valider la conformité RE 2020 dans sa globalité.

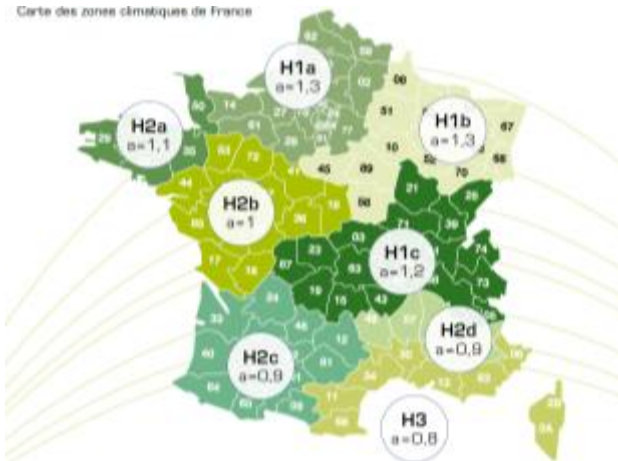
2.6 Données administratives

Maître d'ouvrage	Nom :	Le directeur du SID Nord Est
	Adresse :	57000 Metz
	Tel :	
	E-mail :	
Bureau d'études thermiques fluides	Nom :	
	Adresse :	240 Rue de Cumène 54230 Neuves-Maisons
	Tel :	0383156603
	Contact(s) :	Alexandre KARM
	E-mail :	suivi.etudes@lorr-enr.fr
	Certificat OPOIBI	N° 13 12 2638
Opération	Qualifications OPOIBI	1331 « Etude thermique réglementaire « Maison individuelle » 1332 « Etude thermique réglementaire « bâtiment collectif d'habitation et/ou tertiaire »
	Nom :	Construction d'un bâtiment tertiaire pour l'EETIS
	Adresse :	Route de Moëslains 52100 Saint-Dizier
	Stade d'avancement :	1 – Stade de permis de construire

3 Hypothèses de modélisation

3.1 Environnement du bâtiment

3.1.1 Site et conditions météorologiques



La modélisation prend en compte l'environnement du bâtiment, localisé grâce à ses coordonnées géographiques. Il est situé dans le département du 52 - Haute-Marne (H1 b) à une altitude de 134 mètres.

Figure 1 : Extrait du cahier des prescriptions du label performance
Promotelec

3.1.2 Masques proches

Les masques proches sont constitués par tous les bâtiments ou objets urbains dont l'ombrage influe sur le bâtiment étudié – ils constituent l'horizon proche du bâtiment.

La vue ci-dessous montre la saisie des masques proches, identifiable à leur couleur grise.

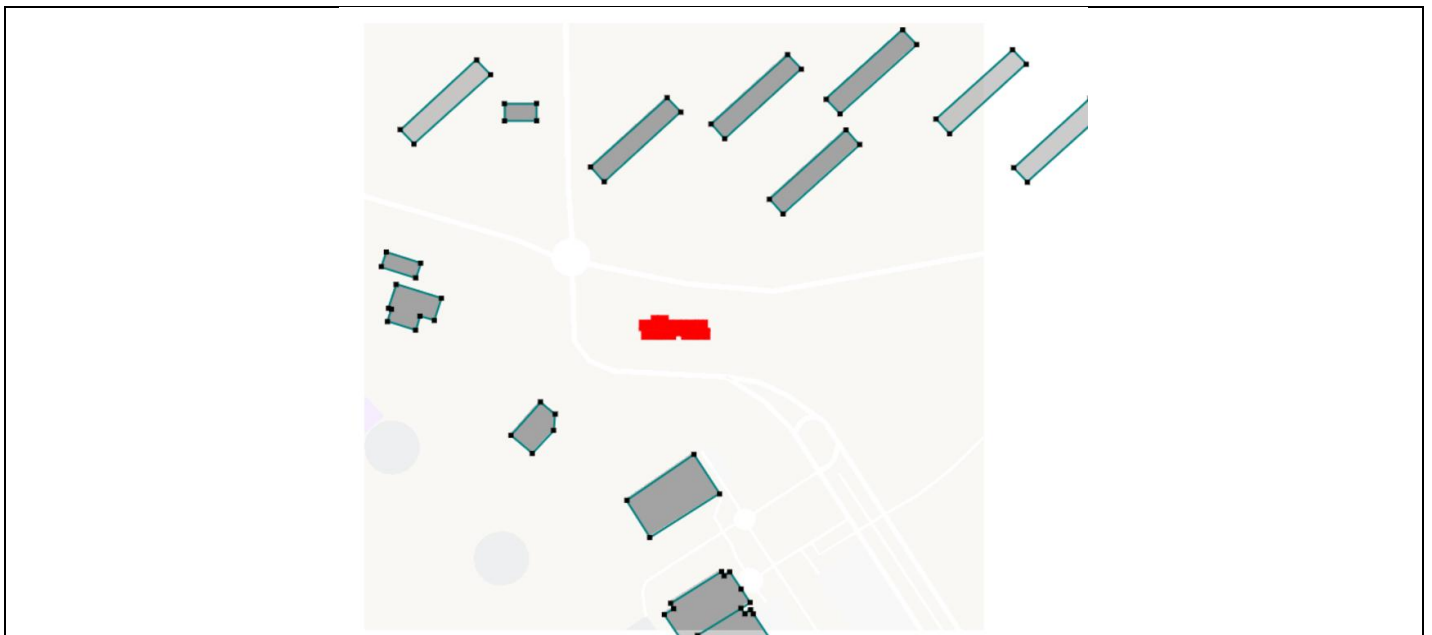


Figure 2 : Masques proches

3.2 Description du bâtiment

3.2.1 Références des plans

Cette étude thermique a été réalisée sur base des plans :

Référence Plans :	Rez de chaussée_fut Vue toiture FUT Façade OUEST FUT Façade EST FUT Façade SUD FUT Façade NORD FUT C_AA FUT modif DIRISI
Date des plans :	03/09/2025
Dessiné par :	-

Toute modification, même mineure, de ces plans remettra en cause les calculs et donc la conformité réglementaire ou l'atteinte des objectifs de performances énergétiques.

3.2.2 Fiche d'identité

Bâtiment	
Adresse	Route de Moëslains 52100 Saint-Dizier
Département	52 - Haute-Marne (H1 b)
Altitude	134 m
Zone 1	
Groupe non climatisé	
Usage	5 Enseignement secondaire (partie jour)
Surface utile (SU _{RT})	404.04 m ²
Volume	1095.38 m ³
Climatisation	Non
Catégorie	Catégorie 1 (ex CE1)
Usage	5 Enseignement secondaire (partie jour)
Surface utile (SU _{RT})	123.08 m ²
Volume	369.23 m ³
Climatisation	Oui
Catégorie	Catégorie 2 (ex CE2)

3.2.3 Composition des parois

Les tableaux ci-dessous décrivent la composition des parois, depuis l'extérieur vers l'intérieur. D'éventuels éléments de décoration n'influençant pas sur la thermique peuvent avoir été omis (notamment les bardages extérieurs). Les compositions de parois, y compris la position des pare-pluie et pare- ou freine-vapeurs, doivent être respectées. La position des freine-vapeur notamment, permet d'éviter la condensation dans les parois. Elle revêt donc une importance particulière.

Le tableau ci-dessous donne la légende des éléments repris dans les tableaux de composition :

Caractéristique	Libellé	Unité
Epaisseur	Ep	cm
Conductivité thermique d'un matériau	λ	W/m.K
Masse volumique	MV	Kg/m ³
Chaleur spécifique	CS	Wh/(kg.K)
Conductivité thermique d'une paroi	U	W/m.K
Résistance thermique	R	(m ² .K)/W

Plus la résistance thermique (R) est importante, plus le matériau est isolant.

Inversement, plus la conductivité thermique d'un matériau (U) est importante, moins le matériau est isolant.

Cloison intérieure 12cm						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Laine de verre	10.0	0.041	12	0.233	0.41	2.44
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Total					0.40	2.52

Refend donnant sur circulation intérieure 20 cm						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Béton plein	20.0	2.300	2350	0.278	11.50	0.09
Total					11.50	0.09

Refend isolé sur LNC (sur local technique)						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Laine de bois	15.0	0.042	140	0.583	0.28	3.57
Béton plein	20.0	2.300	2350	0.278	11.50	0.09
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Total					0.27	3.74

Plancher bas sur terre-plein						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Polyuréthane TMS	14.0	0.022	33	0.417	0.16	6.36
Béton dalle	20.0	1.000	2300	0.278	5.00	0.20
Carrelage	1.0	1.700	2300	0.194	170.00	0.01
Total					0.15	6.57

Mur extérieur - Façade						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Enduit extérieur	1.0	1.150	1700	0.278	115.00	0.01
Laine de bois 1	25.0	0.039	110	0.583	0.16	6.41
Béton plein armé (acier > 2%)	30.0	2.500	2400	0.278	8.33	0.12
Total					0.15	6.54

Mur extérieur - Pignons						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Béton bas carbone	6.0	2.300	2350	0.278	38.33	0.03
Béton plein armé	14.0	2.300	2350	0.278	16.43	0.06
Fibre de bois	34.0	0.039	110	0.583	0.11	8.72
Béton bas carbone	6.0	2.300	2350	0.278	38.33	0.03
Total					0.11	8.83

Toiture terrasse végétalisée						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Terre végétale	5.0	1.260	1700	0.167	25.20	0.04
Fibre de bois toiture plates	30.0	0.042	140	0.583	0.14	7.14
Béton dalle	20.0	1.000	2300	0.278	5.00	0.20
Total					0.14	7.38

Dalle béton sur combles						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Ouate de cellulose 40kg/m ³ Lambda 0.038	35.0	0.038	40	0.500	0.11	9.21
Béton dalle	15.0	1.000	2300	0.278	6.67	0.15
Total					0.11	9.36

Toiture inclinée						
Matériau	Ep cm	λ W/(m.K)	MV kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/ W
Acier (générique)	0.5	46.000	7850	0.136	9200.00	0.00
Polyuréthane	16.0	0.030	35	0.232	0.19	5.33
Acier (générique)	0.5	46.000	7850	0.136	9200.00	0.00
Total					0.19	5.33

Recommandation : nous recommandons l'isolation thermique par l'extérieur, qui permet de mieux se protéger des surchauffes d'été, et d'améliorer le confort de manière générale dans le logement, en particulier en conjonction avec une brique terre-cuite telle que prévue dans votre projet. La brique possède en effet d'intéressantes caractéristiques en termes d'inertie thermique et de régulation de l'hygrométrie. En isolant par l'intérieur, on se sépare et on se prive de ces caractéristiques intéressantes.

Recommandation : nous recommandons d'utiliser des matériaux isolants présentant une plus grande capacité thermique et une densité plus élevée. Ces caractéristiques permettent d'augmenter l'inertie thermique ainsi que le déphasage, qui retarde l'augmentation de température à l'intérieur du logement. L'inertie et le déphasage permettent une protection plus efficace contre la chaleur d'été.

Nous recommandons donc l'utilisation de matériaux naturels, de haute densité, tels que la laine de bois ou la ouate de cellulose : ces matériaux présentent les qualités requises (capacité thermique élevée ($CS \geq 0.5$ Wh/kg.K) et masse volumique élevée ($MV \geq 45$ kg/m³)) pour une protection efficace.

L'utilisation d'isolant présentant un déphasage élevé est particulièrement important en partie haute du bâtiment, la température dans les combles perdus pouvant s'élever très fortement en été.

Remarque : prévoir une lame d'air de 5 cm minimum entre le frein-vapeur et le placo, ce qui permet de passer les réseaux et de placer les boîtiers électriques, spots encastrables, ... sans altérer le frein-vapeur. Pour passer les gaines de ventilation, prévoir de 10 à 12 cm.

Remarque : l'étanchéité du bâtiment étant assurée par l'enduit plâtre traditionnel, tous percements ou discontinuités devront être rendus étanches.

3.2.4 Menuiseries

Synthèse de la surface totale de menuiseries selon leur orientation :

Orientation	Surface totale des baies
Verticales Sud	23.67 m ²
Verticales Ouest	2.94 m ²
Verticales Nord	35.87 m ²
Verticales Est	2.94 m ²
Horizontales	0 m ²

La performance thermique d'une menuiserie se caractérise par :

② Sa conductivité thermique (U_w).

*Elle représente la conductivité thermique de la fenêtre dans son intégralité. Elle résulte d'un calcul prenant en compte U_g (conductivité du vitrage), U_f (conductivité des montants), leurs surfaces respectives, et le pont thermique de l'intercalaire (le bord du vitrage). **Plus ce coefficient est petit, plus la menuiserie est isolante.***

NB : Pour une porte sans vitrage, la notation U_d sera préférée.

② Sa capacité à transmettre l'apport thermique solaire (S_w).

Le facteur solaire de la menuiserie globale, compris entre 0 et 1, qualifie sa capacité à convertir le rayonnement solaire incident en chaleur vers l'intérieur du bâtiment, l'idéal étant d'obtenir le maximum d'apport de chaleur l'hiver. Plus S_w est haut, plus la quantité de chaleur qui entre dans le bâtiment augmente. Comme pour U_w , la valeur de S_w dépend des performances du vitrage (S_g) et du châssis (S_f) et de leurs surfaces respectives.

Il faut toutefois veiller à limiter l'apport l'été : l'article 21 de l'arrêté du 28/10/2010 limite le facteur solaire des locaux de sommeil – il suffit pour respecter cet article de prévoir des protections extérieures aux menuiseries correspondantes.

② Sa capacité à transmettre la lumière (TL_w).

Ce coefficient, compris entre 0 et 1, traduit la capacité d'une menuiserie à faire entrer la lumière naturelle à l'intérieur du bâtiment, créant ainsi une économie d'éclairage. Plus TL_w est élevé, plus la quantité de lumière naturelle qui entre dans le bâtiment augmente.

Encore une fois, TL_w dépend de la performance du vitrage (TL_g) et de sa proportion dans la menuiserie.

Les tableaux ci-dessous décrivent, pour chaque type de menuiserie du bâtiment, les niveaux à atteindre pour l'ensemble de ces valeurs. Ils contiennent également des informations sur le type de châssis, de vitrage, et les certificats à fournir pour attester de la performance. Les valeurs U_w indiquées ne valent que pour la dimension indiquée. Les valeurs U_f et U_g sont à respecter pour toutes les menuiseries, afin d'atteindre la performance globale modélisée dans l'étude.

Demandez à votre menuisier de vous fournir le calcul de la performance (U_w , S_w , TL_w) selon la norme NF EN 10077-2 avec son devis. A défaut, il doit vous fournir les valeurs (U_g , U_f , S_g , TL_g), toujours selon NF EN 10077-2.

Description des menuiseries													
Caractéristiques générales						Conduction thermique			Facteurs solaires		Caractéristiques lumineuses		Protection solaire
Désignation	Largeur (m)	Hauteur (m)	Type de baie	Type de châssis	Ouverture	Ug (W/m².K)	Uf (W/m².K)	Uw (W/m².K)	Facteur solaire de la menuiserie Sw		TLw	Tdiffw	Type de Protection solaire
									Hiver sans protection	Eté avec protection			
Porte d'entrée principale	2.70	2.50	Porte d'entrée vitrée	Bois	Ouverture à la française manuelle	≤ 1.50	≤ 1.60	≤ 1.61	≥ 0.47	≤ 0.47	≥ 0.50	0.00	Pas de protection mobile
Porte fenêtre - 2.8x0.8	0.80	2.80	Porte fenêtre	Alu à rupture de pont	Ouverture à la française manuelle	≤ 1.30	≤ 1.20	≤ 1.33	≥ 0.22	≤ 0.22	≥ 0.20	0.00	Store enroulable intérieure moyennement transparent - teinte pastel
Fenêtre - 2.8x0.8	0.80	2.80	Fenêtre	PVC	Ouverture à la française manuelle	≤ 1.20	≤ 1.21	≤ 1.30	≥ 0.30	≤ 0.30	≥ 0.29	0.00	Store enroulable intérieure moyennement transparent - teinte pastel
Porte d'entrée pignons	1.40	2.10	Porte d'entrée vitrée	PVC	Ouverture à la française manuelle	≤ 1.30	≤ 1.20	≤ 1.33	≥ 0.40	≤ 0.40	≥ 0.42	0.00	Pas de protection mobile
Fenêtre vestiaires Hommes	2.65	0.48	Fenêtre	Alu à rupture de pont		≤ 1.20	≤ 1.20	≤ 1.32	≥ 0.43	≤ 0.43	≥ 0.46	0.00	Pas de protection mobile

Description des portes donnant sur des volumes non-chauffés ou sur l'extérieur				
Désignation	Largeur (m)	Hauteur (m)	Type de baie	Performance thermique U _d (W/m².K)
Porte extérieure pleine	0.90	2.10	Bois	≤ 1.60
Porte extérieure pleine	0.90	2.10	Alu	≤ 1.60
Porte intérieure	0.90	2.05	Bois	≤ 3.00

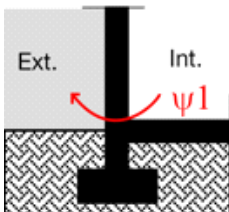
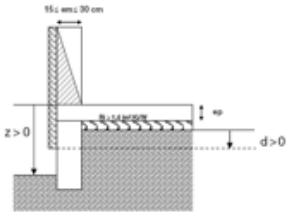
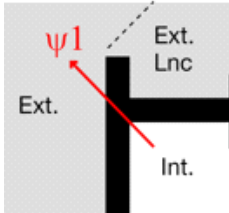
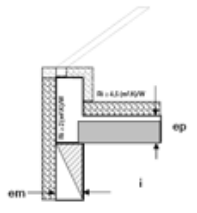
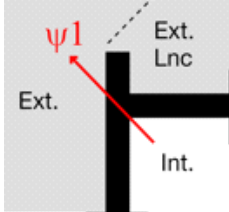
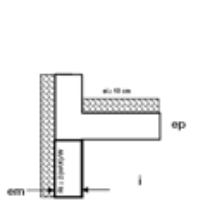
3.2.5 Ponts thermiques linéiques

Les tableaux de cette section décrivent la manière dont les ponts thermiques du bâtiment doivent être traités. Les ponts thermiques sont essentiellement situés aux liaisons entre éléments constructifs (dalles, murs, refends, menuiseries, etc.) ou de manière intégrée (alternance montant bois/isolant d'une ossature bois). Ces derniers sont traités dans la section « Compositions de paroi ». Le traitement des ponts thermiques représentés dans cette section est à respecter pour se conformer aux exigences de la RE2020.

La chaleur perdue par un pont thermique est représentée par la valeur ψ en W/m.K. Selon les configurations géométriques, il peut être décomposé en 1, 2 ou 3 composantes.

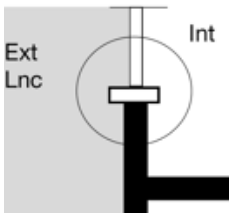
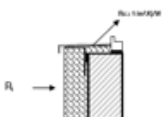
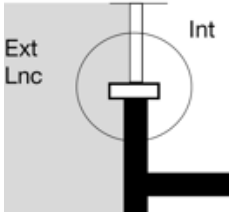
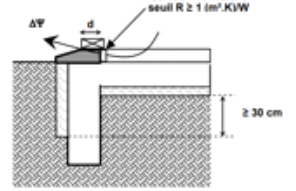
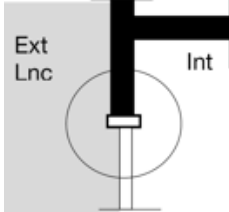
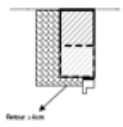
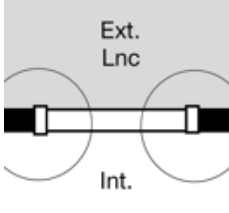
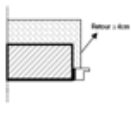
Sévérité du pont thermique		
Important $y > 0.5 \text{ W/m.K}$	moyen $0.2 \leq y \leq 0.5 \text{ W/m.K}$	faible $y \leq 0.2 \text{ W/m.K}$

3.2.5.1 Ponts thermiques linéiques structurels

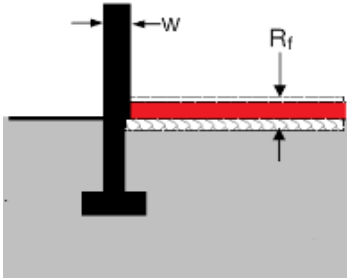
Nom	ψ	ψ_1	ψ_2	ψ_3	Traitement du pont thermique	
ITE 1.1.01-Dallage isolé en sous-face Classe : 1.1	0.27	0.27	0.00	0.00		
ITE 3.1.07-Mur d'appui béton avec remontée d'isolant - mur bas béton ou maç. courante avec Pl. entrevous Classe : 3.1	0.29	0.29	0.00	0.00		
ITE 3.1.01-Mur bas béton et Pl. béton sans remontée d'isolant Classe : 3.1	0.74	0.74	0.00	0.00		

d.2 - BB ITE - BB Classe : 4.3	0.08	0.04	0.04	0.00		
DC 1.1.1-Soubassement béton Classe : DC 1.1	0.26	0.13	0.13	0.00		
ITE 4.1.1-Murs béton Classe : 4.1	0.15	0.08	0.08	0.00		
ITE 4.2.1 angle rentrant Classe : 4.2	0.03	0.02	0.02	0.00		
DC 2.1.1-Pl. en béton plein ou en béton cellulaire isolé au-dessus Classe : DC 2.1	0.02	0.01	0.01	0.00		
ITE 3.2.1 Classe : 3.2	0.03	0.00	0.03	0.00		

3.2.5.2 Ponts thermiques linéiques menuiseries

Nom	ψ	ψ_1	ψ_2	ψ_3	Traitement du pont thermique	
ITE 5.1.3-Appui au droit int. avec correction isol. sous capot métall. Classe : 5.1	0.37	0.37	0.00	0.00		
ITE.6.2.b-Pl. bas sur terre-plein isolé en sous face sans remontée d'isolant Classe : 5.1	0.21	0.21	0.00	0.00		
ITE 5.2.3-Menuiserie au droit int. du mur Classe : 5.2	0.11	0.11	0.00	0.00		
ITE 5.3.3-Menuiserie au droit int. du mur Classe : 5.3	0.11	0.11	0.00	0.00		

3.2.6 Coefficients $U_{\text{équivalent}}$ des parois en contact avec le sol

Contact Terre-plein par Défaut		
Catégorie	Plancher	
$U_{\text{équivalent}}$	0.114 W/(m².K)	
Composition	Plancher bas sur terre-plein	
Conductivité du sol	2 W/(m.K)	
Surface totale du plancher	541.00 m²	
Résistance du plancher y compris linéiques (Rf)	6.33 (m².K)/W	
Epaisseur mur (w)	0.56 m	
Périmètre	126.63 m	
Plancher chauffant	Non	

3.2.7 Etanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air consiste à réduire la perméabilité à l'air, c'est-à-dire les flux d'air parasites circulant d'un côté à l'autre de l'enveloppe thermique. En effet, sous l'action du vent, de la différence de température et d'humidité entre l'intérieur et l'extérieur, un bâtiment peut voir sa pression intérieure augmenter ou diminuer par rapport à la pression extérieure. Ce déséquilibre est compensé par des flux d'air au travers des défauts d'étanchéité de l'enveloppe thermique. Les flux sortants emmènent avec eux de la chaleur (on peut remarquer cette fuite de chaleur aux zones de toiture où le givre fond, l'hiver), tandis que les flux entrants doivent être réchauffés pour respecter la température de consigne intérieure et garantir un minimum de confort.

Ces flux d'air génèrent ainsi :

- une augmentation de la déperdition et de la consommation d'énergie du bâtiment,
- une sensation d'inconfort liée à la perception de courants d'air,
- une dégradation du bâti par dépôt de condensation dans les éléments constitutifs des parois,
- une dégradation de la qualité d'air intérieur.

Limitier la perméabilité à l'air permet donc de limiter fortement ces désagréments, et d'utiliser au mieux la performance des isolants, des menuiseries et des équipements installés dans le bâtiment.

Zone	Groupe	Perméabilité à l'air $Q_{4PaSurf}$
Zone 1	Groupe non climatisé	$\leq 1.00 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ test d'étanchéité à l'air obligatoire à réception et recommandé pendant le clos couvert
Zone 1	Groupe Climatisé	$\leq 1.00 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ test d'étanchéité à l'air obligatoire à réception et recommandé pendant le clos couvert

Le bâtiment devra donc présenter une perméabilité à l'air sous 4 Pascals ($Q_{4PaSurf}$) inférieure aux valeurs inscrites dans le tableau ci-dessous :

Bien que plus poussé que le niveau par défaut de la RE 2020 ($Q_{4PaSurf} \leq 1,7 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ pour les bâtiments de type bureaux), ce niveau est en corrélation avec les niveaux d'exigence engagés sur les autres postes (isolations des parois, performances des vitrages, équipements etc.), et permet d'améliorer, à moindres frais, la performance et le confort du bâtiment.

Ce niveau devra **obligatoirement être validé par une mesure de la perméabilité à l'air à réception** du bâtiment. Toutefois nous recommandons fortement la réalisation d'**une mesure dès le clos-couvert** afin de détecter d'éventuels défauts et de pouvoir les réparer à moindres frais. En effet, une valeur supérieure à celle définie par l'étude thermique à réception entraînerait la non-conformité du bâtiment à la RE 2020, avec obligation de le mettre en conformité. Une dégradation de la perméabilité durant la durée d'utilisation du bâtiment entraînera une augmentation de la déperdition du bâtiment et de la consommation d'énergie.

Des guides sur la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air sont téléchargeables depuis la base de documents du site de Effinergie (www.effinergie.org) :

- *Mémento de conception - Organiser la maîtrise de la qualité*
- *Carnet de détails - Construction Ossature Bois - Isolation Thermique Intégrée*
- *Carnet de détails - Construction Structure Lourde - Isolation Thermique Extérieure*
- *Carnet de détails - Construction Structure Lourde - Isolation Thermique Intérieure*
- *Carnet de détails - Construction Structure Lourde - Isolation Thermique Répartie*

3.3 Equipements

Type d'émetteur	Radiateur à eau chaude	
Variation temporelle chaud	0,4 °C	Valeur certifiée

- Cet émetteur sera alimenté par la **chaudière/pompe à chaleur** dont les performances minimales sont décrites ci-dessous :

Radiateurs hydrauliques basse-température avec robinets thermostatiques :

La maison sera chauffée par des radiateurs hydrauliques basse température, avec les dispositions suivantes :

- Chaque radiateur sera équipé de robinets thermostatiques certifiés :
- Isolation minimale du réseau de distribution hors volume chauffé : classe 4
- Régulation du chauffage par optimiseur. Cette régulation nécessite par conséquent une programmation hebdomadaire sur sonde modulante couplée à une sonde extérieure.
- Sonde extérieure, placée au Nord à l'abri des rayons solaires, pour adaptation de la température d'émission à la température extérieure
- Cet émetteur sera alimenté par la **chaudière/pompe à chaleur** dont les performances minimales sont décrites ci-dessous :

Type d'émetteur	Cassette 2 voies - RCD-5.0FSR
-----------------	-------------------------------

Cassettes Air/Air :

- Cassettes rayonnantes basse température équipés de sondes d'ambiances.
- Sonde d'ambiance programmable.
- Sonde extérieure, placée au Nord à l'abri des rayons solaires, pour adaptation de la température d'émission à la température extérieure.

Chaque cassette sera alimentée par la PAC Air/Air qui sera installée au plus loin des menuiseries ou de toute zone d'activité pour éviter de déranger le personnel.

Les caractéristiques de la PAC qui sera choisie doivent être équivalentes ou supérieures à celles présentées dans le tableau ci-dessous :

Générateur thermodynamique	
Modèle	Climatisation air extérieur - air recyclé (Pabs 5kW)
Constructeur	
Générateur	Electricité Refroidisseurs air extérieur / air recyclé
Nombre d'appareil	1
Fonction	Climatisation
Typologies des émetteurs	Systèmes à air
Fonctionnement à pleine charge- pivot Par défaut : Amont 35°C / Aval 27°C	
Puissance absorbée	5 kW
Performance	2,16
Fonctionnement à charge partielle : Valeur par défaut	
Fonctionnement du compresseur/brûleur	Fonctionnement en cycles marche arrêt du brûleur
Etat en mode continu	Valeur justifiée
Charge minimale	Taux : 0 Correction de performance : 0
Part des auxiliaires	Valeur par défaut
Pas de limite des températures de sources	
Source amont	
Puissance des ventilateurs (gainés)	0 W
Température limite d'air (pour pac sur air extrait)	0 °C

Générateur thermodynamique								
Modèle			Gainable RPI Utopia Prime R32 7.1kW - mono RPI-3.0FSR(1)E _ RAS-3HVRC3					
Constructeur			HITACHI					
Générateur			Electricité Machine réversible air extérieur / air recyclé					
Nombre d'appareil			1					
Fonction			Chauffage					
Typologies des émetteurs			Systèmes à air					
Fonctionnement à pleine charge : Températures amonts connues : Températures avals connues :			Certifié 7°C 20°C					
Puissances Absorbées (kW) :								
Av \ Am	-15°C	-7°C	2°C	7°C	20°C			
5°C	0	0	0	0	0			
10°C	0	0	0	0	0			
15°C	0	0	0	0	0			
20°C	0	0	0	1,86	0			
25°C	0	0	0	0	0			
Performance								
Av \ Am	-15°C	-7°C	2°C	7°C	20°C			
5°C	0	0	0	0	0			
10°C	0	0	0	0	0			
15°C	0	0	0	0	0			
20°C	0	0	0	3,8	0			
25°C	0	0	0	0	0			
Valeurs								
Av \ Am	-15°C	-7°C	2°C	7°C	20°C			
5°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
10°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
15°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
20°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Certifiée	Justifiée			
25°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
Fonctionnement à charge partielle : Valeur déclarée								
Part des auxiliaires			Valeur certifiée 0					
Pas de limite des températures de sources								
Source amont								
Puissance des ventilateurs (gainés)			0 W					
Température limite d'air (pour pac sur air extrait)			0 °C					

Fonction				Climatisation				
Typologies des émetteurs				Systèmes à air				
Fonctionnement à pleine charge : Températures amonts connues : Températures avals connues :				Certifié 35°C 27°C				
Puissances Absorbées (kW) :								
Av \ Am	5°C	15°C	25°C	35°C	45°C			
22°C	0	0	0	0	0			
27°C	0	0	0	2,05	0			
32°C	0	0	0	0	0			
37°C	0	0	0	0	0			
Performance								
Av \ Am	5°C	15°C	25°C	35°C	45°C			
22°C	0	0	0	0	0			
27°C	0	0	0	3,47	0			
32°C	0	0	0	0	0			
37°C	0	0	0	0	0			
Valeurs								
Av \ Am	5°C	15°C	25°C	35°C	45°C			
22°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
27°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Certifiée	Justifiée			
32°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
37°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
Fonctionnement à charge partielle : Valeur déclarée								
Part des auxiliaires				Valeur certifiée 0				
Pas de limite des températures de sources								
Source amont								
Puissance des ventilateurs (gainés)				0 W				
Température limite d'air (pour pac sur air extrait)				0 °C				

Générateur thermodynamique								
Modèle			Alfea Excellia S Duo 12 - partie chauffage					
Constructeur			ATLANTIC					
Générateur			Electricité Pac air / eau					
Nombre d'appareil			1					
Fonction			Chauffage					
Typologies des émetteurs			Ventilo-convecteurs, plafonds chauffants ou rafraichissant d'inertie faible					
Fonctionnement à pleine charge : Températures amonts connues : Températures avals connues :			Certifié -7°C, 7°C 32.5°C, 42.5°C, 51°C					
Puissances Absorbées (kW) :								
Av \ Am	-15°C	-7°C	2°C	7°C	20°C			
Régime 25/22°C	0	0	0	0	0			
Régime 35/30°C	0	2,92	0	2,69	0			
Régime 45/40°C	0	3,39	0	2,88	0			
Régime 55/47°C	0	3,86	0	3,06	0			
Régime 65/55°C	0	0	0	0	0			
Performance								
Av \ Am	-15°C	-7°C	2°C	7°C	20°C			
Régime 25/22°C	0	0	0	0	0			
Régime 35/30°C	0	3,18	0	4,67	0			
Régime 45/40°C	0	2,68	0	3,83	0			
Régime 55/47°C	0	2,18	0	2,99	0			
Régime 65/55°C	0	0	0	0	0			
Valeurs								
Av \ Am	-15°C	-7°C	2°C	7°C	20°C			
Régime 25/22°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
Régime 35/30°C	Justifiée	Certifiée	Justifiée	Certifiée	Justifiée			
Régime 45/40°C	Justifiée	Certifiée	Justifiée	Certifiée	Justifiée			
Régime 55/47°C	Justifiée	Certifiée	Justifiée	Certifiée	Justifiée			
Régime 65/55°C	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée	Justifiée			
Fonctionnement à charge partielle : Valeur déclarée								
Part des auxiliaires			Valeur certifiée 0,0052					
Pas de limite des températures de sources								
Source amont								
Puissance des ventilateurs (gainés)			0 W					
Température limite d'air (pour pac sur air extrait)			0 °C					

Générateurs et émetteurs de climatisation
Le bâtiment sera climatisé en partie.

Emetteur froid	Cassette 2 voies - RCD-5.0FSR
Variation temporelle froid	-2 °C Valeur par défaut

3.3.1 Production ECS & Points de puisage d'eau chaude sanitaire

La production d'eau chaude sanitaire est assurée par la pompe à chaleur double service (chauffage et eau chaude sanitaire), équipé d'un ballon intégré.

Caractéristiques du ballon de stockage d'eau chaude sanitaire (ECS)	
Modèle	Alfea Excellia S Duo 12
Constructeur	ATLANTIC
Capacité :	190 litres
Pertes thermiques	$\leq 2,72 \text{ W/K}$ (Valeur certifiée)
Appoint électrique :	électrique
Localisation	hors volume chauffé
Nombre d'appareils	1

Caractéristique chauffe-eau thermodynamique	
Modèle :	Alfea Excellia S Duo - partie ECS
Fabricant :	ATLANTIC
Type :	Electricité Pac air extérieur / eau
Usage :	Production d'eau chaude sanitaire
Caractéristiques de la pompe à chaleur (PAC)	
Température de fonctionnement amont :	7°C
Température de fonctionnement aval :	45°C
Puissance absorbée à +7°C	$\geq 1,21 \text{ kW}$
COP à +7°C	$\geq 3,31$ (Certifiée)
Caractéristiques du ballon ECS intégré	
Capacité :	190 litres
Pertes thermiques	2,72 W/K (Valeur certifiée)
Appoint	électrique
Nombre d'appareils	1

Des mitigeurs thermostatiques devront être installés sur les douches et bains du logement. Sur les autres points de puisage, nous recommandons l'installation de mélangeurs équipés de dispositifs d'économie d'eau (au point central, le dispositif distribue de l'eau froide ; un point dur permet de limiter l'ouverture vers le débit maximum).

Par ailleurs, afin de diminuer la consommation d'eau chaude, et donc d'énergie pour la chauffer, nous vous recommandons d'installer des limiteurs de débit sur les points de puisage suivants :

Débits maximums recommandés (en l/min)	
Evier (cuisine)	6
Lavabos et lave-mains	3
Douche	9

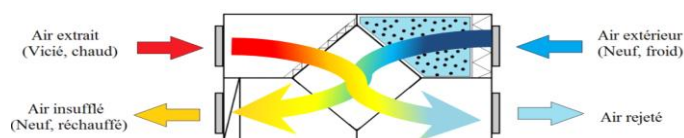
3.3.2 Ventilation

3.3.2.1 Rappel des systèmes de ventilation

Système de ventilation	Avantages	Inconvénients
VMC Simple flux hygroréglable de type B	• Solution la plus économique à l'installation. • Régule les débits de ventilation en fonction de l'humidité (par les bouches d'extraction et les modules d'entrée d'air neuf hygroréglables) :	• Gaspillage important de chauffage. • Entrées d'air sur les menuiseries. • Bruit venant de l'extérieur par les entrées d'air. • Risque de propagation des bruits par les gaines si mauvaise conception (prévoir pièges à son). • Courants d'air à température extérieure (froid en hiver et chaud en été).
VMC Simple flux hygroréglable de type A	• Solution la plus économique à l'installation. • Régule les débits de ventilation en fonction de l'humidité (par les bouches d'extraction). • Les modules d'entrée d'air neuf sont de type autoréglable.	• Réagit à l'humidité, mais pas aux polluants extérieurs • Crée une dépression dans le bâtiment (risque d'intoxication en présence de foyers non étanches (cheminée, poêles, chaudières). • Entrées d'air non filtrantes
VMC double flux avec récupérateur de chaleur	• Réduit le besoin de chauffage (par rapport à une VMC simple flux) grâce à son récupérateur de chaleur • Préchauffe l'air neuf entrant en hiver et rafraîchit en été. • Qualité de l'air améliorée : air neuf entrant filtré, envoyé dans les pièces de vie • Pas d'entrées d'air sur les menuiseries (suppression des courants d'air): confort accru. • Étanchéité à l'air du bâtiment préservée. • Possibilité de préchauffer ou de refroidir l'air neuf. • Atténuation des bruits extérieurs • Pression équilibrée dans le bâtiment (débits extraction = débits soufflage)	• Plus chère qu'une VMC simple flux. • Mise en place d'un réseau de soufflage et d'extraction (gaines) : 2 réseaux au lieu de 1 en VMC simple flux. • Risque de propagation des bruits par les gaines si mauvaise conception (prévoir pièges à son). • Entretien des filtres une à deux fois par an (selon les zones). • Nettoyage de la VMC tous les 2 ans et tous les 5 ans pour les réseaux de soufflage et d'extraction.

3.3.2.2 Centrale de ventilation

La ventilation du bâtiment sera réalisée par une installation de ventilation double flux avec récupérateur de chaleur à haut rendement. Le système double flux avec récupération de calories permet de limiter les pertes de chaleur : il récupère la chaleur de l'air vicié extrait du bâtiment et l'utilise pour réchauffer l'air neuf, filtré, venant de l'extérieur, comme schématisé ci-dessous :



Les caractéristiques de la centrale de ventilation sont décrites ci-dessous :

Ventilation mécanique contrôlée		
Modèle	VMC double flux	
Fabricant		
Type	Groupe de ventilation double flux	
Localisation	en volume chauffé	
Puissance ventilateur caisson extraction	inocc : ≤ 190 W	occ : ≤ 720 W
Puissances ventilateur caisson soufflage	inocc : ≤ 180 W	occ : ≤ 730 W
Echangeur double flux		
Rendement échangeur	≥ Efficacité de l'échangeur justifiée par un essai effectué par un laboratoire indépendant et accrédité sur la base d'une norme ou d'un projet de norme européenne ou ISO % 82	
By-pass		
Présence d'un by-pass	oui	
Rafrachissement nocturne		
Puissance électrique	Soufflage 500 W	Soufflage 500 W
Horaires d'enclenchement en saison de climatisation	Début 20 h	Fin 5 h
Conditions de température intérieure en saison de climatisation	Encl. si Tint > 20 °C	Decl. si Tint < 18 °C
Conditions d'arrêt en fonction de la température extérieure en saison de climatisation	Si T ext > 10 °C	Si Tint – T ext < 7 °C
Batterie(s)		
Dégivrage	Non	
Préchauffage	Non	
Refroidissement	Non	
Echangeur enthalpique		
Présence d'un échangeur enthalpique	Non	
Capteur(s)		
Humidité	Non	
CO2	Oui - Salle de réunion – Salle de cours - Bureau	
Présence	Non	
Rafrachissement par ventilation		
Free-cooling	Oui	

3.3.2.3 Débits de ventilation

Les débits de ventilation doivent être les suivants pour que cette étude reste valide et que le bâtiment soit correctement ventilé (notamment pour le confort des occupants et pour la conservation du bâti). Ces débits ont été déterminés selon le règlement sanitaire départemental type (RSDT) de 1982 et selon le code du travail.

Débits de ventilation - VMC double flux					
Etage	Local	Débits soufflés en période d'inoccupation (m³/h)	Débits soufflés en période d'occupation (m³/h)	Débits extraits en période d'inoccupation (m³/h)	Débits extraits en période d'occupation (m³/h)
	Douches / Vestiaires Hommes			90	90
	Sanitaires Hommes			60	60
	Local Ménage	15	15	15	15
	Sanitaires Femmes			60	60
	Douches / Vestiaires Femmes			60	60
	Local DIRISI	30	30	30	30
	Salle de cours	64	255	64	255
	Stockage	15	15	15	15
	Salle de cours informatique	60	240	60	240
	Salle de repos stagiaires	68	270	68	270
	Salle de repos unité	73	290	73	290
	Dégagement 1	135	135		
	Secrétariat	6	25	6	25
	CDT EETIS	45	180	45	180
	Cellule instruction	50	200	50	200
	Serveur	30	30	30	30
	Zone réservée	25	25	25	25
	Equipe technique	25	100	25	100
	Pièce informatique	25	100	25	100
	Cellule informatique	6	25	6	25
	Bureau	19	75	19	75
	Dégagement 2	135	135		
Bâtiment		825	2145	825	2145

Par ailleurs, l'obtention des débits préconisés est capitale pour la conservation du bâti et le confort des usagers : il conditionne le renouvellement de l'air effectif, et donc la qualité de l'air dans le bâtiment. La mesure du débit réellement obtenu aux bouches doit donc être réalisée, débouchant sur un PV de réception.

3.3.2.4 Régulation des débits

Afin de réguler au mieux les débits de ventilation en fonction de l'occupation du bâtiment, plusieurs pièces seront équipées de sondes. Ces sondes commanderont des registres qui s'ouvriront ou se renfermeront en fonction du signal transmis par la sonde.

Local	Type de sonde
Salle de réunion	Sonde CO2 en gaine
Réfectoire	Sonde CO2 en gaine
Bureau	Sonde CO2 en gaine
Salle de cours	Sonde CO2 en gaine

Selon l'article R 232-1-3 du Circulaire n° 85-3 du 9 mai 1985 relative au commentaire technique des décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail, la ventilation mécanique peut être arrêtée en cas d'inoccupation des locaux. Toutefois, les installations doivent toujours être mises en marche avant occupation des locaux.

3.3.2.5 Réseaux aérauliques

L'utilisation de gaines spiralées souples est à proscrire. En effet, ces gaines présentent des pertes de charges importantes qui réduisent le débit effectif. En outre, elles sont fragiles et ne peuvent pas être nettoyées. Nous recommandons l'utilisation de gaines semi-rigides (type Flexigaine (Aldès), Flexpipe (Helios), Comfotube (Zehnder)), qui présentent une surface entièrement lisse à l'intérieur. Chaque gaine est connectée au maximum à une seule bouche et peut donc être nettoyée. Les pertes de charge sont limitées, et les débits nécessaires atteints à moindre consommation d'énergie.

L'étanchéité à l'air des réseaux de ventilation permet de garantir une ventilation efficace du bâtiment, de favoriser une bonne qualité de l'air et de réduire les consommations du ou des moteurs.

En effet, une mauvaise étanchéité à l'air du réseau de ventilation entraîne une augmentation de la quantité d'air brassée par le ventilateur et augmente donc sa consommation électrique. De plus, plus le réseau est perméable, moins le renouvellement d'air est important alors que celui-ci est vital dans un bâtiment très étanche.

Le niveau d'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques pris en compte dans cette étude thermique est le niveau « Défaut ».

Tests d'étanchéité des réseaux aérauliques facultatifs (non-obligatoires)

Tests d'étanchéité des réseaux aérauliques facultatifs (recommandés)

Les gaines de ventilation hors volume chauffé devront être isolées ($R \geq 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) pour éviter toute condensation et les dégradations qui peuvent s'ensuivre.

Pour arriver à cette performance de réseau, le matériel doit être de qualité (joints caoutchouc entre éléments, tuyaux étanches etc...) et la mise en œuvre doit être soignée, par du personnel qualifié.

Nous recommandons la mesure de l'étanchéité du réseau pour l'ensemble des bâtiments neufs. Cette mesure peut être réalisée par un opérateur autorisé et indépendant à réception de l'installation.

3.3.3 Eclairage

Le besoin d'éclairage, pour le calcul du Bbio, est calculé sur la base de l'accès à l'éclairement naturel, qui est impacté par le nombre, la taille, et la qualité des menuiseries (proportion de vitrage et transmission lumineuse de celui-ci). On peut donc diminuer le besoin (et donc le Bbio) en augmentant la taille et la transmission lumineuse des menuiseries).

L'estimation de la consommation d'énergie primaire du poste éclairage est calculée en fonction de l'éclairement naturel, de la régulation associée et de leurs puissances.

Le tableau ci-dessous reprend les puissances maximales (en pratique, l'installation devra présenter un ratio de puissance inférieur ou égal à celui du tableau), ainsi que le type de régulation à prévoir.

Pièces	Type de local	Puissance totale de l'éclairage	Puissance des auxiliaires	Gestion de l'éclairage	Gradation de l'éclairage
Bureau - usage 16	Bureau standard	4 W/m ²	0,15 W/m ²	Interrupteur manuel marche/arrêt et extinction automatique	Gestion manuelle avec la lumière du jour
Salle de réunion - usage 16	Salle de classe	4 W/m ²	0,15 W/m ²	Interrupteur manuel marche/arrêt et extinction automatique	Gestion manuelle avec la lumière du jour
Circulation ou accueil - usage 16	Circulation ou accueil	2 W/m ²	0,15 W/m ²	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence	Gestion manuelle avec la lumière du jour
Sanitaires collectifs - usage 16	Sanitaires collectifs	4 W/m ²	0,15 W/m ²	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence	Gestion manuelle avec la lumière du jour
Local de service	Circulation ou accueil	4 W/m ²	0,15 W/m ²	Interrupteur manuel marche/arrêt et extinction automatique	Gestion manuelle avec la lumière du jour

Remarques concernant l'éclairage des bâtiments non-résidentiels :

- Des exigences de moyens de la RE 2020 doivent être également respectées (réf : chapitre 4.7 « Exigences de moyen pour les bâtiments à usage autre que habitation »).
- Conformément à l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses et dans le but de réduire les consommations d'énergies, l'éclairage nocturne des publicités lumineuses, pré-enseignes : Inscription, forme ou image indiquant la proximité d'un local ou terrain où s'exerce une activité lumineuses, enseignes lumineuses et des bâtiments non résidentiels (bureaux, commerces, bâtiments agricoles ou industriels, façades, vitrines, ...) est réglementé.
- Les vitrines de magasin ou d'exposition devront être éteintes entre au plus tard à 1 heure du matin ou 1 heure après la cessation de l'activité.

- Elles peuvent être rallumées à partir de 7 heures du matin ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.

4 Synthèse des résultats

Sur base des éléments et des équipements décrits précédemment, la consommation conventionnelle d'énergie, ainsi que la répartition des déperditions thermiques du bâtiment ont été estimées par des méthodes réglementaires. Ces méthodes considèrent une utilisation standardisée du bâtiment (notamment pour les températures de consigne, les occupations du bâtiment et les consommations d'eau chaude sanitaire ECS).

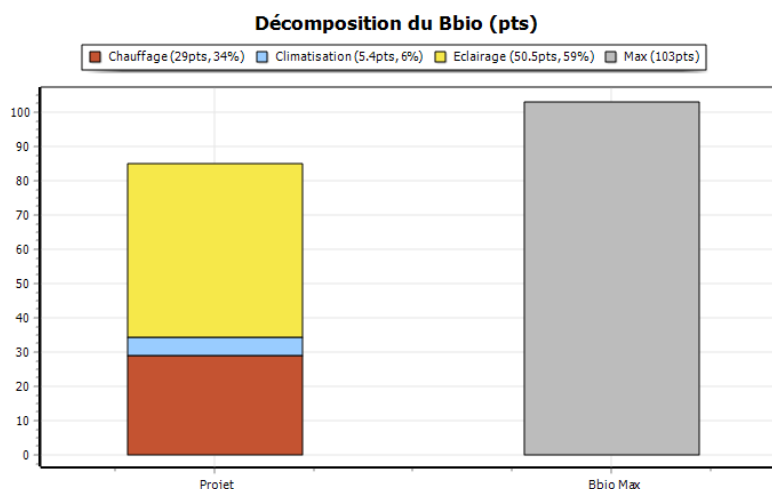
4.1 Exigence de résultat : Bbio

Le besoin bioclimatique conventionnel d'un bâtiment noté Bbio, est la somme pondérée des besoins conventionnels en énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel (pondération respectivement de 2, 2 et 5). Il est sans dimension et exprimé en nombre de points. Le coefficient Bbio est calculé, sur une année, en utilisant des données climatiques conventionnelles pour chaque zone climatique, selon les modalités définies par la méthode de calcul Th-BCE 2020.

$$\text{Besoins bioclimatiques}_{\text{projet}} (\text{points}) = 2 \times \text{Besoins}_{\text{chauffage}} (\text{kWh}) + 2 \times \text{Besoins}_{\text{refroidissement}} (\text{kWh}) + 5 \times \text{Besoins}_{\text{Eclairage}} (\text{kWh})$$

	Projet	Max
Besoins de chauffage	28,8 kWh/m².an	
Besoins de climatisation	5,6 kWh/m².an	
Besoins d'éclairage	52,5 kWh/m².an	
Besoins Bioclimatique	84,8 points	102,9 points

Exigence Bbio_{projet} ≤ Bbio_{max} respectée



4.2 Exigence de résultat : Cep

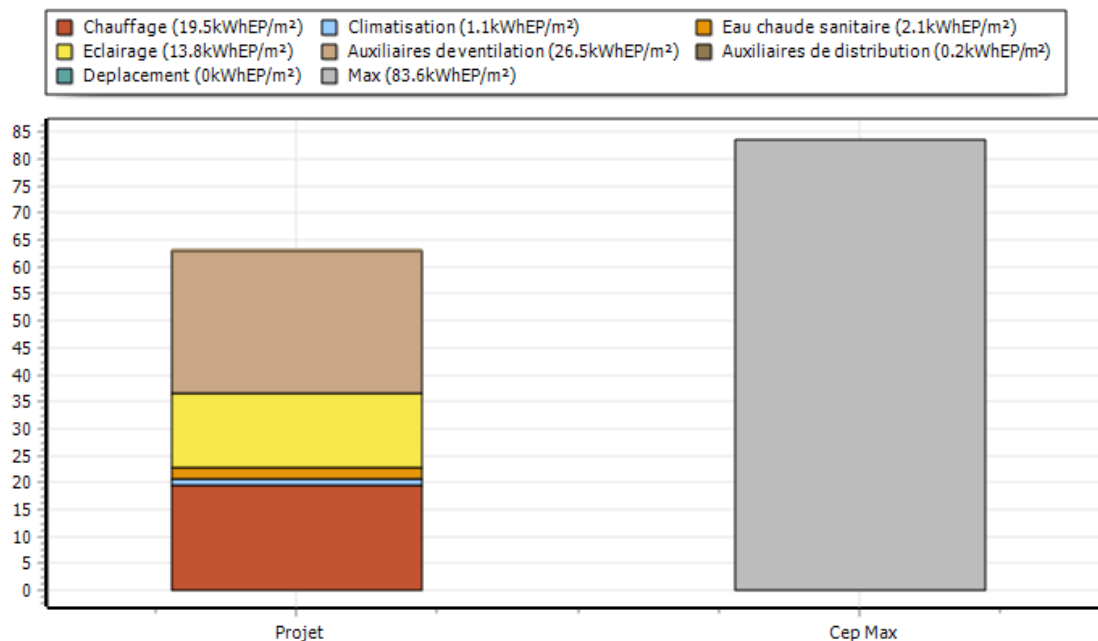
Le Cep représente la consommation conventionnelle d'énergie d'un bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage artificiel des locaux, les auxiliaires de distribution de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire et de ventilation, mobilité interne (ascenseurs, etc...) et déduction faite de l'électricité produite à demeure.

Le coefficient Cep est calculé, sur une année, en utilisant des données climatiques conventionnelles pour chaque zone climatique, selon les modalités définies par la méthode de calcul Th-BCE 2020.

Consommation	Projet	Max
Chauffage	19,55 kWh _{EP} /m ² .an	
Refroidissement / Climatisation	1,15 kWh _{EP} /m ² .an	
Production d'eau chaude sanitaire (ECS)	2,07 kWh _{EP} /m ² .an	
Eclairage artificiel	13,8 kWh _{EP} /m ² .an	
Auxiliaires de ventilation	26,45 kWh _{EP} /m ² .an	
Auxiliaires hydrauliques	0,23 kWh _{EP} /m ² .an	
Mobilité interne	0 kWh _{EP} /m ²	
Consommation énergie primaire avec prise en compte de la part d'énergie renouvelable	63,3 kWh_{EP}/m².an	83,6 kWh_{EP}/m².an

Exigence Cep_{projet} ≤ Cep_{max} respectée

Décomposition du Cep



Les consommations sont estimées « en énergie primaire (EP) », qui est une image de la quantité d'énergie « prélevée dans la nature » pour obtenir l'énergie finale, celle qui est consommée dans le bâtiment. Les coefficients de conversion sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Energie utilisée	Coefficient de transformation de l'énergie finale en énergie primaire pour 1 kWh consommé	Coefficient de transformation de l'énergie finale en énergie primaire non-renouvelable pour 1 kWh consommé
Bois	1	0
Electricité	2,3	2,3
Réseau de chaleur urbain (RCU)	1 – Ratio d'énergie renouvelable ou de récupération de chaleur	1 – Ratio d'énergie renouvelable ou de récupération de chaleur
Réseau urbain de froid (RCU)	1	1
Energie renouvelable captée sur le bâtiment ou sur la parcelle	0	0

Ce qui signifie en particulier pour l'électricité, que pour chaque kWh consommé (et facturé), 2,3 kWh d'énergie primaire (2,3 kWhEP) sont comptabilisés dans le cadre de cette étude. Cela reflète le mode de production de l'électricité, qui requiert « en moyenne » et par convention 2,3 kWh d'une autre énergie (gaz, fioul, uranium, etc... : énergie primaire) pour chaque kWh livré à domicile.

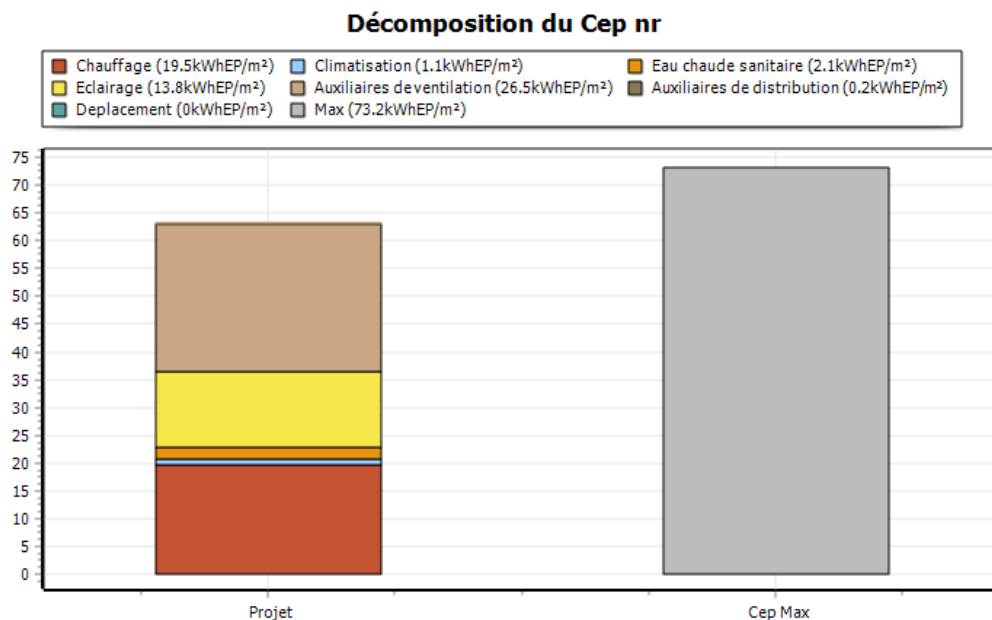
4.3 Exigence de résultat : Cep nr

Le Cep,nr représente la consommation conventionnelle d'énergie d'un bâtiment pour les mêmes usages que le Cep, mais cet indicateur ne prend pas en compte la part d'énergie renouvelable.

Le mode de calcul de l'indicateur Cep,nr est identique à celui du CEP présenté précédemment. Seuls les coefficients de conversion entre énergie primaire et finale changent.

Consommation	Projet	Max
Chauffage	19,55 kWh _{EP} /m ² .an	
Refroidissement / Climatisation	1,15 kWh _{EP} /m ² .an	
Production d'eau chaude sanitaire (ECS)	2,07 kWh _{EP} /m ² .an	
Eclairage artificiel	13,8 kWh _{EP} /m ² .an	
Auxiliaires de ventilation	26,45 kWh _{EP} /m ² .an	
Auxiliaires hydrauliques	0,23 kWh _{EP} /m ² .an	
Mobilité interne	0 kWh _{EP} /m ²	
Consommation énergie primaire sans prendre en compte de la part d'énergie renouvelable	63,3 kWh_{EP}/m².an	73,2 kWh_{EP}/m².an

Exigence Cep nr_{projet} ≤ Cep nr_{max} respectée



Les consommations sont estimées « en énergie primaire (EP) », qui est une image de la quantité d'énergie « prélevée dans la nature » pour obtenir l'énergie finale, celle qui est consommée dans le bâtiment. Les coefficients de conversion sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Energie utilisée	Coefficient de transformation de l'énergie finale en énergie primaire pour 1 kWh consommé	Coefficient de transformation de l'énergie finale en énergie primaire non-renouvelable pour 1 kWh consommé
Bois	1	0
Electricité	2,3	2,3
Réseau de chaleur urbain (RCU)	1 – Ratio d'énergie renouvelable ou de récupération de chaleur	1 – Ratio d'énergie renouvelable ou de récupération de chaleur
Réseau urbain de froid (RCU)	1	1
Energie renouvelable captée sur le bâtiment ou sur la parcelle	0	0

Ce qui signifie en particulier pour l'électricité, que pour chaque kWh consommé (et facturé), 2,3 kWh d'énergie primaire (2,3 kWhEP) sont comptabilisés dans le cadre de cette étude. Cela reflète le mode de production de l'électricité, qui requiert « en moyenne » et par convention 2,3 kWh d'une autre énergie (gaz, fioul, uranium, etc... : énergie primaire) pour chaque kWh livré à domicile.

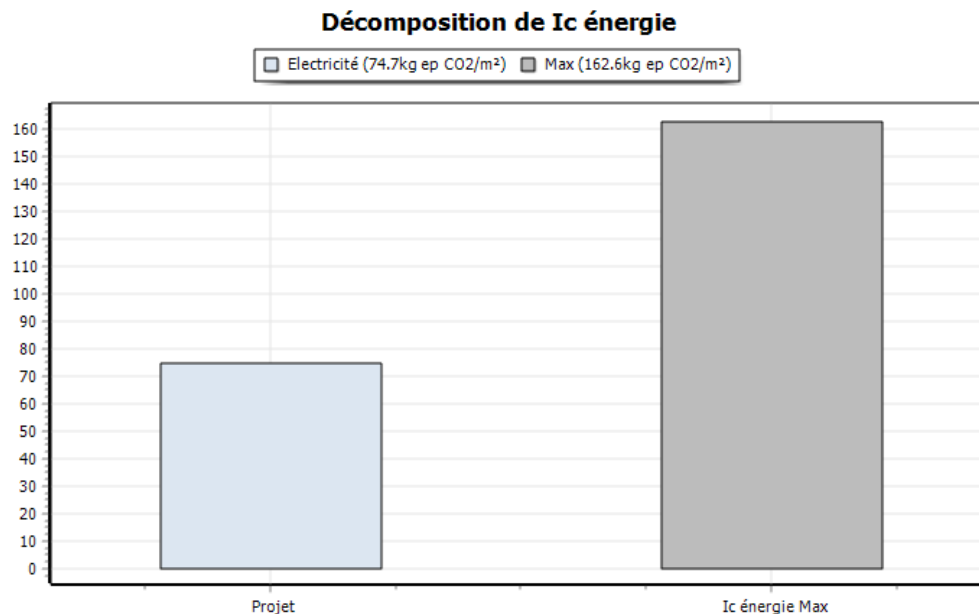
4.4 Exigence de résultats : IC Energie

L'impact sur le changement climatique associé aux consommations d'énergie primaire, traduites par l'indicateur Cep, est défini par un indicateur exprimé en $\text{kg}_{\text{eq}}\text{CO}_2/\text{m}^2$, noté IC énergie.

C'est un indicateur de performance environnementale : Il évalue la contribution des consommations énergétiques au changement climatique sur la période d'étude de référence, à savoir 50 ans

	Projet	Max
IC chauffage	26.55 kg eq. CO2	
IC climatisation	1.27 kg eq. CO2	
IC ECS	2.31 kg eq. CO2	
IC éclairage	15.18 kg eq. CO2	
IC auxiliaires de ventilation	29.1 kg eq. CO2	
IC auxiliaires hydrauliques	0.25 kg eq. CO2	
IC mobilité interne	0 kg eq. CO2	
Indice Carbone Energie	74.67 kg eq. CO2.an	162.61 kg eq. CO2.an

Exigence IC Energie $\text{projet} \leq \text{IC Energie}_{\text{max}}$ respectée



4.5 Exigence de résultats : IC Construction

L'impact sur le changement climatique associé aux composants du bâtiment, évalué sur l'ensemble de son cycle de vie, tenant compte du stockage, pendant la vie du bâtiment de carbone issu de l'atmosphère, est défini par un indicateur exprimé en $\text{kgeqCO}_2/\text{m}^2$.

Pour chacune de ces phases du cycle de vie, la méthode prévoit de prendre en compte la contribution aux impacts environnementaux d'un certain nombre de postes spécifiques nommés "contributeurs".

- Les produits de construction et équipements du bâtiment (composants).
- Les consommations d'énergie du bâtiment en fonctionnement (énergie).
- Les consommations et rejets d'eau (eau).
- Le chantier de construction (chantier).
- Les aménagements et l'usage de la parcelle (parcelle).

Contributeurs et étapes conformes EN 15978 :

Performance environnementale du bâtiment sur son cycle de vie						
		Phase de production (étape 1)	Phase de Construction (étape 2)	Phase d'exploitation (étape 3)	Phase de fin de vie (étape 5)	Bénéfices et charges : valorisation en fin de vie et export d'énergie (étape 5)
Contributions	Composants	✓	✓	✓ Entretien et maintenance	✓	✓
	Énergie			✓		
	Eau			✓		
	Chantier		✓			✓
	Parcelle	✓	✓	✓	✓	✓

	Projet	Max
Impact Carbone Construction	798,9 kg eq. CO2.an	835,7 kg eq. CO2.an

Conforme <i>(sous réserve de non-modification de l'étude)</i>

4.6 Exigence de résultats : Degrés Heures

La prise en compte du confort d'été dans la RE2020 a été profondément modifiée et améliorée par rapport à la RT2012 avec un nouvel indicateur, le nombre de degrés-heures d'inconfort estival. Il est exprimé en °C.h, et noté DH. Il exprime à la fois la durée et l'intensité des périodes d'inconfort dans le bâtiment sur une année, lorsque la température intérieure est supposée engendrer de l'inconfort.

Attention toutefois, cette vérification réglementaire ne remplace pas une évaluation plus fine du confort thermique, effectuée pièce par pièce avec un logiciel de STD par exemple.

Le principe du calcul de l'indicateur est d'effectuer une comparaison horaire de la température opérative du groupe à une température seuil opérative de confort. Pour chaque heure, si la température du groupe est supérieure au seuil en période d'occupation, on incrémente l'écart. La somme de ces écarts sur l'année représente les DH.

	Projet	Max
Groupe non climatisé	166.6 °C.h	900 °C.h
Groupe Climatisé	176,2 °C.h	2200 °C.h

Exigence $DH_{\text{projet}} \leq DH_{\text{max}}$ respectée

4.7 Exigences de moyen pour les bâtiments à usage autre que habitation

La RE2020 exige le respect d'une série d'exigences de moyens résumées dans le tableau ci-dessous.

Articles	Respect des caractéristiques thermiques et exigences de moyens de la RE2020	Conformité à l'article
Etanchéité à l'air		
	La valeur de la perméabilité à l'air Q4Pa-surf Q4Pa-surf est inférieure ou égale à 1.00 m³/h.m² de parois déperditives hors plancher bas. La valeur de perméabilité à l'air du bâtiment est mise par défaut. Aucune justification de la valeur de la perméabilité à l'air Q4Pa-surf n'est nécessaire.	A vérifier par mesure d'infiltrométrie
	La valeur de la perméabilité à l'air Q4Pa-surf Q4Pa-surf est inférieure ou égale à 1.00 m³/h.m² de parois déperditives hors plancher bas. La valeur de perméabilité à l'air du bâtiment est mise par défaut. Aucune justification de la valeur de la perméabilité à l'air Q4Pa-surf n'est nécessaire.	A vérifier par mesure d'infiltrométrie
Enveloppe		
21	Isolation des parois séparant les parties de bâtiments à occupation continue de parties de bâtiment à occupation discontinue, U inférieure ou égale à 0,36 W/(m².K) en valeur moyenne.	Conforme
22-1	Le bâtiment ou partie de bâtiment présente, en conditions hivernales, une température de surface au nu intérieur et au droit du nu intérieur de l'isolant, en tout point de ces surfaces, supérieure à 15°C.	Conforme
22-2.a	Ratio de transmission thermique linéique moyen global, Ratio Psi (Y) des ponts thermiques du bâtiment inférieur ou égal à 0,33 W/(m² S _{Ref} .K). Ratio : 0.21 W/(m².K)	Conforme
22-2.b	Coefficient de transmission thermique linéique moyen Psi 9 (Y9) des liaisons entre les planchers intermédiaires et les murs donnant sur l'extérieur ou un local non chauffé, inférieur ou égal à 0,60 W/(ml.K). Pas de Psi9 saisi	Conforme
Confort d'été		
24	À l'exception des baies des locaux à occupation passagère, les baies ont un facteur solaire inférieur ou égal au facteur solaire défini dans le tableau de l'article 24 de l'arrêté.	Conforme
25	Sauf si les règles d'hygiène ou de sécurité l'interdisent, les baies d'un même local autre qu'à occupation passagère s'ouvrent sur au moins 30 % de leur surface totale. Cette limite est ramenée à 10 % dans le cas des locaux pour lesquels la différence d'altitude entre le point bas de son ouverture la plus basse et le point haut de son ouverture la plus haute est égale ou supérieure à 4 m.	Conforme

Articles	Respect des caractéristiques thermiques et exigences de moyens de la RE2020	Conformité à l'article
Suivi de consommations énergétiques		
28	Les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation sont équipés de systèmes permettant de mesurer ou de calculer la consommation d'énergie selon les dispositions prévues dans l'arrêté, article 28.	Conforme A préciser dans le CCTP
Eclairage naturel et artificiel		
35	Dans les circulations, les parties communes intérieures verticales et horizontales et les parcs de stationnement, toute installation d'éclairage comporte, pour chaque local, un dispositif automatique permettant, lorsque le local ou le parc de stationnement est inoccupé : -soit l'abaissement de l'éclairement au niveau minimum réglementaire ; -soit l'extinction des sources de lumière artificielle, si aucune réglementation n'impose un niveau minimal. De plus, lorsque le local a accès à l'éclairage naturel, il intègre un dispositif permettant une extinction automatique du système d'éclairage dès que l'éclairement naturel est suffisant.	Conforme A préciser dans le CCTP
36	Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, tout local est équipé d'un dispositif d'allumage et d'extinction de l'éclairage manuel, ou automatique en fonction de la présence.	Conforme A préciser dans le CCTP
37	Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, tout local dont la commande de l'éclairage est du ressort de son personnel de gestion, même durant les périodes d'occupation, comporte un dispositif permettant allumage et extinction de l'éclairage. Si ce dispositif n'est pas situé dans le local considéré, il permet de visualiser l'état de l'éclairage dans ce local depuis le lieu de commande.	Conforme A préciser dans le CCTP
38	Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, dans un même local, les points éclairés artificiellement, qui sont placés à moins de 5 m d'une baie, sont commandés séparément des autres points d'éclairage dès que la puissance totale installée dans chacune de ces positions est supérieure à 200 W.	Conforme A préciser dans le CCTP
Ventilation		
20	Dans le cadre de la réalisation de l'attestation du dépôt de PC, il s'agit de vérifier l'engagement à respecter les dispositions de l'article 20 lors de l'achèvement des travaux. Dans les bâtiments et parties de bâtiments à usage d'habitation, afin de s'assurer qu'il fonctionne correctement, tout système de ventilation du bâtiment est vérifié, et ses performances sont mesurées par une personne reconnue compétente par le ministre chargé de la construction, conformément aux dispositions prévues à l'annexe VIII. Il respecte le protocole de vérification des systèmes de ventilation mentionné à la même annexe.	Conforme A préciser dans le CCTP
39	Dans le cas des bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, la ventilation des locaux ou groupes de locaux ayant des occupations ou des usages nettement différents est assurée par des systèmes indépendants.	Conforme A préciser dans le CCTP
40	Dans le cas des bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation équipé de systèmes mécanisés spécifiques de ventilation, tout dispositif de modification manuelle des débits d'air d'un local est temporisé.	Conforme A préciser dans le CCTP

Articles	Respect des caractéristiques thermiques et exigences de moyens de la RE2020	Conformité à l'article
Dispositions diverses concernant les équipements de chauffage et de froid		
26	Tout automatisme engendrant une augmentation des consommations énergétiques : - est conçu et mis en œuvre de manière à ne présenter un déclenchement de l'automatisme que lorsqu'il est nécessaire ; - est soit temporisé, soit programmé de manière à arrêter automatiquement l'augmentation des consommations énergétiques, dès qu'elle n'est plus nécessaire ; - peut être adapté par le futur gestionnaire de bâtiment selon les conditions d'occupation du bâtiment. Les automatismes ne permettent le déclenchement automatique de l'éclairage artificiel dans les logements, les bureaux, les salles de réunion, les salles de classe, les salles polyvalentes, qu'après une action manuelle de l'occupant dans ou à proximité immédiate du local concerné, réalisée moins de 6 heures auparavant.	Conforme A préciser dans le CCTP
29	Une installation de chauffage comporte par local desservi un ou plusieurs dispositifs d'arrêt manuel et de réglage automatique en fonction de la température intérieure de ce local. Toutefois, lorsque le chauffage est assuré par un plancher chauffant à eau chaude fonctionnant à basse température ou par l'air insufflé ou par un appareil indépendant de chauffage à bois, ce dispositif peut être commun à des locaux d'une surface totale maximum de 100 m². Le réglage automatique est programmé de manière à respecter les exigences de l'article R.241-26 du code de l'énergie.	Conforme A préciser dans le CCTP
30	Dans le cas des bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, toute installation de chauffage desservant des locaux à occupation discontinue comporte un dispositif de commande manuelle et de programmation automatique au moins par une horloge permettant : - une fourniture de chaleur selon les quatre allures suivantes : confort, réduit, hors gel et arrêt ; - une commutation automatique entre ces allures. Lors d'une commutation entre deux allures, la puissance de chauffage est nulle ou maximum de façon à minimiser les durées des phases de transition. Un tel dispositif ne peut être commun qu'à des locaux dont les horaires d'occupation sont similaires. Un même dispositif peut desservir au plus une surface de 5 000 m².	Conforme A préciser dans le CCTP
31	Les réseaux collectifs de distribution à eau de chauffage ou de refroidissement sont munis d'un organe d'équilibrage en pied de chaque colonne. Les pompes des installations de chauffage et des installations de refroidissement sont munies de dispositifs permettant leur arrêt.	Conforme A préciser dans le CCTP
32	Une installation de refroidissement comporte, par local desservi, un ou plusieurs dispositifs d'arrêt manuel et de réglage automatique de la fourniture de froid en fonction de la température intérieure. Ou dispositions particulières pour certains systèmes spécifiés dans l'arrêté.	Conforme A préciser dans le CCTP
33	Les portes d'accès à une zone refroidie sont équipées d'un dispositif assurant leur fermeture après passage.	Conforme A préciser dans le CCTP
34	Avant émission finale dans le local, sauf dans le cas où le chauffage est obtenu par récupération sur la production de froid, l'air n'est pas chauffé puis refroidi, ou inversement, par des dispositifs utilisant de l'énergie et destinés par conception au chauffage ou au refroidissement de l'air.	Conforme A préciser dans le CCTP

4.8 Comparaison des variantes

Afin de permettre une approche du projet selon différents systèmes, des variantes ont été réalisées.

Les variantes et leurs résultats sont les suivants :

BA 113 - Description des équipements selon variantes				
Equipement	Système pressenti	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Chauffage	PAC AIR/EAU via radiateurs	Réseau de chaleur militaire gaz via radiateurs	Réseau de chaleur militaire gaz via radiateurs	Chaudière à granulés via radiateurs
Climatisation	DRV via cassettes réversibles	DRV via cassettes réversibles	DRV via cassettes réversibles	DRV via cassettes réversibles
Production d'eau chaude sanitaire	PAC AIR/EAU double service	Réseau de chaleur militaire gaz	Réseau de chaleur militaire gaz	Chaudière à granulés
Ventilation	Centrale double flux	Centrale double flux	Centrale double flux	Centrale double flux
Production d'électricité	Aucune	Aucune	Panneaux photovoltaïque 33 kWc rête	Aucune

BA 113	Système pressenti	Variantes		
		Variante 1	Variante 2	Variante 3
Indicateurs bioclimatique				
Bbio	84.8	86.9	86.9	86.9
Bbio max	102.9	102.9	102.9	102.9
DH (°C.h)	166.7	205.8	205.8	214.9
	176.2	209.3	209.3	218.1
DH max (°C.h)	900	900	900	900
	2200	2200	2200	2200
Bilan ENERGETIQUE				
CEP (kWhEP/m²SU _{RT} .an)	63.3	80.4	61.5	79.1
CEP max (kWhEP/m²SURT.an)	83.6	83.6	83.6	83.6
CEP nr (kWEP/m².an)	63.3	80.4	61.5	42.1
CEP nr max (kWEP/m².an)	73.2	73.2	73.2	73.2
Classe d'énergie	B	B	B	B
Bilan CLIMAT				
Ic énergie (kgCO2/m²)	74.7	397.8	377.3	90.3
Ic énergie max (kgCO2/m²)	162.6	232.3	232.3	162.6
Ic construction (kgCO2/m²)	798.9	-	-	-
Ic construction max (kgCO2/m²)	835.7	-	-	-
Emission de gaz à effet de serre (kgCO2/m²SU _{RT} .an)	1.9	10.1	7.3	2.3
Classe CO2	A	B	B	A
Bilan réglementaire				
Conformité énergétique				
Coformité environnementale (selon pré-ACV)				

La variante développée dans ce document est la variante pressentie incluant une pompe à chaleur air/eau double service.

C'est le système qui se voit le plus favorable du point de vue de l'utilisation du bâtiment et de sa maintenance.

5 Déperditions thermiques

Les déperditions du bâtiment représentent la puissance nécessaire pour maintenir la température de consigne souhaitée par l'utilisateur à l'intérieur du bâtiment par -12 °C extérieur (température définie par la zone climatique).

Elles sont calculées conformément à la norme EN 12831 (température intérieure de 19°C) et donnent une image de la performance thermique du bâtiment : plus la déperdition est faible, meilleur est le bâtiment. Elles servent également à dimensionner le système de chauffage, et incluent alors une surpuissance destinée à compenser l'inertie du bâtiment.

Conditions extérieures de base	
Département	52 - Haute-Marne (H1 b)
Altitude	134 m
Situation	Continental
Température de base extérieure	-12 °C

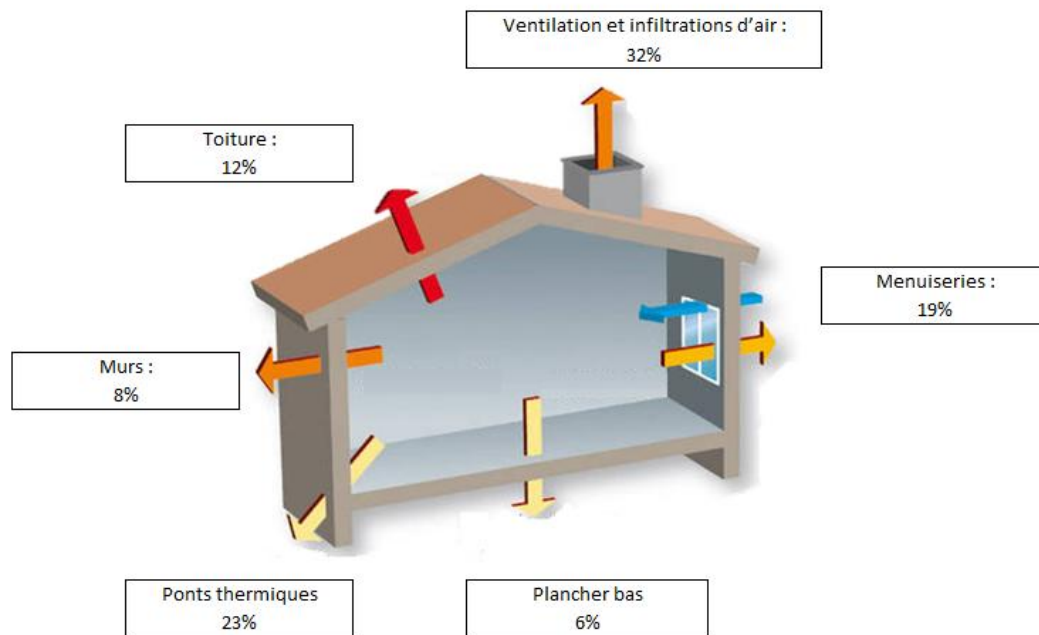
Conditions intérieures de base selon EN12831	
Température de base intérieure	19 °C
Infiltration – n50	3.08 vol / h
Rendement échangeur double flux	82 %

Sur la base des éléments précédents, les déperditions sont décrites dans le tableau ci-dessous :

	Température intérieure de 19°C selon norme EN 12831	Température intérieure de 21 °C
Déperditions thermiques hors surpuissance de relance	15.11 kW	16.21 kW
Temps de relance (Puissance de relance correspondante)	1h (23 W/m²)	1h (23 W/m²)
Déperditions + surpuissance de relance (Puissance minimum du chauffage)	27.17 kW	28.27 kW

Déperditions pièce par pièce (avec puissance de relance) selon EN 12831 (température intérieure 19 °C)	
Stockage	0.38 kW
Cellule Instruction	2.7 kW
Equipe Technique	1.44 kW
Equipe Technique 1	1.25 kW
SAS	0.63 kW
Dégagement 1	2.04 kW
Dégagement 2	1.35 kW
Douches Vestiaires Hommes	1.31 kW
Douches Vestiaires Femmes	0.27 kW
Salle Repos Stagiaires	1.27 kW
Salle Repos Unité	1.7 kW
Secrétariat	0.79 kW
CDT EETIS	1.7 kW
Cellule Informatique	0.79 kW
Local Ménage	0.09 kW
Sanitaires Hommes	0.23 kW
Sanitaires Femmes	0.13 kW
Pièce Informatique	0.73 kW
Zone Réservée	0.27 kW
Sanitaires Femmes 1	0.06 kW
Sanitaires Femmes 2	0.1 kW
Sanitaires Hommes 1	0.14 kW
Douches PMR Femmes	0.07 kW
Douches PMR Hommes	0.17 kW
Douches Vestiaires Femmes 1	0.04 kW
Sanitaires Hommes 2	0.1 kW
Local RDIP	1.23 kW
Salle de cours	3.67 kW
Salle De Cours Informatique	2.9 kW
Serveur	0.48 kW
Puissance de la génération de chauffage	27.17 kW

- Répartition des déperditions thermiques du bâtiment :



6 Glossaire

Termes	Définition
CE1/CE2	Un local est de catégorie CE2 s'il est muni d'un système de refroidissement et si l'une des conditions suivantes est respectée : – simultanément, le local est situé dans une zone à usage d'habitation, ses baies sont exposées au bruit BR2 ou BR3, et le bâtiment est construit en zone climatique H2d ou H3 à une altitude inférieure à 400 m ; – simultanément, le local est situé dans une zone à usage d'enseignement, ses baies sont exposées au bruit BR2 ou BR3, et le bâtiment est construit en zone climatique H2d ou H3 à une altitude inférieure à 400 m ; – le local est situé dans une zone à usage de bureaux, et ses baies sont exposées au bruit BR2 ou BR3 ou ne sont pas ouvrables en application d'autres réglementations ; – le local est situé dans une zone à usage de bureaux et le bâtiment est construit soit en zones climatiques H1c ou H2c à une altitude inférieure à 400 m, soit en zones climatiques H2d ou H3 à une altitude inférieure à 800 m. Les autres locaux sont de catégorie CE1.
Cep	Consommation d'énergie primaire ($\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2.\text{an}$)
CESI	Chauffe-Eau Solaire Individuel
Conductivité thermique (U)	Quantité de chaleur traversant chaque m^2 de paroi pour une différence d'un degré ($^{\circ}\text{C}$ ou K) : plus la conductivité thermique est grande, plus la paroi est déperditive. Elle se calcule en $\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$.
COP	Coefficient de performance d'une pompe à chaleur (PAC). C'est le rapport entre la quantité de chaleur cédée par le condenseur à l'énergie utilisée par le compresseur.
Déperditions thermiques	Représentent les pertes thermiques (Watt) et donc la puissance thermique nécessaire pour chauffer la pièce ou le bâtiment
ECS	Eau Chaude Sanitaire
ECS thermodynamique	Système de production d'eau chaude sanitaire couplé à un système thermodynamique (pompe à chaleur), permettant de récupérer les calories dans l'air d'une pièce chauffée ou non-chauffée ou de l'extérieur pour les transmettre à l'eau du ballon
Energie primaire (ep)	C'est l'énergie qui est extraite de l'environnement pour fournir l'énergie finale, celle qui est facturée aux utilisateurs (après transformation (p.ex. centrales) et acheminement). Voir tableau de conversion page 39.
EnR	Energie renouvelable
Enveloppe thermique	Ensemble des éléments séparant l'intérieur (chauffé et/ou refroidi) d'un bâtiment de l'extérieur et des volumes non chauffés (dalles, plafonds ou toitures, murs, fenêtres, portes).

Termes	Définition
Etiquette énergétique	Permet une classification énergétique sous forme de lettre (de A à G pour le logement individuel et collectif, de A à I pour le tertiaire). Elle permet d'évaluer l'impact de la consommation énergétique qui est indiquée en kWep/m ² par an. Elle est généralement accompagnée d'une étiquette « climat », qui évalue l'impact du bâtiment en termes de rejet de gaz à effet de serre en kg de CO ₂ /m ² par an
Free-cooling	Technique qui consiste, en été, à refroidir un bâtiment par ventilation en utilisant l'énergie gratuite de l'air extérieur lorsque celui-ci présente une température inférieure à la température intérieure (généralement la nuit).
GES	Gaz à Effet de Serre (généralement exprimé en kg CO ₂ /m ² /an)
Inertie thermique	Capacité d'une paroi (ou d'un corps en général) d'absorber la chaleur et de la restituer lentement. Plus l'inertie d'un bâtiment est importante, meilleure est la protection contre la surchauffe d'été.
Infiltrométrie	Test d'étanchéité à l'air à l'aide de ventilateur(s) permettant de créer une surpression ou une dépression dans le bâtiment. Un ordinateur calculera le débit de fuite et la surface de fuite correspondante.
LNC	Local non chauffé
n ₅₀	Taux de renouvellement d'air à 50 Pascals
NF EN 13829	Norme française et européenne décrivant les objectifs, les conditions et les méthodes de mesure de la perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments.
NF EN 12 831	Norme française et européenne décrivant les objectifs, les conditions et les méthodes de calcul des déperditions thermiques
Ouvrant / Dormant	L'ouvrant est la partie d'une menuiserie qui s'ouvre ; le dormant, celle qui reste fixe.
PAC	Pompe à chaleur. Machine thermodynamique permettant d'extraire de la chaleur d'une source froide (air extérieur, sol, nappe phréatique) et de la porter à une température supérieure pour chauffer un local ou un bâtiment. Elles sont généralement réversibles et permettent alors de refroidir le bâtiment.
Panneau photovoltaïque	Appareil permettant de produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire.
Panneau solaire thermique	Appareil permettant de récupérer l'énergie solaire pour chauffer le bâtiment ou l'eau chaude sanitaire.
Perméabilité à l'air sous 4 Pascals	Voir Q ₄ Pa-surf
Q ₄ Pa-surf	Rapport du débit de fuite du bâtiment sous 4 Pascals à la surface de parois froides du bâtiment (murs et toiture). Exigence de la RE2020 pour les maisons individuelles : Q ₄ Pa-surf ≤ 0.6 m ³ /(h.m ²). En RE2020, sa mesure par un opérateur autorisé (voir site https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/) est obligatoire à la réception d'un bâtiment de logement.
Résistance thermique (R)	C'est la résistance qu'une épaisseur de matériau oppose au passage de la chaleur. Elle est égale à l'inverse de la conductivité

Termes	Définition
	thermique U ($R = 1/U$) et est exprimée en m^2K/W .
SHAB	Surface habitable (en m^2)
S_{RT}	Correspondant anciennement à la $SHON_{RT}$ Surface Hors Œuvre Nette au sens de la réglementation thermique (en m^2)
SSC	Système Solaire Combiné : fournit (une partie) des besoins thermiques pour l'eau chaude sanitaire <i>et le chauffage</i> du bâtiment à partir de l'énergie solaire (thermique).
U_{bat}	Coefficient moyen de déperdition par les parois et les baies du bâtiment ($W/m^2.K$)
U_d	Conductivité globale d'une porte ($W/m^2.K$)
U_f	Coefficient thermique du châssis de la fenêtre ($W/m^2.K$)
U_g	Coefficient thermique du vitrage ($W/m^2.K$)
U_w	Coefficient de transmission thermique de l'ensemble d'une fenêtre ($W/m^2.K$)
VMC DF	Ventilation Mécanique Contrôlée Double Flux
VMC SF	Ventilation Mécanique Contrôlée Simple Flux
Volume chauffé	C'est le volume intérieur chauffé d'une enveloppe bâtie hors sous-sol, combles non aménagés, garage, vérandas, annexes, etc...
W-Th-C	Puissance moyenne consommée pondérée, calculée en mesurant la consommation du ventilateur pendant 22h en petite vitesse et 2h en grande en vitesse pour un système de ventilation. Cette consommation journalière est alors ramenée à une consommation horaire.
λ (lambda)	Coefficient de conductivité thermique d'un matériau. Son unité est le $W/m.K$. Il indique le flux de chaleur qui traverse $1m^2$ d'une épaisseur de 1m de matériau pour une différence de température de 1 degré. Plus le coefficient est faible, plus le matériau est isolant (un matériau est considéré comme isolant si $\lambda \leq 0.060 W/m.K$).