



Schéma Directeur Décret Tertiaire

*Rapport SDDT
n° 2021-015-851*

CAF DE LA MANCHE

SIEGE SOCIAL AVRANCHES

63 Boulevard Amiral Gauchet
50 306 AVRANCHES CEDEX

Date de rédaction – 11 janvier 2022

Chef de projet – Stéphanie CROIZER

Ingénieur thermicien – Tommy CAUMONT

Version - 1,1



Contact

ACCEO Rouen

12, Rue Pierre Gilles de GENNES
76 000 Mont Saint Aignan
02 34 09 02 10

Rejoignez-nous sur www.acceo.eu, et créez votre espace membre

Sommaire

I.	PREAMBULE	5
1.	Présentation du projet	5
2.	Présentation du contexte et objectifs	6
3.	Présentation de la réglementation	7
II.	EXAMEN DE L'EXISTANT	10
1.	Description générale	10
1.1.	État des lieux	10
1.2.	Environnement du site	13
1.3.	Données climatiques du site	13
1.4.	Analyse contraintes Urbanistiques et Architecturales	14
2.	Description du bâtiment	15
2.1.	Les parois opaques	15
2.2.	Les menuiseries	19
2.3.	Les protections solaires extérieures	22
3.	Description des installations climatiques	23
3.1.	Gestion technique du bâtiment	23
3.2.	Contrat d'exploitation CVC	24
3.3.	Chauffage, refroidissement et ventilation	24
3.4.	Bilan	37
4.	Générateurs d'eau chaude sanitaire	38
4.1.	La distribution hydraulique d'eau chaude sanitaire	40
5.	Description des équipements	42
5.1.	Éclairage	42
5.2.	Descriptions des équipements spécifiques	44
5.3.	Ascenseur(s)	45
5.4.	Bornes de recharges de véhicules électriques	45
III.	ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DU SITE	46
1.	Consommations énergétiques	46
IV.	MODELISATION ET SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE	48
1.	Méthodologie	48
2.	Modélisation 3D et zonage	49
3.	Hypothèses de simulation	52
3.1.	Consigne de température	52
3.2.	Renouvellement de l'air	53
3.3.	Taux d'occupation	53
3.4.	Puissances dissipées	55
V.	RESULTATS DE SIMULATIONS	57
1.	Appels de puissance de chauffage et de refroidissement	57
2.	Consommations d'énergie climatiques nettes	58
3.	Répartition des déperditions énergétiques	59
4.	Apports thermiques, solaires et internes	60
5.	Répartition des consommations énergétiques du site	61
6.	Bilan des flux énergétiques et financiers	62
VI.	ANALYSE DE LA SITUATION	63
1.	Comparaison de la consommation énergétique réelle à la STD	63
2.	Analyse du dimensionnement de la génération de chaleur	63
3.	Synthèse des consommations énergétiques par poste	64

VII. DETERMINATION DES OBJECTIFS REGLEMENTAIRES DE REDUCTION DE CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	65
1. Identification de l'année de référence optimale et de la consommation de référence « Créf » du site	66
2. Identification des indicateurs d'intensité d'usage et établissement des objectifs « Cabs réf » et Cabs modulé » du site	69
3. Détermination de la consommation de référence modulée du site « Cref modulé » et des objectifs de consommation en valeur relative modulés « Crelat modulé »	72
4. Récapitulatif des objectifs de réduction des consommations énergétiques des établissements du site	73
VIII. ACTIONS D'AMELIORATIONS	74
1. Précision sur les calculs des actions d'amélioration	74
2. Actions d'améliorations sur le bâti	77
3. Préconisations d'améliorations sur les équipements énergétiques	88
4. Actions d'amélioration sur les dispositifs de gestion et d'exploitation des systèmes et équipements énergétiques	92
IX. SYNTHESE DES ACTIONS D'AMELIORATION	94
X. PLANS D'ACTIONS D'AMELIORATIONS PLURIANNUELS ET MODULATIONS DES OBJECTIFS	96
1. Détermination des objectifs de gains énergétiques modulés IU, CT et DC	98
2. Plan d'actions Plan QuickWins/Cabs	99
2.1. Détails du plan d'actions à l'échelle du site	99
2.2. Détails du plan d'actions à l'échelle de chaque établissement	100
3. Plan d'actions Plan Optimal ACCEO	101
3.1. Détails du plan d'actions à l'échelle du site	101
3.2. Détails du plan d'actions à l'échelle de chaque établissement	102
4. Plan d'actions Plan Performance Maximale	103
4.1. Détails du plan d'actions à l'échelle du site	103
4.2. Détails du plan d'actions à l'échelle de chaque établissement	104
5. Récapitulatif des différents plans d'actions pour chaque établissement	105
XI. CONCLUSION	107
1. Bilan initial	107
2. Travaux conseillés	108
2.1. Conclusion	108
XII. ABREVIATIONS ET DEFINITIONS	109

I. PREAMBULE

1. Présentation du projet

IDENTIFICATION DU SITE

Nom du site	SIEGE SOCIAL AVRANCHES	Code postal	50 306
Adresse	63 Boulevard Amiral Gauchet	Ville	AVRANCHES CEDEX
Nombre de bâtiment(s)	2		
Coordonnées GPS	Latitude	48,7	Hauteur au-dessus du niveau de la mer (m) 104
	Longitude	-1,4	
Contact sur site	Nom	RENARD	Prénom Hervé
	Téléphone	02 33 68 65 15	Fonction Direction du patrimoine
	Email	herve.renard@caf.fr	

IDENTIFICATION MAITRE D'OUVRAGE

Nom	CAF de la Manche		
Type de propriété	Monopropriétaire		
Adresse	63 Boulevard Amiral Gauchet		
Code postal	50 306	Ville	AVRANCHES CEDEX
Contact	Nom	RENARD	Prénom Hervé
	Téléphone	02 33 68 65 15	Fonction Direction du patrimoine
	Email	herve.renard@caf.fr	

INFORMATIONS OBTENUES A L'ECHELLE DU SITE

Plans	Plan de niveaux	●	Plan de coupe		Plan circuits hydrauliques	
Consommations énergétiques sur les 3 dernières années	Factures gaz	●	Factures fioul		Factures électriques	●
	Factures réseau urbain					
Documents	Dossier d'ouvrage exécuté (DOE)	●	Règlement de copropriété			
	Copie du contrat d'exploitation	●	Rapport annuel d'exploitation			
	Obtention des fichiers points 10min Enedis					

ETABLISSEMENTS ASSUJETTIS ET INFORMATIONS OBTENUES

CAF de la Manche	Catégorie d'activité	Bureaux	Surface (m²)	4 896	Consommations énergétiques	●	Fichiers points 10min Enedis	
-------------------------	-----------------------------	---------	---------------------	-------	-----------------------------------	---	-------------------------------------	--

2. Présentation du contexte et objectifs

La CAF de la Manche a souhaité réaliser un Schéma Directeur Décret Tertiaire pour améliorer les performances énergétiques du bâtiment « SIEGE SOCIAL AVRANCHES », atteindre les objectifs de réduction des consommations énergétiques des bâtiments tertiaires de plus 1000 m², améliorer le confort des usagers et diminuer les charges d'exploitation.

Le Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 et l'Arrêté « Méthode » du 10 avril 2020 relatifs aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire s'inscrivent dans le cadre du Grenelle II et de l'article 175 de la loi ELAN qui impose une réduction des consommations d'énergie aux bâtiments tertiaires de 40% d'ici 2030 et jusqu'à 60% avant 2050. Ils formalisent, explicitent et détaillent ces objectifs.

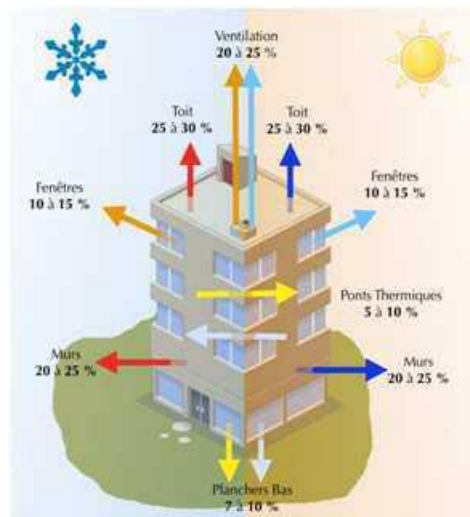
Nous précisons que cette étude, dont les résultats sont présentés dans ce rapport, est conforme et répond en tous points :

- Aux exigences générales et particulières de méthode et de qualité (préparation, réalisation et restitution) définies par les normes NF EN 16247-1 et NF EN 16247-2 (bâtiments).
- À l'ensemble des dispositions réglementaires de la Loi ELAN du 23 novembre 2018, du « Décret Tertiaire » n° 2019-771 du 23 juillet 2019 et de l'Arrêté « Méthode » du 10 avril 2020.

Cette étude doit permettre à la société d'identifier la meilleure stratégie de rénovation à partir d'un programme d'actions pertinent pour respecter les objectifs de réductions de consommations énergétiques décennaux réglementaires.

Nos objectifs pour cette étude sont :

- Apporter au maître d'ouvrage un outil d'aide à la décision,
- Présenter un bilan des postes de consommation d'énergie (thermique de l'enveloppe du bâtiment étudié, chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire, installations électriques, serveurs, bureautiques, meubles froids, ventilation, éclairage, ascenseurs, ...).
- Utiliser des outils de simulation performants permettant de prédire le comportement thermique du bâtiment,
- Proposer des solutions d'amélioration sur l'enveloppe et les équipements afin d'optimiser la dépense énergétique et financière du projet,
- Proposer des solutions chiffrées permettant de bâtir des scénarios de Travaux d'Economies d'Energie pertinents afin d'atteindre les objectifs fixés par la réglementation



3. Présentation de la réglementation

Le Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 et l'Arrêté « Méthode » du 10 avril 2020 relatifs aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire s'inscrivent dans le cadre du Grenelle II et de l'article 175 de la loi ELAN qui impose une réduction des consommations d'énergie aux bâtiments tertiaires de 40% d'ici 2030 et jusqu'à 60% avant 2050. Ils formalisent, explicitent et détaillent ces objectifs.

► Les bâtiments concernés

Sont concernés les bâtiments, parties de bâtiments ou ensembles de bâtiments hébergeant des activités tertiaires du secteur public et du secteur privé, et qui sont en service à la date de publication de la loi ELAN du 23 novembre 2018 :



Local tertiaire situé dans un bâtiment mixte dont la surface est $\geq 1000 \text{ m}^2$



Bâtiment tertiaire d'une surface $\geq 1000 \text{ m}^2$



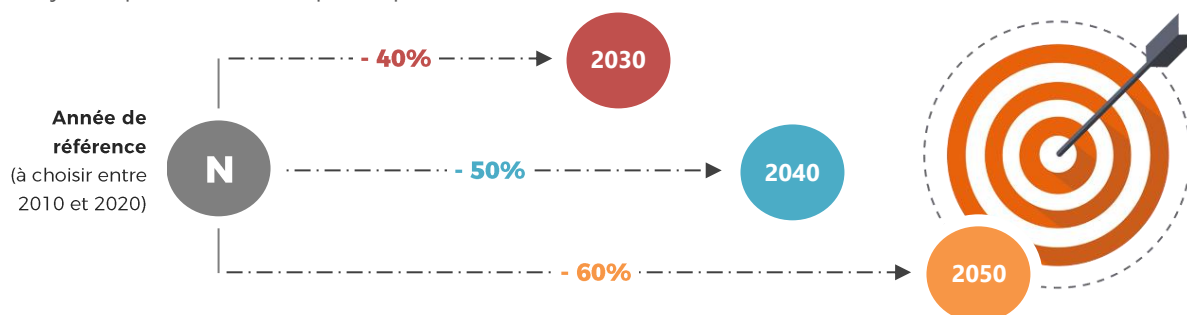
Bâtiments tertiaires $< 1000 \text{ m}^2$ situés sur une même unité foncière ou sur un même site dont le cumul des surfaces est $\geq 1000 \text{ m}^2$

Sont exemptés les constructions provisoires, les lieux de cultes et les bâtiments de l'armée.

► Les objectifs à atteindre

Les objectifs à atteindre sont échelonnés et correspondent à une réduction des consommations d'énergie finale par rapport à une année de référence (comprise entre 2010 et 2020) avec prise en compte des variations climatiques et des indicateurs d'intensité d'usages :

Ces objectifs peuvent être remplacés par l'atteinte d'un seuil de consommation en valeur absolue (Cabs en



kWh/m²) défini en fonction d'un indicateur d'intensité et d'une catégorie d'activité. Ces seuils seront particulièrement utiles pour les bâtiments les plus récents (post-2012) et/ou les plus économes en énergie pour lesquels ils devraient permettre d'atteindre l'objectif avec une faible réduction des consommations. Ces seuils seront fixés dans un arrêté à paraître.

Chaque établissement au sein des bâtiments concernés est assujéti en son nom propre et doit atteindre ses objectifs de gains, qu'il soit locataire ou propriétaire.

► Modulation & ajustement des objectifs

Les objectifs définis précédemment peuvent être modulés suivant :

1. La modification et/ou la variation des paramètres qui caractérisent une activité du bâtiment au cours de chaque décennie. Il s'agit des Indicateurs d'Intensité d'Usage (appelés IIU) et sont de deux types, la densité spatiale et la densité temporelle.
2. Les contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales rencontrées (appelées CT) : Risque de pathologie du bâti ; modifications importantes de l'aspect des parties extérieures (monuments historiques et sites classés) ; règles d'urbanisme, servitudes et emprises foncières.
3. La disproportion manifeste entre les coûts des actions d'amélioration (appelée DC). Elle peut être invoquée, pour chaque levier d'actions d'amélioration, lorsque le temps estimé de retour brut sur investissement du coût global d'un des leviers d'actions d'amélioration de la performance énergétique, déduction faite des aides financières perceptibles, est supérieur à :
 - a. **30 ans** pour les actions de rénovations relatives à l'amélioration de **l'enveloppe** ;
 - b. **15 ans** pour les travaux de renouvellement des **équipements énergétiques** ;
 - c. **6 ans** pour la mise en place de **système d'optimisation et d'exploitation** des systèmes et équipements, visant la gestion, la régulation, et l'optimisation en exploitation des équipements énergétiques.

Les objectifs pourront donc être ajustés à l'état initial mais également en cours de période suivant l'évolution des usages réels du bâtiment.

Pour cela, **un dossier technique devra être réalisé par une entreprise qualifiée et versé sur la plateforme OPERAT** de suivi dédié à la mise en œuvre de la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires. Le contenu du dossier technique et les modalités de son établissement sont définis par l'arrêté « méthode » du 10 avril 2020.

► Suivi de la mise en œuvre du Décret Tertiaire

Le suivi de la mise en œuvre de la réglementation sur la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires sera réalisé sur une plateforme numérique baptisée OPERAT.

C'est sur cette plateforme chaque assujetti devra transmettre ses éléments :

- Consommations d'énergie et données de l'année de référence (*avant le 30/09/2022*),
- Activités et surfaces des bâtiments (*avant le 30/09/2021*),
- Dossier technique pour justifier les modulations (*avant le 30/09/2026*),
- Consommations annuelles (*avant le 30/09 de chaque année*).

La vérification de tous les éléments et de l'atteinte des objectifs sera réalisée par l'ADEME, gestionnaire de la plateforme mandatée par l'Etat.

A D E M E



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

► Leviers d'actions pour réduire les consommations

Les leviers d'actions prévus pour réduire les consommations sont :

- La performance énergétique des bâtiments (isolation, menuiseries, panneaux solaires, ...),
- L'utilisation d'équipements performants et l'installation de dispositifs de contrôle et de gestion active d'équipements,
- Les modalités d'exploitation des équipements,
- L'aménagement des locaux,
- Le comportement des occupants.

Ce sont ces éléments qui seront notamment pris en compte pour justifier d'une éventuelle modulation.

► Les sanctions prévues

Afin que les objectifs soient atteints, la Loi ELAN, le Décret et l'Arrêté Tertiaire prévoient des sanctions financières, mais également un dispositif de « Name & Shame » qui va impacter la valorisation des actifs d'une entreprise.

Si non-réalisation des objectifs de réductions (-40%, -50%, -60%) :

- **Dépôt à l'autorité administrative en 2030 d'un programme d'actions que l'assujetti s'engage à mettre en œuvre avec échéancier prévisionnel et plan de financement pour atteindre les objectifs de réductions,**
- **7 500€ / établissement assujetti (propriétaires et locataires) si non-transmission dans les 6 mois d'un programme d'actions à mettre en œuvre,**
- **« Name & Shame » : publication sur un site internet étatique des noms des assujettis n'ayant pas atteint leur objectif.**

► **Les enjeux de cette réglementation**

- **Enjeux financiers** : augmentation inéluctable du prix de l'énergie
- **Enjeux sur l'image de l'entreprise** : « Name & Shame »
- **Enjeux sur la valorisation patrimoniale de l'actif** : affichage de l'Attestation annuelle de performance énergétique dans l'immeuble & annexée aux baux, compromis de vente et actes de vente

II. EXAMEN DE L'EXISTANT

1. Description générale

1.1. État des lieux

Le site de la CAF d'Avranches abrite des bureaux, des salles de réunions, une cuisine, un accueil pour le public, un foyer pour le comité d'entreprise, un local reprographie et des locaux techniques.

Le site est structuré en 2 bâtiments principaux ; le bâtiment A et le bâtiment B qui sont constitués respectivement de 6 et de 4 niveaux. Chaque bâtiment possède des combles, pour le bâtiment A une partie des combles est aménagée. Les deux bâtiments sont reliés entre eux par une passerelle. L'accueil du public se fait dans une extension du bâtiment A.

Le chauffage du site est assuré par une chaufferie située dans les combles du bâtiment B, cette dernière alimente une sous-station située dans les combles du bâtiment A. La chaufferie permet d'alimenter en chauffage le bâtiment B et le bâtiment A par le biais de la sous-station.

Des radiateurs à eau chaude ainsi que des panneaux rayonnants sont reliés à la chaufferie pour le bâtiment B et à la sous-station pour le bâtiment A, ils permettent de chauffer la totalité du site. Les radiateurs permettent de chauffer les sanitaires de chaque bâtiment et les panneaux rayonnants permettent de chauffer les autres locaux du site.

La salle serveur principale située au niveau 0 du bâtiment A et le coffre informatique situé au niveau 2 du bâtiment B sont climatisés par un groupe froid. Les bureaux B208 et A220 sont chauffés et refroidis, le chauffage est assuré par la chaufferie et le refroidissement est assuré par deux pompes à chaleur individuelles.

Le renouvellement d'air des sanitaires s'effectue grâce à deux VMC, une pour chaque bâtiment. Pour les autres locaux, le renouvellement d'air s'effectue par des CTA double flux équipées de batterie chaude, elles-mêmes reliées à la chaufferie pour les deux CTA du bâtiment B et à la sous station pour la CTA du bâtiment A.



Bâtiment « Siège Social Avranches »

BATIMENT « SIEGE SOCIAL AVRANCHES »

Années de livraison	Bâtiment A : années 1950 Bâtiment B : années 1990	Nombre d'établissement	1
Surface de plancher ¹ (m²)	4 896	Surface SDDT² (m²)	5 400
Surface chauffée (m²)	3 731	Surface refroidie (m²)	69
Surface non chauffée et non refroidie (m²)	1 575	Surface chauffée et refroidie (m²)	25
Volume chauffé et/ou refroidi estimé (m³)	12 748	Type de toiture(s)	Terrasse et pentue

1. La surface de plancher (SDP) (ou la surface utilise brute (SUB)) est la surface de référence utilisée pour définir l'assujettissement du bâtiment au décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019.

2. La surface d'étude SDDT inclut les surfaces de tous les locaux où une consommation énergétique est relevée (chauffage, refroidissement, éclairage équipements, etc.).

TPOLOGIE ET SURFACE DES LOCAUX DU BATIMENT « SIEGE SOCIAL AVRANCHES »

Nom de l'établissement	Type de local	Surface (m²)
CAF de la Manche	Locaux techniques et locaux de stockage	410
	Combles A	281
	Combles B	617
	Chaufferie B	20
	Sous-Station A	145
	Bureaux Ouest A	297
	Bureaux Est A	692
	Espace commun A	397
	Salle de réunion combles A	56
	Passerelle	52
	Salle serveur A	59
	Salle groupe froid A	7
	Sanitaires A	70
	Salle de réunion A	95
	Sanitaires CAF	6
	Bureaux CAF	48
	Accueil CAF	86
	Cuisine B	45
	Salles B	250
	Garage B	94

	Espace commun B	296
	Salle serveur B	10
	Sanitaires B	57
	Bureaux Sud B	512
	Reprographie B	171
	Bureaux Nord B	349
	Salle de réunion B	253
	Bureau A201	13
	Bureau B208	12
Total		5 400

1.2. Environnement du site

L'environnement du site est de type urbain diffus.

L'analyse des masques solaires du site a montré que les bâtiments voisins ainsi que les grands arbres présents sur le site peuvent projeter leur ombre sur les locaux à certaines heures et périodes de l'année.



Vue satellite avec visualisation du site et de ses masques solaires

1.3. Données climatiques du site

Les données météorologiques du site considéré sont celles de la station météorologique de Rennes.

Les données correspondant à une moyenne mensuelle réalisée sur les 20 dernières années de températures extérieures, de l'irradiation solaire du lieu sont présentées dans le tableau ci-dessous.

DONNEES METEOROLOGIQUES

Station de Rennes	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Températures extérieures moyennes (°C)	6,3	6,6	8,7	10,9	14,6	17,7	19	19	16,3	13,3	9,3	6,1
Irradiation solaire sur le plan horizontal (kWh/m ² ,jour)	0,97	1,5	3,1	4,4	5,5	5,7	5,8	4,5	3,1	2,2	1,2	0,75

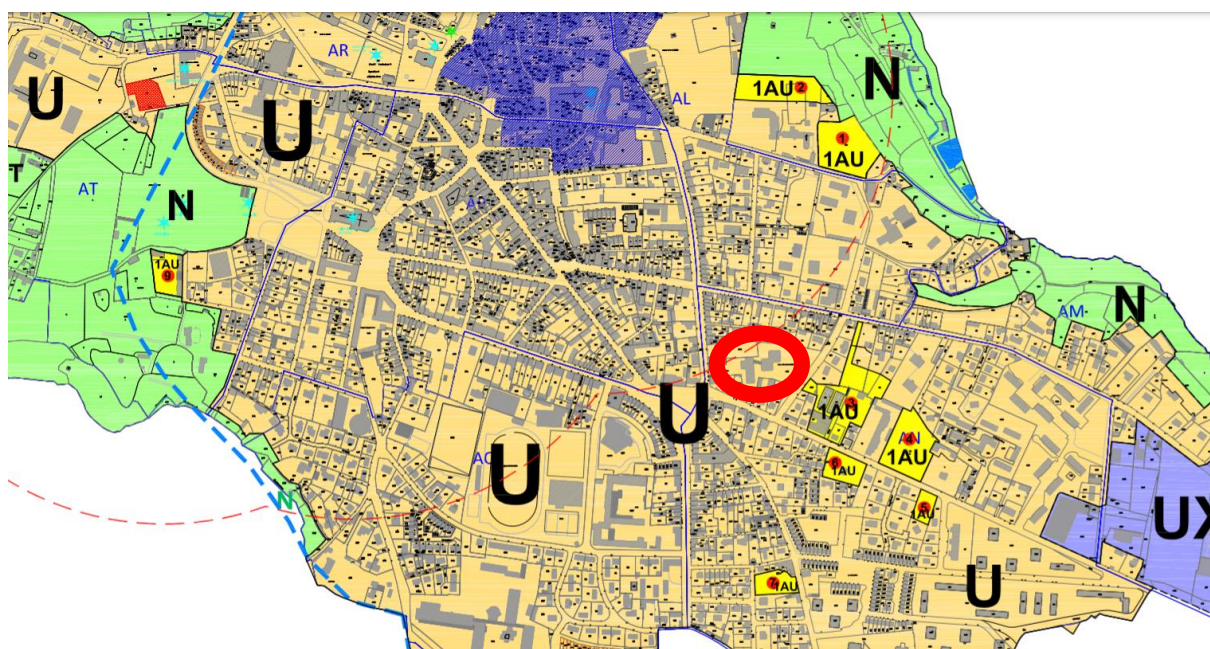
Ces données météorologiques sont présentées à titre indicatif afin de sensibiliser le lecteur aux ordres de grandeur liés à ces données. En effet, ces résultats proviennent des données horaires utilisées par la suite pour la réalisation de calculs thermiques dynamiques, de calcul de productivité solaire (s'il y a lieu de le faire) ou d'apports solaires.

1.4. Analyse contraintes Urbanistiques et Architecturales

Le Plan local d'Urbanisme est un document élaboré pour une commune, une ville ou une communauté urbaine. Il décrit le territoire de la commune en 5 zones distinctes :

- Zones urbaines (U) ;
- Zone urbaine d'activités (UX) ;
- Zone à urbaniser (1AU)
- Zones naturelles (N et NT) ;
- Zone naturelle littoral (NL).

Le siège social de la CAF d'Avranches se situe dans la zone U.



Plan délimitant les différentes zones

La localisation du site est indiquée par le cercle rouge sur le plan ci-dessus.

Selon l'article U 15 de la zone U, « L'approvisionnement en énergie des constructions nouvelles ou à l'occasion de changement de destination ou de réhabilitation des existantes, devra privilégier les énergies renouvelables, les productions combinées de chaleur et d'énergie, les systèmes de chauffage ou de refroidissement urbain ou collectif s'ils existent... ».

Le plan local d'urbanisme recommande la mise en place d'énergie renouvelable.

2. Description du bâtiment

Pour chacune des descriptions réalisées, ACCEO donne un avis sur l'état des postes audités via la grille de lecture suivante :

LEGENDE

	Sans objet	▲	Moyen
■	Mauvais	●	Bon

2.1. Les parois opaques

FAÇADES DU BATIMENT « SIEGE SOCIAL AVRANCHES »

Façades	Orientation	Surface (m ²)	Résistance thermique R parois (m ² .K/W)	Complexe isolant	Nature de l'élément principal	Etat		Photo
						Fonctionnel	Energétique	
Façade bâtiment B	0/90/180 /270	867	2,38	Laine de verre (8 cm)	Pierres + Béton	●	●	
Façade bâtiment A	0/90/180 /270	1 070	3,7	Laine de verre (13 cm)	Pierres + Béton	●	●	
Façade extension CAF	0/180/270	98	5,56	Laine de verre (21cm)	Béton + Armature métallique	●	●	
Façade Passerelle	0/270	56	6,10	ISOFACADE 32R (14 cm) + PANOLENE (7cm)	Armature métallique	●	●	
TOTAL		2 091						

TOITURE(S) DU BATIMENT « SIEGE SOCIAL AVRANCHES »

Toiture(s)	Type de toiture	Surface (m ²)	Résistance thermique R parois (m ² .K/W)	Complexe isolant	Nature de l'élément principal	Etat		Photo
						Fonctionnel	Energétique	
Plancher haut du bâtiment B (sous les combles)	/	568	3,15	Polystyrène expansé (11 cm)	Dalles pleines en béton	●	●	
Plancher haut du bâtiment A (sous les combles)	/	430	1,35	Polystyrène expansé (3 cm) + Fibre de bois (2 cm)	Dalles pleines en béton	●	▲	
Toiture extension CAF	Terrasse	122	0,19	Aucun	Dalles pleines en béton	●	■	
Toiture Passerelle	Terrasse	51	3,23	Panneaux isolant Rockacier B NU (12 cm)	Bac acier plein type PML 36 SE	●	●	
TOTAL		1 171						

Dans cette situation, ce qui nous intéresse, c'est l'enveloppe thermique, c'est pour ça que la prise en compte des planchers hauts des bâtiments A et B est plus importante que de définir la toiture pentue correspondante.

PLANCHER(S) BAS DU BATIMENT « SIEGE SOCIAL AVRANCHES »

Type de paroi	Hauteur sous dalle (m)	Surface (m²)	Résistance thermique R parois (m².K/W)	Complexe isolant	Nature de l'élément principal	Etat		Photo
						Fonctionnel	Energétique	
Plancher Bas sur terre-plein Bâtiment B	/	599	0,38	Aucun	Dalles pleines en béton	●	■	/
Plancher Bas sur vide sanitaire Bâtiment A et Passerelle	1	530	0,36	Aucun	Dalles pleines en béton	●	■	
Plancher Bas sur terre-plein accueil CAF	/	127	0,31	Aucun	Dalles pleines en béton	●	■	/
Plancher Bas sur espace tampon (garage bâtiment B)	2,83	89 (garage)	1,00	Fibrastyrène (8 cm) pour le garage	Dalles pleines en béton	●	●	
Plancher Bas sur espace tampon (archives bâtiment B)		85 (archives)	0,54	Fibre de bois (1 cm) pour les archives bâtiment B	Dalles pleines en béton	●	▲	
TOTAL		1 430						

Murs

Les murs des façades et des pignons du bâtiment A sont constitués de pierres de 15 cm d'épaisseur et de béton de 25 cm d'épaisseur avec une isolation thermique intérieure supposée en laine de verre de 13 cm.

Les murs des façades du bâtiment B sont constitués pour certains de pierres de 15 cm d'épaisseur sur du béton de 25 cm d'épaisseur avec une isolation thermique intérieure supposée de 8 cm. Pour d'autres, ils sont constitués de béton de 20 cm d'épaisseur avec de l'enduit extérieur et une isolation thermique intérieure supposée de 8 cm d'épaisseur. Les pignons du bâtiment B sont également constitués de béton d'une épaisseur de 20 cm mais présentent une isolation extérieure supposée de panneaux de polystyrène de 6 cm d'épaisseur protégés par un revêtement de protection.

Pignon composé de 20 cm de béton + isolation extérieure en polystyrène de 6 cm protégé par un revêtement de protection

Façade composée de 15 cm de pierre sur 20 cm de béton + isolation intérieure en laine de verre de 8 cm



Façade, protégée par un revêtement, qui est composée de 20 cm de béton + isolation intérieure en laine de verre de 8 cm

Les murs des façades de la passerelle sont constitués, d'après les DOE reçus, de plateaux de bardage en acier remplis de laine de verre spécifique à l'isolation de parois métalliques (PANOLENE Bardage) de 7 cm d'épaisseur, puis d'une deuxième couche de laine de verre haute performance (ISOFACADE 32R) d'une épaisseur de 14 cm, le tout protégé par un bardage intérieur en tôle métallique.

Les murs des façades de l'accueil de la CAF sont constitués d'un revêtement en acier qui sert à protéger l'isolant extérieur supposé en laine de verre de 21 cm qui est installé sur des parois béton de 25 cm d'épaisseur.

Planchers bas :

Les planchers bas du bâtiment B ainsi que celui de l'accueil de la CAF donnent sur un terre-plein et sont supposés non isolés. Excepté pour deux plancher bas qui donnent sur des espaces tampons, le premier est le plancher qui donne sur les archives du bâtiment B, qui est isolé avec 1 cm de fibre de bois et le plancher qui donne sur le garage, qui est isolé avec 8 cm de fibrastyrène.

Les planchers bas de la passerelle et bâtiment A sont supposés donner sur un vide sanitaire de plus de 1 m de hauteur, ils sont en béton et ne sont pas isolés. Le plancher du vide sanitaire qui est supposé s'étendre sous le bâtiment A et la passerelle est isolé avec du polystyrène d'une épaisseur de 10 cm qui est fixé à la dalle béton.

Toitures :

Les toitures pentues des bâtiments A et B sont constituées d'ardoises fixées sur une charpente en bois.

Les planchers des combles sont isolés pour chaque bâtiment. Le plancher des combles du bâtiment A est isolé avec 3 cm de polystyrène expansé plus 2 cm de fibre de bois sur une dalle béton pour l'ensemble du plancher. Excepté pour une partie située sous les rampants de la toiture côté Est du bâtiment qui est isolée avec 7 cm de polystyrène expansé plus 2 cm de fibre de bois sur la dalle béton. Au-dessus du faux plafond de la partie aménagée des combles on retrouve 15 cm de laine de verre.



Vue aérienne et schématique des planchers haut du bâtiment A

Sur l'image ci-dessus, le plancher haut côté Est est représenté en orange ; il est composé de 7 cm de polystyrène expansé et de 2 cm de fibre de bois. Le plancher haut représenté en bleu est composé de 3 cm de polystyrène expansé et de 2 cm de fibre de bois.

Le plancher des combles du bâtiment B est isolé avec 11 cm de polystyrène expansé au-dessus d'une dalle béton.

La toiture terrasse de l'accueil de la CAF est en béton et est supposée non isolée.

La toiture terrasse de la passerelle est, d'après les DOE, un bac acier plein isolé par l'extérieur avec des panneaux de laine de roche (ROCKACIER B NU) de 12 cm d'épaisseur.

2.2. Les menuiseries

Lors de la visite sur site, nous avons relevé les caractéristiques des menuiseries en place.

La proportion de menuiseries d'origine et de menuiseries remplacées a été déterminée lors des relevés sur site.

CARACTERISTIQUES MENUISERIES DU BATIMENT « SIEGE SOCIAL AVRANCHES »

Menuiseries	Vitrage	Épaisseurs (mm)	Huisserie	Type de menuiserie	Surface (m²)	Coefficient Uw menuiseries (W/m².K)	État des huisseries et joints	
							Fonctionnel	Energétique
Menuiserie type Skydome CAF	Double	16	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	4,8	1,8	●	●
Menuiserie type Trappe Passerelle	Simple	/	Aluminium	Battants	1,3	5	●	■
Menuiserie type Porte vitrée Passerelle	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	2,5	1,55	●	●
Menuiserie type Porte coulissante Passerelle	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	6	1,55	●	●
Menuiserie type BV Passerelle	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	36,1	1,55	●	●
Menuiserie type Porte latérale vitrée CAF	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	3,8	1,55	●	●
Menuiserie type Porte latérale CAF	Simple	/	Aluminium	Battants	2,5	5,8	●	■
Menuiserie type F2V grande CAF	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	1,9	1,45	●	●
Menuiserie type B1V entrée CAF	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	5	1,6	●	●
Menuiserie type Porte coulissante CAF	Double	8	Aluminium	Battants	3,8	3,2	●	●
Menuiserie type B1V CAF	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	2,5	1,6	●	●
Menuiserie type F1V CAF	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	1,9	1,45	●	●

Menuiserie type F2V CAF	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	5,8	1,45	●	●
Menuiserie type Velux escalier A	Double	20	Bois	Battants	3,1	1,5	●	●
Menuiserie type Velux A	Double	20	PVC	Battants	10,5	1,5	●	●
Menuiserie type Velux petit A	Double	20	Bois	Battants	2,5	1,5	●	●
Menuiserie type B2V A	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	7	1,7	●	●
Menuiserie type Porte latérale Niveau 1 A	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	2,5	1,6	●	●
Menuiserie type Porte latérale principale Niveau 1 A	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	3	1,6	●	●
Menuiserie type F1V Niveau 1 A	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	1,2	1,45	●	●
Menuiserie type F3V Niveau 1 A	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	4,8	1,6	●	●
Menuiserie type F1V petite A	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	1,9	1,45	●	●
Menuiserie type F petite carré A	Double	8	Aluminium	Battants	2,8	3,2	●	▲
Menuiserie type F1V A	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	380	1,45	●	●
Menuiserie type Porte garage B	Simple	/	Aluminium	Battants	20,2	5,8	●	■
Menuiserie type Porte foyer B	Double	12	Aluminium	Battants	3	2,1	●	●
Menuiserie type Porte cuisine B	Double	12	Aluminium	Battants	3	2,1	●	●

Menuiserie type Porte entrée B	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	3,1	1,6	●	●
Menuiserie type Porte entrée coulissante B	Double	8	Aluminium	Battants	4,1	2,5	●	▲
Menuiserie type F1V PVC B	Double	20	PVC	Battants	9,8	1,5	●	●
Menuiserie type F1V petite B	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	5,2	1,5	●	●
Menuiserie type F1V grande B	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	60	1,45	●	●
Menuiserie type F1V B	Double	20	Aluminium à rupteur de pont thermique	Battants	355	1,45	●	●
TOTAL					960,6			

2.3. Les protections solaires extérieures

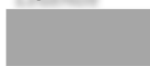
La majeure partie des menuiseries des bâtiments A et B comportent des stores extérieurs.

Ces protections solaires ont été prises en compte lors de la simulation thermique dynamique en plus des habitudes d'ouverture de ces dernières.

3. Description des installations climatiques

Pour chacune des descriptions réalisées, ACCEO donne un avis sur l'état des postes audités via la grille de lecture suivante :

LEGENDE

	Sans objet		Moyen
	Mauvais		Bon

3.1. Gestion technique du bâtiment

Le siège social de la CAF d'Avranches est équipé d'une gestion technique qui s'articule autour d'un système de supervision dont le but est de contrôler et de rapatrier l'ensemble des informations des différents réseaux techniques (Confort, Climatisation, Electricité et Technique) via des centrales de comptage, de mesure, station météo, concentrateurs d'étages et automates divers.

La GTB en place sur le site permet de contrôler la chaufferie ainsi que la sous-station du bâtiment A et permet une meilleure gestion des CTA. La gestion du chauffage pilotée par la GTB s'effectue au niveau des thermostats avec une régulation d'ambiance.

La température de consigne est :

- En occupation de 22°C.
- En inoccupation de 19°C.
- En standby de 20°C.

Cette régulation de la température de consigne ne s'applique que pour les panneaux rayonnants.

La GTB pilote aussi les débits de ventilation des CTA, elle permet de fonctionner en débit réduit la nuit et les week-ends.

EQUIPEMENTS ET SYSTEMES TECHNIQUES PILOTE PAR LA GESTION TECHNIQUE (GTB)

Chaudière	Centrale Traitement d'air	Groupe Eau Glacée	Pompe à chaleur	DRV	Ventilation	Ventilo-Convecteurs	Emetteurs électriques	Eclairage	Stores	Contrôles d'accès
Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Identification GTB	Marque	Modèle	Locaux concernés	Photo
GT 1	SIEMENS	DESIGO	Bureaux/Salles de réunion	

3.2. Contrat d'exploitation CVC

INFORMATIONS SUR LE CONTRAT D'EXPLOITATION CVC

Type de contrat d'exploitation	NC	Type de marché	NC
Date de début du contrat	/	Date de fin du contrat	/
Société de maintenance	FOUCHARD	Téléphone	
Adresse	Avenue de Verdun	Code postal	50 203
		Ville	COUTANCES

Le livret d'entretien de l'année en cours est présent en local technique conformément à l'article R224-21 du code de l'Environnement défini dans le décret n°2009-648 du 9 juin 2009 - art. 2.

Nous n'avons pas reçu le contrat d'exploitation CVC donc nous n'avons pas plus d'informations à ce sujet.

3.3. Chauffage, refroidissement et ventilation

Le chauffage du site est assuré par deux chaudières à condensation d'une puissance de 200 kW chacune situées dans les combles du bâtiment B. Elles permettent d'alimenter en chauffage le bâtiment B et une sous-station située dans les combles du bâtiment A. La sous-station a pour rôle d'alimenter en chauffage le bâtiment A.

La salle serveur principale située au niveau 0 du bâtiment A et le coffre informatique situé au niveau 2 du bâtiment B sont climatisés par un groupe froid. Les bureaux B208 et A220 sont chauffés et refroidis, le chauffage est assuré par la chaufferie et le refroidissement est assuré par deux pompes à chaleur individuelles.

Le renouvellement d'air des sanitaires s'effectue grâce à deux VMC, une pour chaque bâtiment. Pour les autres locaux, le renouvellement d'air s'effectue par des CTA double flux équipées de batterie chaude reliée directement à la chaufferie pour les deux CTA du bâtiment B et à la sous station pour la CTA du bâtiment A.

Concernant le chauffage des locaux, le code du travail ne spécifie pas de température minimum « réglementaire ». Cependant, celui-ci préconise la chose suivante :

« Le chauffage fonctionne de manière à maintenir une température convenable et à ne donner lieu à aucune émanation délétère. » (Art. R4223-13)

La norme X35-203, rédigée en mars 2006, est une référence internationale sur la problématique de température de confort à maintenir dans les locaux à usages tertiaires.

Désignation des locaux	Plage de température conseillée (°C)
Bureaux, locaux sans travail physique	20-22°
Ateliers à faible activité physique	16-18°
Ateliers à forte activité physique	14-16°

1) Locaux techniques

Les deux chaudières situées dans un local technique en combles du bâtiment B alimente le bâtiment B, la sous-station du bâtiment A et les différentes CTA du site par le biais de trois réseaux de distributions :

- un réseau pour les panneaux rayonnants et les radiateurs du bâtiment B
- un réseau pour les batteries chaudes des CTA présentes dans le bâtiment B
- un réseau pour la sous station du bâtiment A

La sous-station située dans les combles du bâtiment A alimente le bâtiment A et la CTA du même bâtiment par le biais de deux réseaux de distribution :

- un réseau pour les panneaux rayonnants et les radiateurs du bâtiment A
- un réseau pour la batterie chaude de la CTA présente dans le bâtiment A



Vue des locaux techniques

INFORMATIONS LOCAUX TECHNIQUES

Emplacement	Combles du bâtiment B	Surface (m²)	21
Alimente des sous-stations	La sous-station du bâtiment A	Nombre de chaudière(s)	2
Type de fonctionnement	Cascade	Température ambiante (°C)	23

2) Les équipements climatiques

Deux PAC individuelles sont dédiées uniquement au refroidissement de deux bureaux, le B208 et le A220. Ces deux PAC sont situées à l'extérieur avec des ventilo-convecteur placés directement dans les bureaux concernés. Une pièce au niveau 0 du bâtiment A est consacrée au groupe froid qui climatise les salles serveurs. Nous n'avons pas eu accès à cette salle, ce qui implique que les données du groupe froid ont été estimées.

Description des générateurs climatiques

Identification générateur	Type	Marque	Énergie	Puissance (kW)		Efficacité (PCI)	
				Chaud	Froid	COP	EER
GN 1	PAC	DAIKIN	Electricité	/	3,4	/	3,78
GN 2	PAC	LEVANTE	Électricité	/	3,5	/	3,26
GN 3	NC	NC	Électricité	/	3,5 (hypothèse)	/	3 (hypothèse)
TOTAL				/	10,4		

DESCRIPTION GENERATEURS DE CHALEUR

Identification générateur / Echangeur	Type	Marque	Énergie	Puissance (kW)	Rendement (PCI)
GN 4	Chaudière à condensation	DE DIETRICH	Gaz	200	100%
GN 5	Chaudière à condensation	DE DIETRICH	Gaz	200	100%
TOTAL				400	

GENERATEUR(S) DE CHALEUR ET/OU DE FROID

Identification générateur / Echangeur	Modèle	Utilisation	Affectation	État		Photo
				Fonctionnel	Energétique	
GN 1	DAIKIN	Froid	Climatisation Bureau B208	●	●	
GN 2	LEVANTE	Froid	Climatisation Bureau A220	●	●	
GN 3	NC	Froid	Climatisation des salles serveurs	●	● (hypothèse)	/
GN 4	DE DIETRICH	Chaud	Chauffage des bâtiments A et B	●	●	
GN 5	DE DIETRICH	Chaud	Chauffage des bâtiments A et B	●	●	

Actuellement, la chaufferie comprend deux chaudières gaz pour produire le chauffage. Ces dernières fonctionnent en période de chauffe.

Les 2 chaudières sont récentes et présentent des rendements tout à fait corrects pour des technologies à condensation.

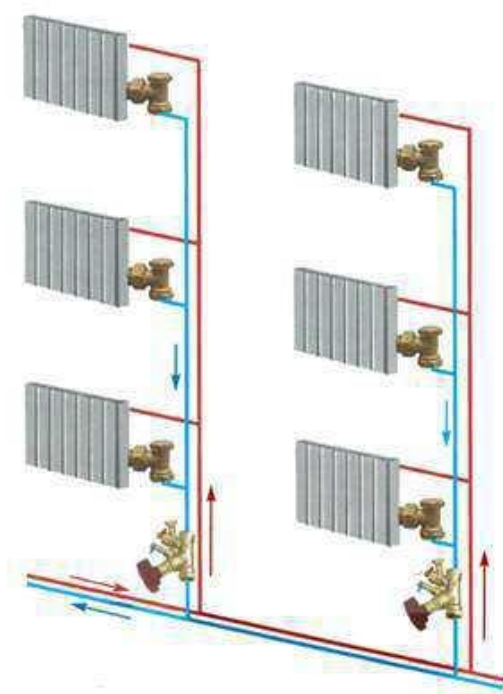
3) Distribution de chauffage

DISTRIBUTION CHAUFFAGE DU BATIMENT

Longueur tuyauterie passage en zone non chauffée (m)	319	Diamètre moyen tuyauterie (DN)	DN50 (diamètre extérieur : 60.3mm)	
Longueur tuyauterie totale (m)	1 160	Type de distribution	Bitube	
Type calorifugeage	Laine minérale sous coque PVC	État du calorifugeage	Fonctionnel	●
			Energétique	●
Nombre circulateur(s)	2	Marque(s) circulateur(s)	SALMSON	

Une partie du circuit de distribution passe dans le vide sanitaire (distance évaluée à 96 m), une autre partie est en chaufferie et en combles sur une longueur d'environ 125 m, une autre partie en zone non chauffée (distance évaluée à 98 m) et le reste est en zone chauffée et parcourt les étages des deux bâtiments (distance évaluée à 841 m).

La distribution du chauffage identifiée est une distribution de type « bitube ». La distribution, depuis les locaux techniques jusqu'aux radiateurs, est constituée d'un circuit principal qui dessert plusieurs colonnes montantes. Les radiateurs sont raccordés en dérivation sur ces colonnes montantes qui passent dans les locaux. La température d'eau est la même en entrée de chaque émetteur si le réseau est bien équilibré.



Distribution Bitube

Les longueurs des circuits de distribution de chauffage ont été déduites après analyse de la répartition et de la desserte du site.

Il n'y a aucun dispositif de régulation au niveau des « pieds » de colonnes ni au niveau des piquages individuels alimentant les locaux.



REGLEMENTATIO

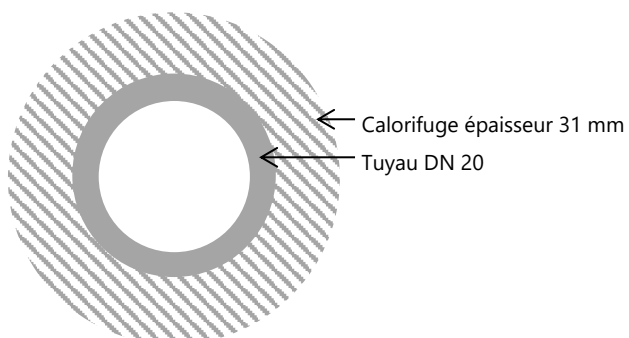
En cas de rénovation de l'isolation des tuyauteries de chauffage, les conduits situés en dehors du volume chauffé doivent présenter une isolation d'au moins classe 4.

La classe d'isolation est déterminée en fonction :

- du diamètre du tube ;
- de la conductivité thermique de l'isolant ;
- de l'épaisseur de l'isolant.

Pour atteindre une classe d'isolation 4, avec un isolant disposant d'une conductivité de 0,04 W/m.K (laine minérale), l'épaisseur minimale d'isolant est :

- 31 mm pour un tuyau de diamètre extérieur 30 mm (DN20) ;
- 47 mm pour un tuyau de diamètre extérieur 60 mm (DN50).



Exemple : dimensions correspondant à une isolation classe 4



Calorifugeage du circuit de chauffage

4) Ventilation

La ventilation du site est réalisée par trois CTA double flux et deux caissons de VMC :

- Deux CTA situées dans les combles du bâtiment B assurent l'extraction et le soufflage d'air pour les différentes pièces du bâtiment B.
- Un caisson de VMC situé dans les combles du bâtiment B assure l'extraction d'air uniquement pour les sanitaires du bâtiment B.
- Une CTA située dans les combles du bâtiment A assure l'extraction et le soufflage d'air pour les différentes pièces du bâtiment A.
- Un caisson de VMC situé dans les combles du bâtiment A assure l'extraction d'air uniquement pour les sanitaires du bâtiment A.

Dans certains locaux, une mesure du débit (m^3/h) au niveau des bouches d'extraction a été réalisée lorsque celle-ci était nécessaire et pertinente.



*Mesure du débit d'une bouche d'extraction
à l'aide d'un anémomètre à hélice avec cône*

INFORMATIONS SUR LE RENOUVELLEMENT D'AIR DU SITE

Système	CTA Double flux bâtiment A	Débit de soufflage total (m^3/h)	5 000	Débit d'extraction total (m^3/h)	5000
Système	CTA Double flux n°1 bâtiment B	Débit de soufflage total (m^3/h)	6 800	Débit d'extraction total (m^3/h)	6 800
Système	CTA Double flux n°2 bâtiment B	Débit de soufflage total (m^3/h)	2 000	Débit d'extraction total (m^3/h)	2 000
Système	Extracteur VMC bâtiment A	Renouvellement d'air moyen (vol/h)	0,2	Débit d'extraction total (m^3/h)	1 000
Système	Extracteur VMC bâtiment B	Renouvellement d'air moyen (vol/h)	0,2	Débit d'extraction total (m^3/h)	1 150
		Débit total de soufflage (m^3/h)	13 800	Débit total d'extraction (m^3/h)	15 950

Les CTA double flux avec une batterie chaude de préchauffage assurent une ventilation pour tous les locaux autres que les sanitaires et les locaux techniques. Les sanitaires sont quant à eux ventilés grâce à des VMC simple flux qui ont pour rôle d'extraire l'air.

BOUCHES D'ENTRÉE D'AIR ET D'EXTRACTION DU BATIMENT « SIEGE SOCIAL AVRANCHES »

Emplacement	Entrée d' air / Extraction	Type de bouche	Régulation	État		Photo
				Entretenu	Encrassée	
Bureaux/salles de réunion/Cuisine /Accueil CAF	Entrée d'air	Plafond	Fixe	●		
Bureaux/salles de réunion/Cuisine /Accueil CAF	Extraction d'air	Plafond	Fixe	●		
Sanitaires	Extraction d'air	Plafond	Fixe	●		

Toutes les bouches de ventilation des sanitaires n'étaient pas accessibles car trop hautes donc le débit total des sanitaires a été estimé.

**REGLEMENTATION****Réglementation des débits de ventilation en locaux tertiaires****Extraits de l'article R4222-6 du code du travail**

Les caractéristiques aérauliques de locaux de travail sont définies afin de limiter les émissions de polluants et de maintenir un niveau hygrométrique et hygiénique permettant des conditions de travail optimales

Lorsque l'aération est assurée par ventilation mécanique, le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé dans le tableau suivant :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf par occupant (m³/h)
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

Les débits préconisés par le code du travail sont donc liés à l'occupation des locaux et au nombre de personnes par m².

5) Systèmes aérauliques

Tous les débits de soufflage et d'extraction par pièce et par CTA ont été identifiés à partir de la documentation technique des CTA et des VMC ainsi que des informations transmises par le chauffagiste.

Les CTA sont équipées de filtres, de récupération d'énergie via un échangeur à plaques et d'une batterie chaude de préchauffage. La température de soufflage des CTA est de 21,5°C.

Les VMC sont des caissons d'extraction d'air sans récupérateur d'énergie.

DETAILS DES SYSTEMES AERAULIQUES DOUBLE FLUX

Identification système aéraulique	Type	Marque	Modèle	Débit d'air nominal (m³/h)	Puissance ventilateur de soufflage (kW)	Puissance ventilateur d'extraction (kW)	Récupérateur d'énergie	Efficacité du récupérateur
CTA A	CTA	CARRIER	39HXE050 BC	5 000	1,85	1,85	Oui	80%
CTA n°2 B	CTA	CARRIER	39HXE020 BC	2 000	1	1	Oui	80%
CTA n°1 B	CTA	CARRIER	39HXE075R21 BC	6 800	2,73	2,73	Oui	80%
TOTAL				13 800	5,58	5,58		

DESCRIPTION DES SYSTEMES AÉRAULIQUES DOUBLE FLUX

Identification système aéraulique	Humidificateur	Batterie chaude		Batterie froide		Etat		Photo
		Puissance (kW)	Alimentation	Puissance (kW)	Alimentation	Fonctionnel	Énergétique	
CTA A	Non	NC	Sous-station	/	Aucune	●	●	
CTA n°2 B	Non	NC	Chaudière	/	Aucune	●	●	
CTA n°1 B	Non	NC	Chaudière	/	Aucune	●	●	

L'état énergétique des CTA est considéré comme bon car les CTA fonctionnent en double flux avec un récupérateur d'énergie et une batterie de préchauffage reliée aux chaudières à condensation.

DETAILS DES SYSTEMES AÉRAULIQUES SIMPLE FLUX

Identification système aéraulique	Type	Marque	Modèle	Débit d'air nominal (m³/h)	Puissance ventilateur (kW)	Récupérateur d'énergie
Extracteur VMC bâtiment A	VMC	ALDES	EasyVEC	1 000	0,19	Non
Extracteur VMC bâtiment B	VMC	ALDES	EasyVEC	1 150	0,19	Non
TOTAL				2150	0,38	

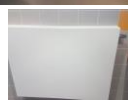
DESCRIPTION DES SYSTEMES AÉRAULIQUES SIMPLE FLUX

Identification système aéraulique	Humidificateur	Batterie chaude		Batterie froide		Etat		Photo
		Puissance (kW)	Alimentation	Puissance (kW)	Alimentation	Fonctionnel	Energétique	
VMC A	Non	/	Aucune	/	Aucune	●	▲	
VMC B	Non	/	Aucune	/	Aucune	●	▲	

L'état énergétique des VMC est considéré comme moyen car elles ne présentent pas de récupérateur.

6) Émetteurs climatiques

**ÉMETTEURS DE CHALEUR ET/OU DE FROID BATIMENT « SIEGE SOCIAL
AVRANCHES »**

Type	Localisation	Nombre	Utilisation	Puissance (kW)	Alimentation	Régulation terminale	Etat		Photo
							Fonctionnel	Energétique	
Ventilo convecteur	Zone Bureau B208	1	Froid	3,4	Electricité	Non	●	●	
Rideau d'air chaud	Zone Accueil CAF	1	Chaud	NC	Gaz	Non	●	●	
Rideau d'air chaud	Zone Passerelle	1	Chaud	NC	Gaz	Non	●	●	
Ventilo convecteur	Zone Bureau A201	1	Froid	3,5	Électricité	Non	●	●	
Ventilo convecteur	Zone Salle serveur B	1	Froid	NC	Électricité	Non	●	●	
Radiateurs à eau chaude thermostatique	Zone Bureaux CAF	4	Chaud	NC	Gaz	Oui	●	●	
Radiateurs à eau chaude thermostatique	Zone Sanitaires CAF	1	Chaud	NC	Gaz	Oui	●	●	
Radiateurs à eau chaude thermostatique	Zone Accueil CAF	2	Chaud	NC	Gaz	Oui	●	●	
Radiateurs à eau chaude thermostatique	Salle de réunion combles A	5	Chaud	NC	Gaz	Oui	●	●	
Radiateurs à eau chaude avec robinet d'arrêt	Zone Sanitaires A et B	20	Chaud	NC	Gaz	Oui	●	▲	
Ventilo convecteur	Zone Salle serveur A	1	Froid	4,5	Électricité	Non	●	●	

Panneau Rayonnant	Zone : Bureaux/salles de réunion/cuisine	492	Chaud	NC	Gaz	Oui	●	▲	
TOTAL		529		6,9					

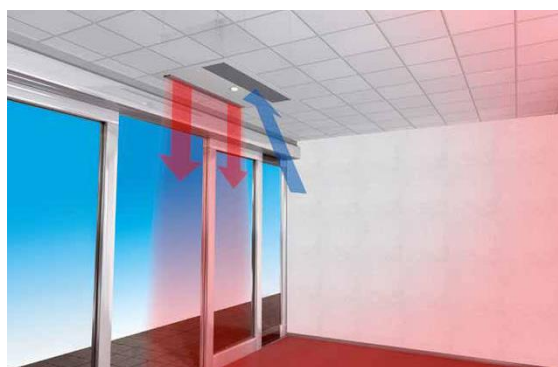
Comme évoqué, des panneaux rayonnants sont présents pour les bureaux et salles de réunion des étages courants.

Des radiateurs à eau équipent les sanitaires et des radiateurs à eau chaude avec robinet thermostatique équipent la zone accueil CAF.

Des ventilo-convecteurs sont présents dans les locaux climatisés comme les salles serveurs ainsi que les deux bureaux A220 et B208.

Un radiateur et un panneau rayonnant transmet la chaleur à l'air ambiant d'une pièce. L'échange est d'autant plus important que l'air circule facilement autour de l'émetteur. Cela permet aussi de bien d'homogénéiser la température de l'air de la pièce. Un cache-radiateur et même une tablette au-dessus du radiateur freine l'air, et freine cet échange. Par ailleurs, le mur sur lequel est accroché ce radiateur chauffe plus et transmet la chaleur à l'extérieur.

Un rideau d'air chaud est présent au niveau de l'entrée de la passerelle et au niveau de l'entrée de l'accueil CAF.

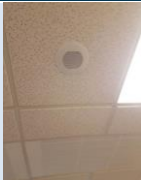


Principe de fonctionnement du rideau d'air chaud

Ce système permet de limiter les infiltrations d'air froid, en hiver, en créant une barrière thermique au niveau d'un local ouvert sur l'extérieur.

7) Grilles de reprise aéraulique

GRILLES DE REPRISE AÉRAULIQUE DU BATIMENT « SIEGE SOCIAL AVRANCHES »

Type	Localisation	Nombre	Système aéraulique raccordé	État	Photo
				Fonctionnel	
Bouche	Zone : Bureau/salles de réunion/Cuisine/ espaces commun	222	CTA	●	
Bouche	Zone Sanitaires A et B	42	VMC	●	
TOTAL		264			

Il s'agit ici des bouches raccordées aux extracteurs des CTA ou aux extracteurs des VMC.

3.4. Bilan

DETAIL DES GENERATEURS ET DES EMETTEURS CLIMATIQUES DESSERVANTS CHACUN LES LOCAUX

Type de local	Identifiant générateur	Émetteurs	
		Chauffage	Refroidissement
Zone Accueil CAF	GN 4 et GN 5	X	
Zone Bureau A201	GN 2 (pour le refroidissement) GN 4 et GN 5 (pour le chauffage)	X	X
Zone Bureau B208	GN 1 (pour le refroidissement) GN 4 et GN 5 (pour le chauffage)	X	X
Zone Bureaux CAF	GN 4 et GN 5	X	
Zone Bureaux Est A	GN 4 et GN 5	X	
Zone Bureaux Nord B	GN 4 et GN 5	X	
Zone Bureaux Ouest A	GN 4 et GN 5	X	
Zone Bureaux Sud B	GN 4 et GN 5	X	
Zone Cuisine B	GN 4 et GN 5	X	
Zone Espace commun A	GN 4 et GN 5	X	
Zone Espace commun B	GN 4 et GN 5	X	
Zone Passerelle	GN 4 et GN 5	X	
Zone Reprographie B	GN 4 et GN 5	X	
Zone Salle de réunion A	GN 4 et GN 5	X	
Zone Salle de réunion B	GN 4 et GN 5	X	
Zone Salle de réunion combles A	GN 4 et GN 5	X	
Zone Salle serveur A	GN 3		X
Zone Salle serveur B	GN 3		X
Zone Salles B	GN 4 et GN 5	X	
Zone Sanitaires A	GN 4 et GN 5	X	
Zone Sanitaires B	GN 4 et GN 5	X	
Zone Sanitaires CAF	GN 4 et GN 5	X	

4. Générateurs d'eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire des deux bâtiments est produite par un ballon ECS électrique qui est installé dans les combles du bâtiment B et un autre ballon ECS similaire dans les combles du bâtiment A. Chaque ballon alimente un bâtiment :

- Le ballon ECS vertical de contenance 750 L pour une puissance électrique de 9 kW alimente le bâtiment B.
- Le ballon ECS vertical de contenance 300 L alimente le bâtiment A.

Les sanitaires côtés Nord du bâtiment A sont équipés deux ballons ECS électriques de 2 kW chacun.

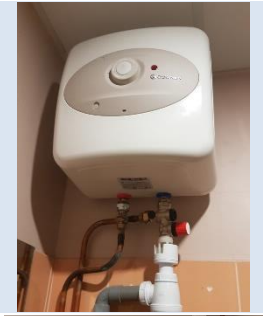
PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Production d'eau chaude	Oui	Production d'eau chaude indépendante du chauffage	Oui
Type de production d'eau chaude	Générateurs individuels	Type d'énergie	Electrique

Description des générateurs d'eau chaude sanitaire

Identification	Localisation	Type	Énergie	Volume (L)
ECS 1	Combles A	Ballon électrique	Electrique	300
ECS 2	Combles B	Ballon électrique	Electrique	750
ECS 3	Sanitaires A	Ballon électrique	Electrique	15
ECS 4	Sanitaires A	Ballon électrique	Electrique	15

DESCRIPTION PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Identification	Marque	Modèle	Puissance électrique (kW)	État		Photo(s)
				Fonctionnel	Energétique	
ECS 1	CHAROT	89101 - SENS	9	●	▲	
ECS 2	NC	NC	5 (hypothèse)	●	▲	
ECS 3	CHAFFOTEAUX	CHX15ORFREU	2	●	▲	
ECS 4	CHAFFOTEAUX	CHX15ORFREU	2	●	▲	

Une production d'eau chaude sanitaire centralisée via des ballons électriques n'est pas optimale. En effet, le rendement d'un ballon électrique qui chauffe l'eau par effet Joule à partir d'une résistance électrique est de l'ordre de 90% (déperditions du ballon) en comparaison à une production thermodynamique avec un COP (Coefficient de Performance) moyen de 3 (rendement de 300%) dans un espace ayant une température > 12°C.

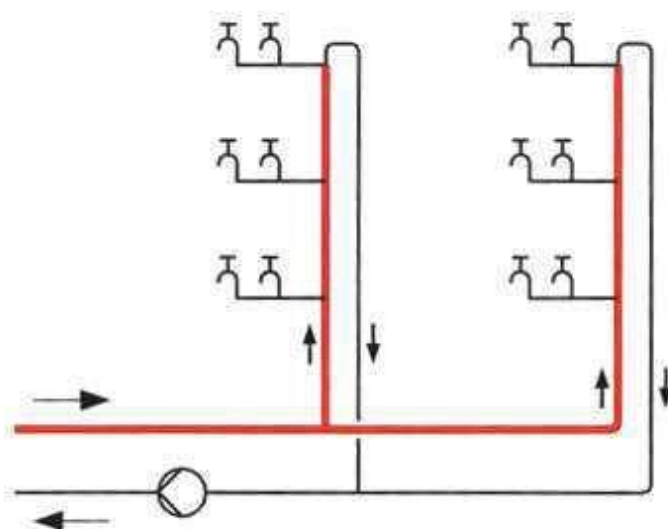
Néanmoins, une production d'ECS centralisée va occasionner des pertes supplémentaires en raison des déperditions des conduites de distribution de l'eau chaude.

4.1. La distribution hydraulique d'eau chaude sanitaire

BOUCLE DE DISTRIBUTION DE L'EAU CHAUDE SANITAIRE DU BATIMENT

Longueur boucle ECS (m)	85	Diamètre moyen tuyauterie (DN)	DN25 (diamètre extérieur: 33.7mm)	
Type de distribution	Bouclé	Compteur d'énergie	Non	
Type calorifugeage	Laine minérale plâtrée	État du calorifugeage	Fonctionnel	●
			Energétique	▲

La distribution de l'eau chaude identifiée est une distribution de type « bouclage ». Le bouclage consiste à créer une circulation permanente d'eau chaude sanitaire dans la distribution collective par un circulateur placé sur la canalisation de retour de boucle.



Distribution par bouclage



La distribution collective doit être maintenue à une température d'au moins 50°C en permanence pour limiter le risque lié au développement de légionnelles. A partir du 15 décembre 2006, le maintien de cette température minimale est obligatoire sur les installations neuves (arrêté du 30 novembre 2005). Cet arrêté impose aussi que le volume entre la distribution collective d'eau chaude sanitaire et le point de puisage le plus éloigné soit inférieur ou égal à 3 litres.

La longueur de la boucle de distribution d'ECS a été déduite après analyse de la répartition et de la desserte des locaux du site.

En cas de rénovation de l'isolation des tuyauteries de distribution d'eau chaude sanitaire, les conduits situés en dehors du volume chauffé doivent présenter une isolation d'au moins classe 4.

La classe d'isolation est déterminée en fonction :

- du diamètre du tube ;
- de la conductivité thermique de l'isolant ;
- de l'épaisseur de l'isolant.

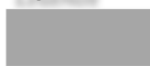
Pour atteindre une classe d'isolation 4, avec un isolant disposant d'une conductivité de 0,04 W/m.K (laine minérale), l'épaisseur minimale d'isolant est :

- 31 mm pour un tuyau de diamètre extérieur 30 mm (DN20) ;
- 47 mm pour un tuyau de diamètre extérieur 60 mm (DN50).

5. Description des équipements

Pour chacune des descriptions réalisées, ACCEO donne un avis sur l'état des postes audités via la grille de lecture suivante :

LEGENDE

	Sans objet		Moyen
	Mauvais		Bon

5.1. Éclairage

Un échantillon des points d'éclairage a été recensé dans les bâtiments par local. L'objectif est d'identifier les possibilités de remplacements « utiles », c'est-à-dire en gardant une bonne cohérence entre efficacité et fréquence d'utilisation. Une extrapolation du nombre de luminaire par type de technologie a été réalisée à l'échelle de chaque local.

RECENSEMENT DES TYPES ET PUISSANCES D'ÉCLAIRAGE

Lieu	Type	Puiss. Totale des lampes installées (kW)	Gestion
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot Halo 60W pièce non chauffé	0,6	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 20W pièce non chauffé	0,08	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 36W pièce non chauffé	2,09	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 40W pièce non chauffé	2	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Lampe à supprimer	0	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Lampe de bureau	0,3	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 24W	3,46	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Pavé LED 32W	6,69	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 36W	0,36	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 5W	0,08	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 31W	3,22	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 18W salle de réunion	0,58	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 2W	0	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 36W salle serveur	0,72	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 36W groupe froid	0,07	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 5W sanitaires	0,23	Détecteur de présence
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 31W sanitaires	0,06	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 5W CAF	0,03	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 31W CAF	0,37	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube LED 10W CAF	0,31	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 5W sanitaires CAF	0,02	Détecteur de présence
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Pavé LED 32W CAF	0,13	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot LED 5W salle de réunion	0,03	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Pavé LED 32W salle de réunion	2,11	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Pavé LED 32W Cuisine	0,13	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot Halo 20W salle de réunion	0,08	Interrupteur

Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 20W Garage	0,12	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 40W Garage	0,56	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 40W salle serveur	0,08	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 40W sanitaires	0,16	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Spot Halo 60W sanitaires	0,36	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 20W	0,52	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 20W salle de réunion	0,48	Interrupteur
Etablissement CAF de la Manche	Lampe type Tube Fluo 50W salle de réunion	0,1	Interrupteur
TOTAL		26,12	

Le code du travail préconise autant que possible de privilégier à l'éclairage naturel par rapport à l'éclairage artificiel.

L'article R4223-4, du code du travail, mentionne les niveaux d'éclairement minimum pour les différents locaux à usage tertiaire.

Désignation des locaux	Éclairement minimum (lux)
Voies de circulation intérieure	40 lux
Escaliers et entrepôts	60 lux
Locaux de travail, vestiaires, sanitaires	120 lux
Locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 lux

5.2. Descriptions des équipements spécifiques

Dans les bâtiments tertiaires, les équipements spécifiques et électroniques participent de façon importante au chauffage des locaux pendant la période de chauffe via leur chaleur dissipée en fonctionnement.

Il est par ailleurs nécessaire de dimensionner les systèmes de refroidissement de façon à prendre en compte ces apports de chaleur aussi en été. La visite des locaux a permis de recenser tous ces appareils, par type de local détail est présenté dans le tableau ci-dessous.

NOMBRE D'EQUIPEMENT DU BATIMENT SIEGE SOCIAL AVRANCHES

Type	Équipement	Puissance moyenne totale (kW)	Consommation annuelle (kWh/an)
Bureautique	Écran	10	14 104
	Ordinateur	8,65	22 194
	Imprimante	0,99	2 169
	Serveur	4,03	35 297
	TV	0,05	40,31
	Téléphone fixe	2,93	8 679
Electroménager	Four	3	104
	Réfrigérateur et congélateur	/	684
	Micro-onde	1,5	58,8
	Laveuse	1,7	199
	Cafetière et bouilloire	43,2	333
TOTAL		76,04	83 861

5.3. Ascenseur(s)

Le site est équipé de deux ascenseurs, un pour chaque bâtiment.

INFORMATIONS SUR LE TRANSPORT VERTICAL DU BATIMENT B SIEGE SOCIAL AVRANCHES

Nombre d'ascenseur(s)	1	Nombre de niveaux desservis	4	Charge maximum (kg)	1 000
Type de manœuvre	NC	Type de motorisation	Deux vitesses	Puissance électrique totale (kW)	0,2

INFORMATIONS SUR LE TRANSPORT VERTICAL DU BATIMENT A SIEGE SOCIAL AVRANCHES

Nombre d'ascenseur(s)	1	Nombre de niveaux desservis	5	Charge maximum (kg)	1 000
Type de manœuvre	NC	Type de motorisation	Deux vitesses	Puissance électrique totale (kW)	0,13

5.4. Bornes de recharges de véhicules électriques

Le site possède 6 bornes de recharges dont deux qui sont exclusivement réservées à la CPAM. L'électricité consommée par les deux bornes de recharges dédiées à la CPAM leur est directement refacturée. La consommation électrique relative à l'utilisation des bornes de recharges doit être déduite des consommations totales du site. En effet, **comme indiqué dans la FAQ – E2 – Les consommations énergétiques liées aux zones de stationnement**, « les consommations liées aux installations de recharge de véhicule électrique et hybride ne sera pas prise en compte dans la déclaration des consommations globales du site si l'assujetti est en mesure de prouver ses consommations (sous comptage) ». Nous conseillons donc de vous rapprocher de l'entreprise ZEPHYRE qui gère vos bornes de recharges pour avoir le détail de vos consommations à l'année afin de les déduire de vos consommations globales pour la déclaration de ces dernières sur la plateforme OPERAT.

Le modèle des 6 bornes de recharges du site sont des G3 de la marque EV-BOX, avec une puissance de recharge maximale de 22 kW pour chaque borne.

III. ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DU SITE

1. Consommations énergétiques

Les relevés de consommation d'électricité et de gaz sur 10 ans du site CAF de la Manche ont été examinés. Ces consommations ont été « corrigées du climat » en fonction des DJU (Degrés Jour Unifiés) de la station de Rennes. Cela permet de comparer les consommations annuelles d'énergie, uniquement en fonction de l'évolution des habitudes des occupants, sans prendre en compte les aléas climatiques.

Les DJU ont été déterminés en fonction de la méthode de calcul COSTIC avec une température de référence de 18°C en chauffage et de 18°C en refroidissement.

ÉNERGIE ET LEURS USAGES

Energies	Chaud			ECS			Froid			Usages divers		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Gaz	X	X	X									
Electricité				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fioul												
Réseau de chaleur												
Réseau de froid												

Consommations énergétiques d'électricité du site

Années		2017	2018	2019
Froid	Consommations mesurées (kWh _{EF})	22 780	3 722	5 457
	Consommations corrigées du climat (kWh _{EF})	19 104	2 619	4 076
ECS	Consommations (kWh _{EF})	12 933	12 933	12 933
Usage	Consommations (kWh _{EF})	210 407	210 407	210 407
Consommations totales mesurées (kWh _{EF})		246 121	227 063	228 798
Variation des consommations mesurées par rapport à l'année précédente (%)		/	-8%	1%
Consommations totales corrigées du climat (kWh _{EF})		242 445	225 960	227 417
Variation des consommations corrigées du climat par rapport à l'année précédente (%)		/	-7%	1%
Coût énergie (abonnement + prix de l'électron) au kWh (€ HTVA/kWh)		0,129	0,129	0,145
Coût total énergie annuel (abonnement + prix de l'électron) (€ HTVA)		31 750	29 291	33 176

Consommations énergétiques de gaz du site

Années		2017	2018	2019
Chaud	Consommations mesurées (kWh _{EF})	410 714	402 158	430 395
	Consommations corrigées du climat (kWh _{EF})	415 614	428 629	443 266
Consommations totales mesurées (kWh _{EF})		410 714	402 158	430 395
Variation des consommations mesurées par rapport à l'année précédente (%)		/	-2%	7%
Consommations totales corrigées du climat (kWh _{EF})		415 614	428 629	443 266
Variation des consommations corrigées du climat par rapport à l'année précédente (%)		/	3%	3%
Coût énergie (abonnement + prix de la molécule) au kWh (€ HTVA/kWh)		0,055	0,062	0,066
Coût total énergie annuel (abonnement + prix de la molécule) (€ HTVA)		22 589	24 934	28 406

La consommation d'électricité correspond au refroidissement, aux usages et à l'ECS.

La consommation de gaz correspond au chauffage du site.

Seules les consommations de chauffage, de refroidissement sont corrigées en fonction de la rigueur climatique (DJU).

Le refroidissement et l'ECS sont alimentés par la même énergie que les usages et ne disposent pas de factures séparées (en l'absence de sous-comptage). Ainsi, il n'a été possible de mesurer la part de consommation dédiée au refroidissement et à l'ECS que grâce aux simulations thermiques.

IV. MODELISATION ET SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

1. Méthodologie

Contrairement aux méthodes traditionnelles de calculs thermiques statiques, la simulation thermique dynamique (STD) simule au pas de temps horaire la vie thermique du bâtiment sur toute une année en fonction de la météo du lieu, de son environnement (masques lointains et proches), de l'occupation des locaux, des habitudes des occupants...

Cela permet d'accéder aux températures, aux besoins de chauffage/climatisation, aux apports solaires ... heure par heure dans les différentes zones prédéfinies du bâtiment.

La STD permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, le comportement des usagers, respecte l'interaction des zones entre elles et la stratégie de production mise en place.

Elle permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques retenues.

L'outil de modélisation permet de faire varier un paramètre (enveloppe, ventilation, chauffage, vitrage, équipement...) et de visualiser son incidence sur le confort ou sur la performance énergétique. Cela permet d'établir une stratégie de rénovation dans le bâtiment et de tester différentes solutions techniques d'amélioration.

Une modélisation graphique 3D du site est donc réalisée à partir de plans de niveaux et des coupes du bâtiment, puis les STD sont réalisées, le tout à partir du logiciel Pleiades-Comfie dont le module de calcul a été développé par le Centre d'Énergétique de l'École des Mines de Paris.

2. Modélisation 3D et zonage

Le site a été modélisé en 3 dimensions puis divisé en différents volumes correspondant aux zones thermiques définies ci-après.

Tous les matériaux ou composants qui le constituent, ainsi que leurs caractéristiques thermiques, présentés dans la partie II.2, ont été pris en compte.

Les masques proches et lointains ont aussi été modélisés.



Modélisation 3D du bâtiment à l'aide du logiciel Modeleur de Pléiades

Le zonage thermique permet de différencier plusieurs volumes au sein d'une même simulation.

Chaque établissement au sein de chaque bâtiment a été modélisé à partir d'une ou plusieurs zones thermiques correspondant aux différentes sous catégories définies dans les Arrêtés d'application dit « Arrêté seuils ».

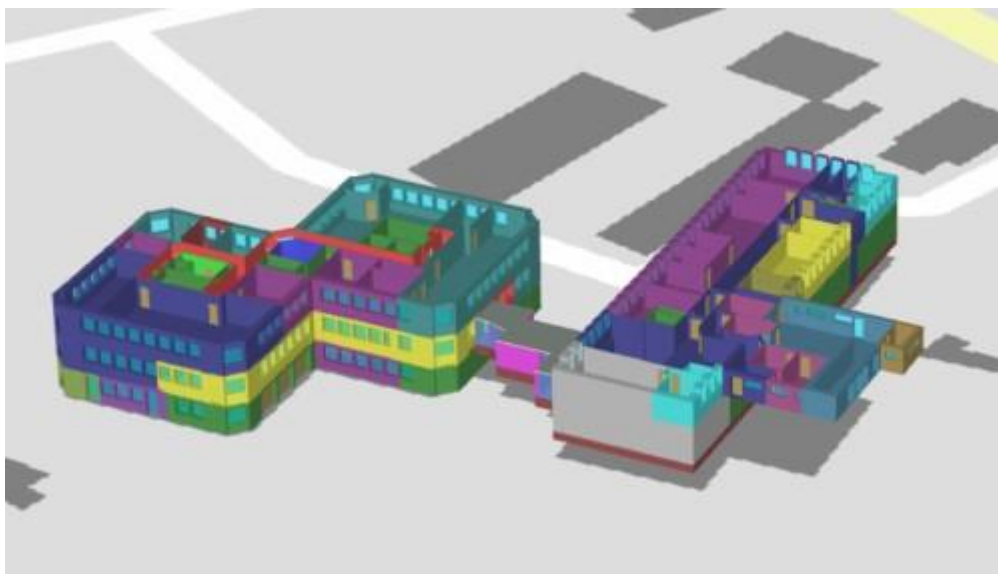
Le zonage permet également d'affecter des scénarios d'occupation différents selon les volumes : zones de bureaux, salles de réunion, circulation, etc.

C'est donc dans le but de modéliser ces différentes zones au sein du bâtiment que le zonage suivant a été défini :

Zonage du site

Zones	Etablissements	Couleur
Chaufferie B	Etablissement CAF de la Manche	
Sanitaires A		
Espace commun B		
Salle de réunion combles A		
Cuisine B		
Sanitaires CAF		

Bureaux CAF		
Combles B		
Salle de réunion A		
Salle serveur B		
Sanitaires B		
Bureau A201		
Salles B		
Reprographie B		
Salle de réunion B		
Bureaux Est A		
Groupe froid salle serveur		
Non chauffé		
Sous-station A		
Salle serveur A		
Passerelle		
Bureaux Ouest A		
Garage		
Combles A		
Accueil CAF		
Espace commun A		
Bureau B208		
Bureaux Nord B		
Bureaux Sud B		



Représentation des zones thermiques du bâtiment

Les couleurs des zones thermiques ne correspondent pas à une échelle de déperditions, mais permettent de différencier les différentes zones. Les couleurs n'ont pas de connotations thermiques.

Les méthodes traditionnelles de calculs thermiques statiques se basent sur des valeurs mensuelles ou annuelles, et sur des ratios pour parvenir aux résultats. Au contraire, la Simulation Thermique Dynamique (STD) simule au pas de temps horaire la vie thermique du bâtiment sur toute une année en fonction de la météo du site, de l'orientation et de la composition des façades, de l'occupation des locaux, des habitudes des usagers...

Cette méthode de calculs thermiques permet d'accéder aux besoins de chauffage/climatisation, aux apports solaires ... heure par heure dans les différentes zones prédéfinies du bâtiment.

La STD prend en compte les ponts thermiques du bâtiment, le comportement des usagers et respecte la stratégie de production mise en place.

Elle permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...), les besoins de chauffage/climatisation et la cohérence des installations climatiques, les déperditions horaires (menuiseries, bâti, tuyauteries...) afin de valider la pertinence des solutions techniques proposées.

3. Hypothèses de simulation

Les scénarios permettent de définir les types d'utilisation de chaque zone thermique en termes de chauffage, climatisation, ventilation, puissance dissipée, occupation et occultation afin de s'approcher des conditions réelles de vie du bâtiment.

Les différents paramètres de simulation sont définis dans les paragraphes suivants. Ces scénarios sont définis avec une précision **horaire** sur une année complète.

3.1. Consigne de température

Une enquête a été réalisée auprès des occupants pour évaluer leur qualité de vie sur site.

Consignes de température de chauffage et refroidissement

Type de local	Consignes de température de chauffage (°C)				Consignes de température de refroidissement (°C)				
	En occupation sur les périodes d'ouverture du site	Réduit de nuit et de week-end		Réduit en inoccupation sur les périodes d'ouverture du site	En période d'occupation	Réduit de nuit		Réduit de Week-End	
		Température (°C)	Horaires			Température (°C)	Horaires	Température (°C)	Horaires
Bureaux/salles de réunion/Cuisine/Espaces communs	22	19	19h-7h pour la nuit 24h/24 pour le week-end	20	/	/	/	/	/
Sanitaires	20	/	/	/	/	/	/	/	/
Salles Serveurs	/	/	/	/	22	22	24h/24	22	24h/24

La température de consigne des bureaux, des salles de réunion, de la cuisine et des espaces communs est de 22°C en occupation sur détecteur de mouvement, de 20°C en mode stand-by (sur les horaires d'ouverture du site mais lorsque le local est inoccupé) et de 19°C le reste du temps.

Les consignes de chauffage et de refroidissement ont été définies sur une année. La période de chauffe commence en général début octobre pour se terminer au mois de mai. La période de refroidissement commence généralement de mi-juin et dure jusqu'à mi-septembre.

Si la température extérieure, basée sur les relevés de la station météo la plus proche, est supérieure à la température de consigne de chauffage du bâtiment, aucune consommation d'énergie de chauffage n'est comptabilisée.

Si la température extérieure, basée sur les relevés de la station météo la plus proche, est inférieure à la température de consigne de refroidissement du bâtiment, aucune consommation d'énergie de refroidissement n'est comptabilisée.

3.2. Renouvellement de l'air

Le renouvellement d'air fonctionne en permanence que ce soit en hiver ou en période estivale. Les taux de renouvellement d'air ont été déduits des données techniques des systèmes de renouvellement d'air et des informations transmises par le chauffagiste.

RENOUVELLEMENT D'AIR

Type de local	Débit nominal soufflé (m ³ /h)	Débit nominal extrait (m ³ /h)	Infiltration Q4Pa Surf (m ³ /h.m ²) considérée dans l'étude (hypothèse)
SITE	13 800	15 950	1,7

Les CTA ainsi que les VMC fonctionnent en débit réduit la nuit et les week-ends.

Faute d'informations, nous avons estimé que les débits réduits correspondaient à 25% du débit nominal.

Nous avons également tenu compte des infiltrations d'air, qui correspondent à toutes les entrées d'air non contrôlées dans les locaux (sous les portes, autour des cadres des menuiseries, au niveau des coffres de volets roulants, par certaines prises électriques...). De plus, nous avons pris en compte les éventuelles habitudes d'aération des occupants, en hiver comme en été.

3.3. Taux d'occupation

FREQUENTATION DU SITE

Etablissements	Type occupation	Nombre moyen annuel d'occupants	Densité temporelle de l'occupant
CAF de la Manche	Clients	14 560	1 h/visite
	Employés	120	8 h/j

HORAIRES HEBDOMADAIRES DU SITE

Horaires d'ouverture	Jours	Horaires
	Lundi	7h-19h
	Mardi	7h-19h
	Mercredi	7h-19h
	Jeudi	7h-19h
	Vendredi	7h-19h
	Samedi	Fermé
	Dimanche	Fermé
Nombre de jours ouverts par an		261
Période exceptionnelle d'inoccupation		24 et 31 décembre

HORAIRES HEBDOMADAIRES DE L'ACCUEIL AU PUBLIC

Horaires d'ouverture	Jours	Horaires
	Lundi	8h30-12h
	Mardi	13h-16h30
	Mercredi	Fermé
	Jeudi	13h-16h30
	Vendredi	8h30-12h
	Samedi	Fermé
	Dimanche	Fermé

Ces informations nous ont permis de prendre en compte les apports humains dans le calcul des besoins de chauffage et de refroidissement du site.

Taux d'occupation moyen hebdomadaire à l'échelle du site

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0h-1h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1h-2h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2h-3h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3h-4h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4h-5h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5h-6h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6h-7h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7h-8h	13%	13%	13%	13%	13%	0%	0%
8h-9h	75%	67%	67%	67%	75%	0%	0%
9h-10h	92%	83%	83%	83%	92%	0%	0%
10h-11h	92%	83%	83%	83%	92%	0%	0%
11h-12h	92%	83%	83%	83%	92%	0%	0%
12h-13h	37%	37%	37%	37%	37%	0%	0%
13h-14h	37%	45%	37%	45%	37%	0%	0%
14h-15h	83%	92%	83%	92%	83%	0%	0%
15h-16h	83%	92%	83%	92%	83%	0%	0%
16h-17h	83%	88%	83%	88%	83%	0%	0%
17h-18h	67%	67%	67%	67%	67%	0%	0%
18h-19h	17%	17%	17%	17%	17%	0%	0%
19h-20h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20h-21h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
21h-22h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
22h-23h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
23h-24h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

3.4. Puissances dissipées

La puissance dissipée correspond à l'énergie dissipée par les appareils électriques et d'éclairage au cours d'une journée (éclairage, téléviseur, ordinateur, imprimantes, etc.) et qui participe au chauffage.

Après avoir visité le bâtiment, il nous a été possible de recenser le type et le nombre d'appareils électriques et d'éclairage participant au chauffage des locaux.

Nous avons estimé que chaque local est muni :

- D'éclairage spécifique,
- D'écrans,
- D'ordinateurs.

Le détail des appareils électroniques et d'éclairage relevé dans les locaux visités et présenté dans la description des équipements a permis de définir des scénarios hebdomadaires de puissance dissipée.

PUISSANCE DISSIPÉE MOYENNE HEBDOMADAIRE A L'ECHELLE DU SITE (W/M²)

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0h-1h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
1h-2h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
2h-3h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
3h-4h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
4h-5h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
5h-6h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
6h-7h	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,74	0,74
7h-8h	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28	0,74	0,74
8h-9h	6,43	5,79	5,79	5,69	5,82	0,74	0,74
9h-10h	7,51	6,77	6,77	6,66	6,79	0,74	0,74
10h-11h	8,24	6,74	6,74	6,64	6,77	0,74	0,74
11h-12h	6,79	6,66	6,66	6,66	6,79	0,74	0,74
12h-13h	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	0,74	0,74
13h-14h	3,85	3,98	3,85	4,48	3,85	0,74	0,74
14h-15h	6,64	6,77	6,64	7,27	6,64	0,74	0,74
15h-16h	6,64	6,77	6,64	7,27	6,64	0,74	0,74
16h-17h	6,77	6,89	6,77	7,3	6,66	0,74	0,74
17h-18h	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	0,74	0,74
18h-19h	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28	0,74	0,74
19h-20h	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,74	0,74
20h-21h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
21h-22h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
22h-23h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
23h-24h	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74

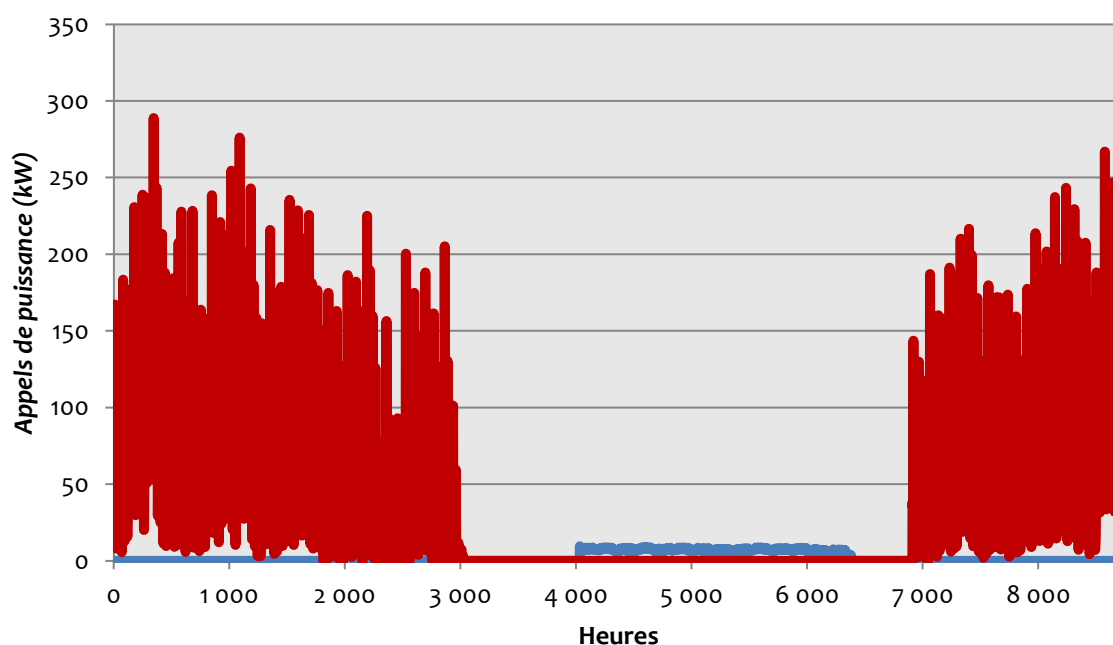
V. RESULTATS DE SIMULATIONS

1. Appels de puissance de chauffage et de refroidissement

Les résultats de la Simulation Thermique Dynamique permettent d'obtenir les appels de puissance de chauffage et de refroidissement du site, heure par heure, sur toute une année.

La courbe ci-dessous décrit les consommations de chauffage et de refroidissement annuels pour atteindre les températures de consigne d'hiver et d'été dans les différentes zones sur les 8 760 heures qui composent une année (du 1er janvier au 31 décembre). La période estivale est donc au centre du graphique.

Ces consommations correspondent à l'énergie nécessaire pour chauffer et refroidir le site sur toute une année. Les déperditions linéiques des tuyauteries et les pertes de génération ont été prises en compte à ce niveau.



Appels de puissance de chauffe (en rouge) et de refroidissement (en bleu) des systèmes climatiques du site

L'analyse des consommations en chauffage du site sur la période de chauffe a permis de déterminer une puissance de chauffe maximum de 289 kW.

L'analyse des consommations de refroidissement des locaux concernés du bâtiment sur la période de refroidissement a permis de déterminer une puissance de refroidissement maximum de 10 kW.

2. Consommations d'énergie climatiques nettes

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des consommations thermiques par zone dans le bâtiment :

Assujettis	Chauffage		Refroidissement	
	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²
CAF de la Manche	443 266	82	4 076	1
TOTAL	443 266	82	4 076	1

Le tableau ci-dessous reprend les besoins annuels du site avec une répartition mensuelle :

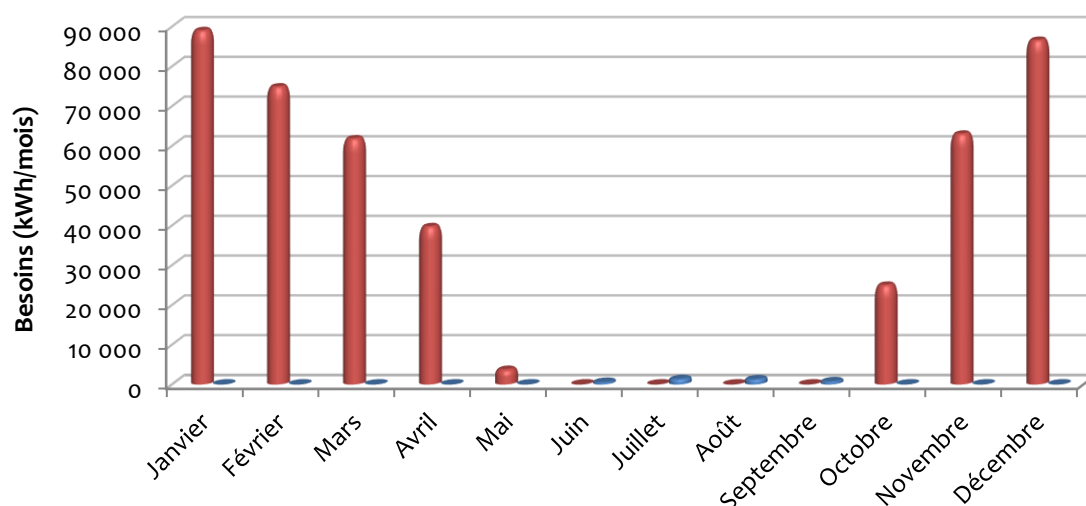
CONSOMMATIONS ENERGETIQUES MENSUELS DE CHAUFFAGE DU SITE EVALUEES EN KWH_{EF}

Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
88 953	74 803	61 749	39 652	3 744	0	0	0	0	24 918	62 924	86 523

CONSOMMATIONS ENERGETIQUES MENSUELS DE REFROIDISSEMENT SITE EVALUEES EN KWH_{EF}

Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
0	0	0	0	0	599	1 379	1 319	779	0	0	0

Les consommations énergétiques annuelles s'élèvent pour le chauffage à 443 266 kWh et pour le refroidissement à 4 076 kWh.

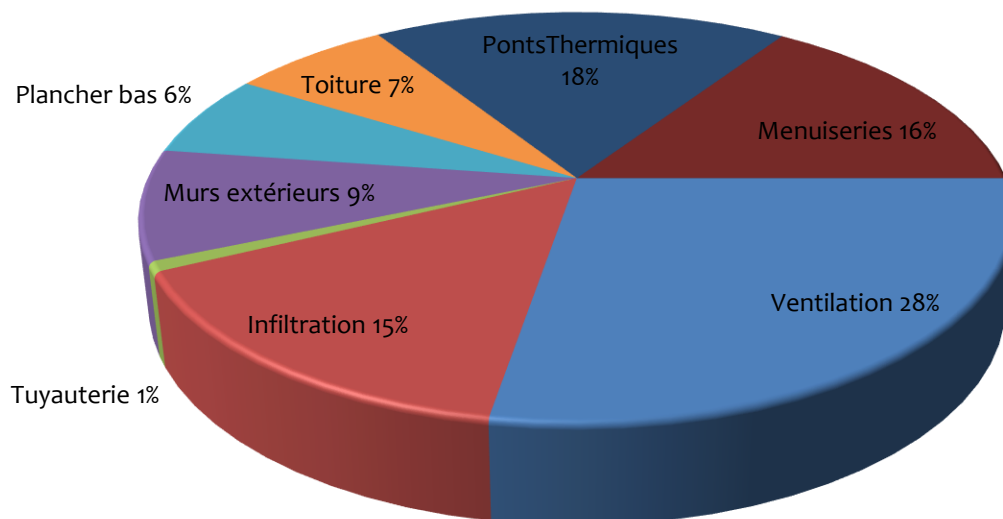


Représentation des consommations thermiques mensuels estimées du site

3. Répartition des déperditions énergétiques

La modélisation thermique nous a permis d'identifier la part de chaque poste de déperdition du site.

Le camembert suivant permet d'analyser la répartition de ces pertes énergétiques sur l'ensemble du site sur l'année d'étude.



Répartition des pertes énergétiques du site sur l'année d'étude

Les déperditions sont partagées sur plusieurs postes. On note quatre postes de déperdition majoritaires :

- La ventilation qui tourne en permanence et représente la plus grosse part des déperditions à cause son volume d'activité.
- Les ponts thermiques qui sont nombreux sur l'enveloppe du bâtiment et favorisés par l'isolation intérieure.
- Les menuiseries extérieures qui représentent une grande surface et qui malgré leurs doubles vitrages, restent déperditives.
- Les infiltrations qui sont liées notamment aux menuiseries.

4. Apports thermiques, solaires et internes

Les apports internes en période de chauffe correspondent à la somme de l'énergie thermique dissipée par les équipements liés à l'activité du site, de l'éclairage et des apports métaboliques. Les apports métaboliques étant calculés à partir du taux d'occupation du bâtiment.

Les apports solaires par les parties vitrées dépendent de l'ensoleillement du site considéré, des surfaces réceptrices équivalentes, de l'orientation du bâtiment et du scénario d'occultation.

L'ensemble de ces apports gratuits n'est pas utile toute l'année. En effet, ces apports sont utiles uniquement durant la période de chauffe et seulement dans le cas où la température extérieure est inférieure à la température de consigne du bâtiment. La Simulation Thermique Dynamique a permis d'évaluer la partie utile de ces apports. Il est à noter que ces apports internes en période de chauffe deviennent des charges énergétiques supplémentaires en période de refroidissement.

Les résultats ci-dessous sont exprimés pour la totalité d'une année, représentant la somme entre les apports (en période de chauffe) et les charges (en période de refroidissement). Dans certains cas, les charges peuvent être supérieures aux apports.

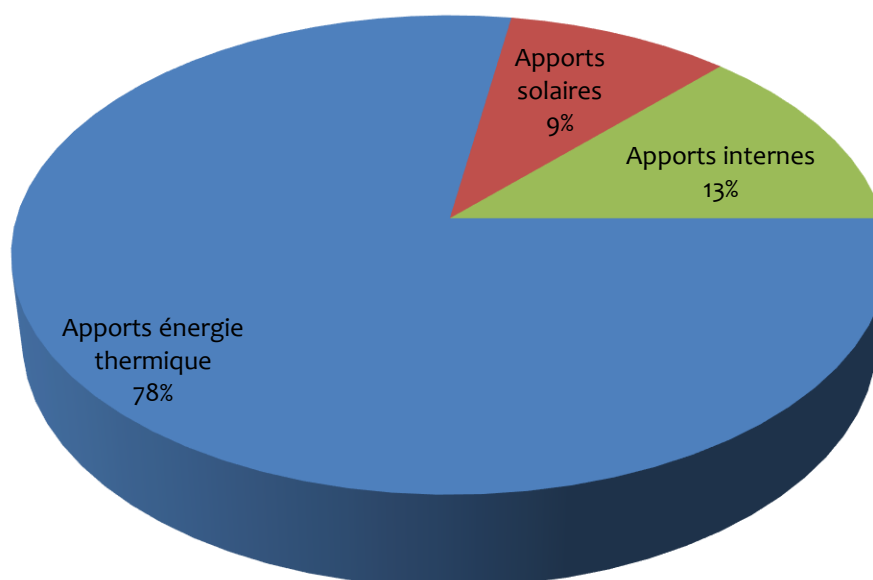
APPORTS GRATUITS D'ÉNERGIE

Apports internes et solaires utiles sur l'année d'étude (kWh/an)

86 643

Les apports thermiques correspondent aux besoins de chauffage et de refroidissement nécessaires au bâtiment pour maintenir la température de consigne dans les locaux.

Le camembert ci-dessous présente la part de chacun de ces apports :



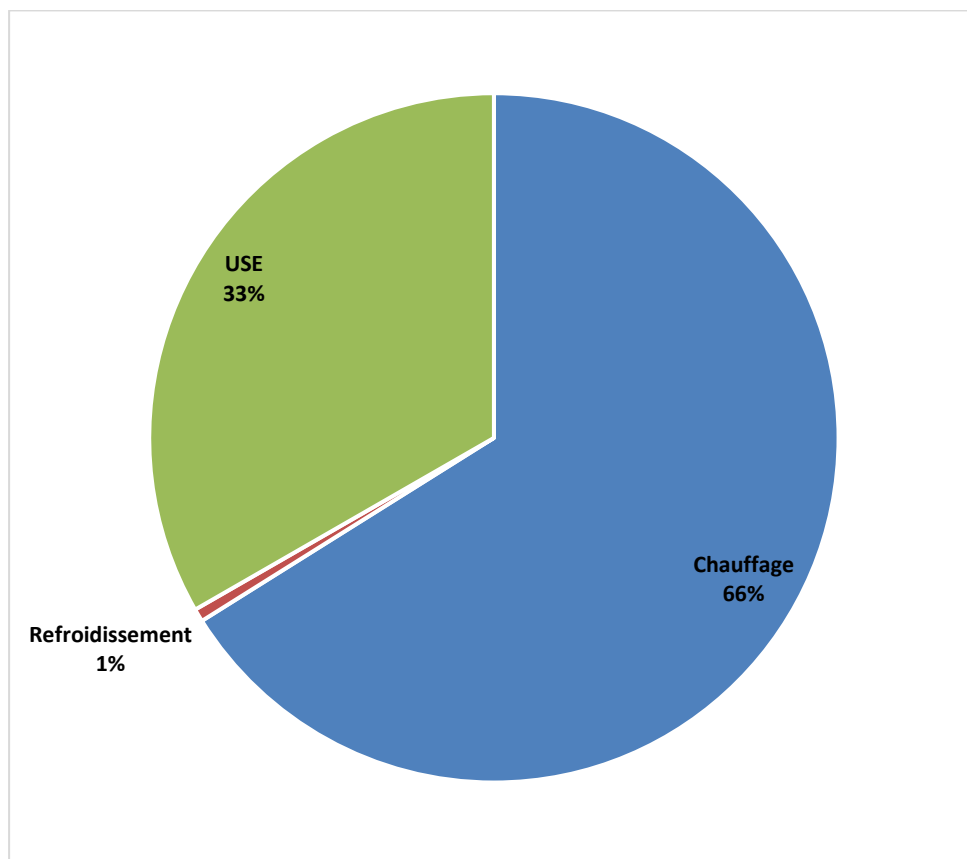
Répartition des apports énergétiques du site sur l'année d'étude

5. Répartition des consommations énergétiques du site

Le camembert ci-dessous permet de comparer la part de consommations « CVC » et la part de consommations « USE » du site.

- Les consommations « CVC » correspondent aux postes chauffage, refroidissement et ventilation (consommations qui seront corrigées du climat).
- Les consommations « USE » correspondent à tous les autres postes de consommation liés à l'utilisation des locaux (consommations électriques des auxiliaires de ventilation, de chauffage ou de refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ascenseur, bureautique, etc.) ainsi que l'influence des modalités d'occupation des locaux sur la composante CVC (les consommations USE ne sont pas corrigées du climat).

Dans le calcul en simulation dynamique, la consommation en chauffage et refroidissement induite par le renouvellement d'air (hors équipements électriques) est directement intégrée dans les consommations de chauffage et de refroidissement.



Répartition des consommations énergétiques du site

6. Bilan des flux énergétiques et financiers

Le bilan des flux énergétiques est une représentation synthétique qui permet de visualiser et de quantifier les flux d'énergie qui interagissent dans le site sur toute une année. Ces flux correspondent aux gains, déperditions thermiques et besoins.



Bilan des flux énergétiques et des flux financiers entrants et sortants du site en période de chauffe

Cette représentation correspond aux besoins énergétiques à fournir pour assurer le chauffage et le refroidissement du site étudié en tenant compte de toutes les déperditions ainsi que de l'ensemble des charges et des apports gratuits : les usagers, l'ensoleillement et la chaleur dissipée par les appareils à l'intérieur de la zone étudiée...

Les déperditions sont compensées par les apports internes utiles et l'énergie apportée par le système de chauffage et de refroidissement respectivement en période de chauffe et estivale.

La consommation finale, correspondant à « l'apport énergie », est fonction du rendement global des équipements de chauffage (ou de refroidissement) et donc des pertes thermiques (production, régulation + distribution + émission) de ces équipements.

Ces représentations présentent aussi un bilan des flux, mais d'un point de vue financier. Les pertes énergétiques ont été converties en coût annuel en fonction du prix moyen de l'énergie payé par le maître d'ouvrage.

Les « apports énergie » correspondent donc au montant moyen des factures énergétiques annuelles calculées en Simulation Thermique Dynamique.

VI. ANALYSE DE LA SITUATION

1. Comparaison de la consommation énergétique réelle à la STD

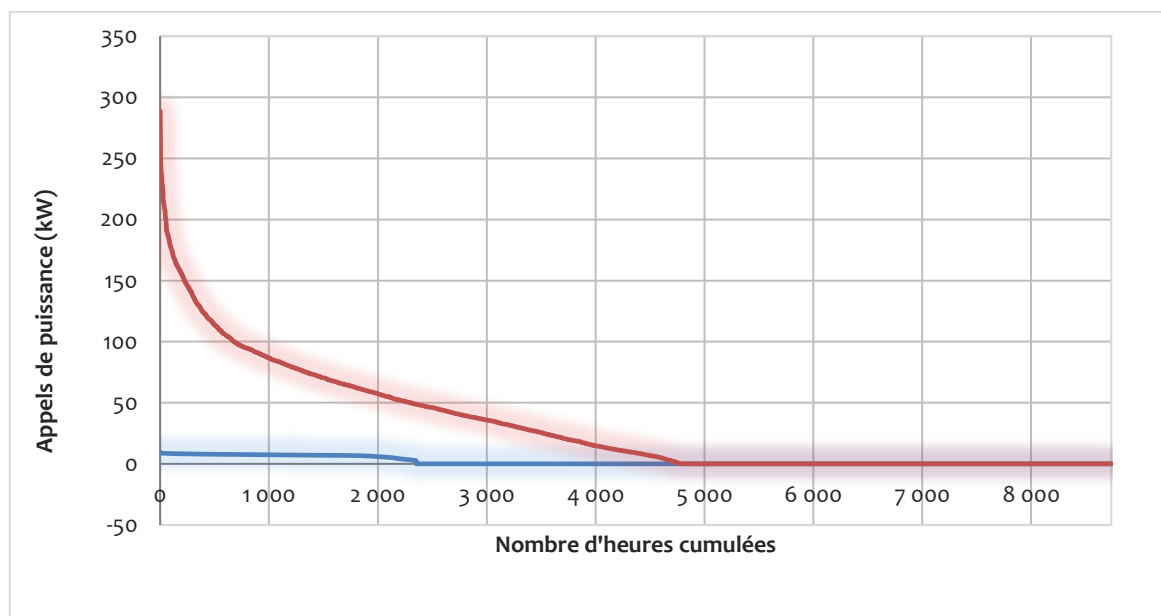
En prenant en compte l'énergie nécessaire pour maintenir une température de confort au sein du bâtiment à partir des résultats de la Simulation Thermique Dynamique, la consommation énergétique globale devrait être de 667 113 kWh/an.

Cette même consommation, une fois corrigée du climat sur la base d'une rigueur climatique moyenne de 2000 à 2019 de la station météo de Rennes s'élève ici à **678 366 kWh/an**.

Or, il a été relevé une moyenne de **670 683 kWh/an** consommés sur l'année 2019 (valeurs corrigées du climat). La différence de 1% entre la simulation numérique et la réalité provient du fait qu'il est difficile de modéliser précisément les comportements des usagers malgré les enquêtes d'usage, comme par exemple la modification de la température de consigne.

2. Analyse du dimensionnement de la génération de chaleur

A partir des besoins en puissance de chauffage et de refroidissement du site, il a été possible de calculer les courbes monotones présentées ci-dessous. Ces courbes représentent la puissance nécessaire en fonction du nombre d'heures cumulées.



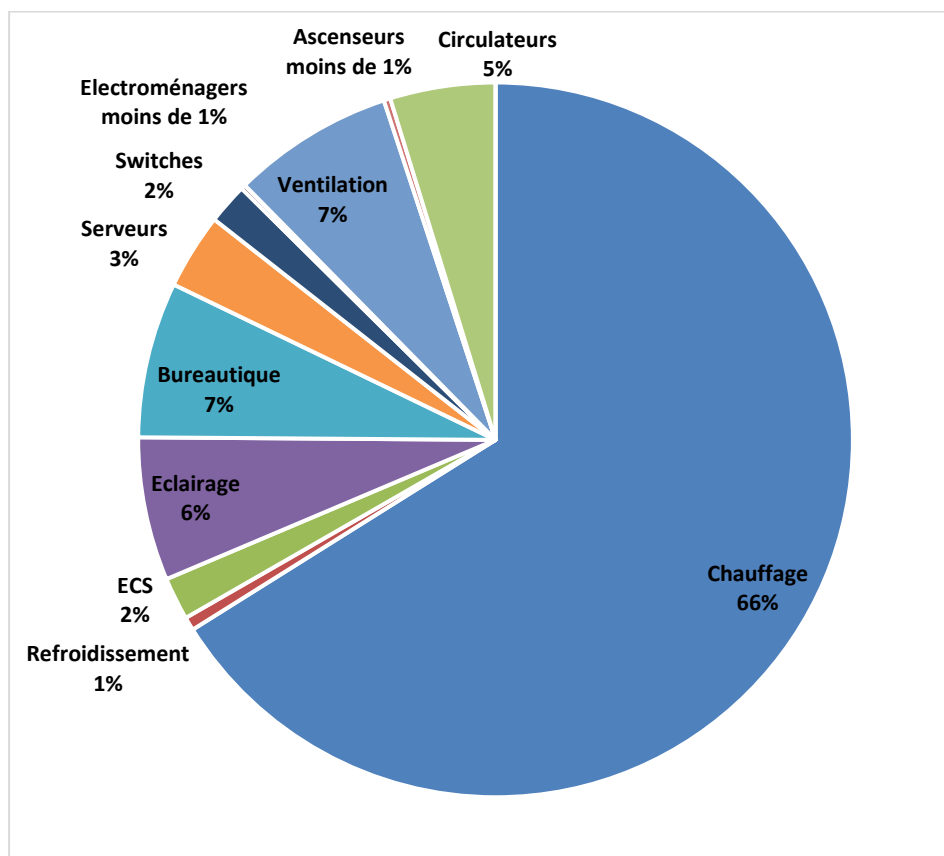
Courbe monotone des besoins de chaleur (en rouge) et de refroidissement (en bleu) du bâtiment

L'analyse de cette courbe montre qu'un besoin de puissance maximum de 289 kW est nécessaire au cours de la période de chauffe. Ce qui implique, qu'une des deux chaudières fonctionne très peu car la puissance des deux chaudières combinées est de 400 kW et qu'elles fonctionnent en cascade. L'installation de chauffage est donc légèrement surdimensionnée.

Un besoin de puissance maximum de 10 kW est nécessaire au cours de la période de refroidissement.

Ces puissances résultent d'une Simulation Thermique Dynamique basée sur un fichier météo de la ville de Rennes.

3. Synthèse des consommations énergétiques par poste



Répartition des consommations énergétiques du site

Les consommations du site sont divisées en deux parts égales : la première moitié est induite par le CVC, et l'autre par la part "USE".

La part CVC comprend 66% de chauffage et 1% de refroidissement.

La part "USE" est grandement impactée par les usages des appareils de bureautique, l'électricité nécessaire au fonctionnement de la ventilation et l'éclairage, représentant ainsi 60% de cette part.

Ce résultat est cohérent puisque le site étudié est majoritairement composé de bureaux.

VII. DETERMINATION DES OBJECTIFS REGLEMENTAIRES DE REDUCTION DE CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Comme cela a été présenté en préambule de ce rapport d'étude, les dispositions réglementaires de la Loi ELAN du 23 novembre 2018, du « Décret Tertiaire » n° 2019-771 du 23 juillet 2019 et de l'Arrêté « Méthode » du 10 avril 2020 exigent l'atteinte d'objectifs décennaux de réduction des consommations énergétiques de chaque entité fonctionnelle (établissement) au sein d'un bâtiment, d'une partie de bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments à usage tertiaire de plus de 1000m².

Cette réglementation prévoit deux types d'objectifs de réduction des consommations énergétiques à horizon 2030, 2040 et 2050 :

- Un **objectif exprimé en valeur relative, noté Crelat** (kWhEF/m²/an), déterminé à partir de la **consommation énergétique de référence noté Créf** (kWhEF/m²/an) ;
- Un **objectif exprimé en valeur absolue, noté Cabs** (kWhEF/m²/an), correspondant à un niveau de consommation d'énergie théorique pour chaque catégorie d'activité tertiaire.

Les objectifs Crelat seront directement déterminés respectivement pour chacune des échéances décennales de la façon suivante :

- Pour l'échéance 2030 : $Crelat\ 2030 = (1 - 0,4) \times Créf$
- Pour l'échéance 2040 : $Crelat\ 2040 = (1 - 0,5) \times Créf$
- Pour l'échéance 2050 : $Crelat\ 2050 = (1 - 0,6) \times Créf$.

Le niveau cible de consommation d'énergie finale, Cabs de référence, est égal à la somme de deux composantes d'usages de l'énergie :

- une composante de consommation énergétique relative à l'ambiance thermique générale et à la ventilation des locaux, **notée CVC**, définie pour un rythme d'utilisation de référence et pour chaque catégorie d'activité en fonction de la zone climatique et de l'altitude ;
- une composante de la consommation énergétique relative aux usages spécifiques énergétiques propres à l'activité ainsi qu'aux autres usages immobiliers tels que la production d'eau chaude sanitaire et d'éclairage, **notée USE**, définie par l'arrêté du 10 avril 2020 pour une intensité d'usage étalon et pour chaque catégorie d'activité.

$$\text{Cabs réf} = \text{CVC} + \text{USE étalon}$$

Les établissements assujettis ont la possibilité d'atteindre l'un des deux objectifs, Crelat ou Cabs, pour être conformes.

Les objectifs de réduction de consommations énergétiques (Cabs et Crelat) peuvent être modulés en fonction du volume d'activité à partir des valeurs des **indicateurs d'intensité d'usage** relatifs aux activités hébergées.

Ces indicateurs d'intensité d'usages sont définis, pour chaque activité hébergée, dans l'arrêté modificatif du 10 avril 2020. Ils permettent de comparer la situation d'une typologie d'activité sur un même référentiel et de procéder à la modulation des objectifs de consommations d'énergie finale en fonction de la valeur de chacun de ces paramètres de référence. Pour cela, ils modifient la valeur étalon de la composante USE de chacune des activités hébergées à partir des formules de modulation propre à chacune de ces activités et fixent le nouveau niveau de consommation **Cabs modulé**.

$$\text{Cabs modulé} = \text{CVC} + \text{USE modulé}$$

Crelat modulé, correspondant à la modulation de Crelat pour chacune des échéances décennales, est obtenu à partir de la modulation de la consommation énergétique de référence Créf, soit Créf modulé.

$$\text{Créf modulé} = \text{Créf} \times \frac{\text{Cabs modulé}}{\text{Cabs réf}}$$

Les objectifs Crelat modulés pour chacune des échéances décennales sont donc :

- Pour l'échéance 2030 : Crelat modulé 2030 = (1 - 0,4) × Créf modulé
- Pour l'échéance 2040 : Crelat modulé 2040 = (1 - 0,5) × Créf modulé
- Pour l'échéance 2050 : Crelat modulé 2050 = (1 - 0,6) × Créf modulé.

Les objectifs de ce chapitre sont :

- Identifier l'année de référence optimale du site et la consommation de référence « Créf » du site ;
- Identifier les indicateurs d'intensité d'usage et établir les objectifs « Cabs réf » et « Cabs modulé » du site ;
- Etablir la consommation de référence modulée du site « Cref modulé » et les objectifs de consommation en valeur relative modulés « Crelat modulé ».

1. Identification de l'année de référence optimale et de la consommation de référence « Créf » du site

L'année de référence réglementaire des assujettis est une année qui doit être choisie entre 2010 et 2020.

A cette année de référence, est associée la consommation énergétique de référence (Cref en kWhEF/m²/an) visée à l'article R. 131-39 du code de la construction et de l'habitation qui servira de « point zéro » pour évaluer l'atteinte des objectifs « Crelat » de réduction des consommations énergétiques d'ici à 2030, 2040 et 2050 de chaque assujetti. Plus l'année de référence aura une consommation élevée, plus l'effort à fournir pour atteindre les objectifs fixés sera faible. Cette consommation énergétique de référence sera pondérée en fonction de la rigueur du climat de l'année choisie.

Cette consommation de référence porte sur la consommation énergétique totale de chaque établissement assujetti.

La consommation de référence du site correspondra à la somme de toutes les consommations des établissements assujettis au sein de ce site à l'année de référence ramenées à la surface totale du site.

Les plans d'actions d'amélioration énergétique seront évalués par rapport à la consommation actuelle du site mais également par rapport à cette consommation de référence pondérée climat qui sera déterminée.

Généralement, celle-ci correspond à l'année où les consommations du bâtiment ont été les plus élevées entre 2010 et 2020.

La part « CVC » de cette consommation de référence doit être pondérée en fonction de la rigueur du climat de l'année choisie.

Conformément aux dispositions de l'Arrêté du 10 avril 2020, la correction climatique des consommations d'énergie relatives au chauffage et au refroidissement est effectuée sur la base :

- des consommations réelles correspondantes lorsqu'elles sont connues à partir de compteurs d'énergie / factures, en utilisant les formules d'ajustement « Réelles » ;
- d'un ratio de consommation par degré-jour lorsque la part réelle des consommations CVC est inconnue en utilisant les formules « Ratios ».

Formules « réelles » d'ajustement pour le chauffage et pour le refroidissement :

$$Correction_{chauf} = Cref_{chauf} \times \left[\frac{Dj_{chauf\ moyen}}{Dj_{chauf}} - 1 \right]$$

$$Correction_{refroid} = Cref_{refroid} \times \left[\frac{Dj_{refroid\ moyen}}{Dj_{refroid}} - 1 \right]$$

Formules « Ratios » pour le chauffage et pour le refroidissement :

$$Correction_{chauf} = 0,03 \times Surface \times Dj_{chauf} \times \left[\frac{Dj_{chauf\ moyen}}{Dj_{chauf}} - 1 \right]$$

$$Correction_{refroid} = 0,05 \times Surface \times Dj_{refroid} \times \left[\frac{Dj_{refroid\ moyen}}{Dj_{refroid}} - 1 \right]$$

- Dj_{chauf} et $Dj_{refroid}$ correspondent aux degrés jour de Chauffage et de Refroidissement de l'année de référence de la station météo la plus proche du site.
- $Dj_{chauf\ moyen}$ et $Dj_{refroid\ moyen}$ correspondent au nombre de degrés jour de Chauffage moyen et de Refroidissement moyen statistique sur la période 2000-2019 de la station météo la plus proche du site.

La correction climatique est réalisée via les formules suivantes.

$$Cref_{chauf\ corrigé\ climat} = Cref_{chauf} + Correction_{chauf}$$

$$Cref_{refroid\ corrigé\ climat} = Cref_{refroid} + Correction_{refroid}$$

$$Cref\ corrigé\ climat = Cref + Correction_{chauf} + Correction_{refroid}$$

Les températures de base retenues sont celles définies dans l'arrêté et sont répertoriées dans le tableau suivant :

TEMPÉRATURES DE BASE

Catégorie	Températures de base (°C)	
	Chauffage	Refroidissement
Bureaux	18	18

Les objectifs de gains énergétiques doivent être considérés à l'échelle de chaque établissement. Pour cela, chaque établissement doit déclarer sa consommation de référence sur la plateforme OPERAT d'ici le 30 septembre 2022. Les consommations Créf non corrigés et corrigés climat de chaque établissement de l'année 2014 sont listés dans le tableau ci-dessous.

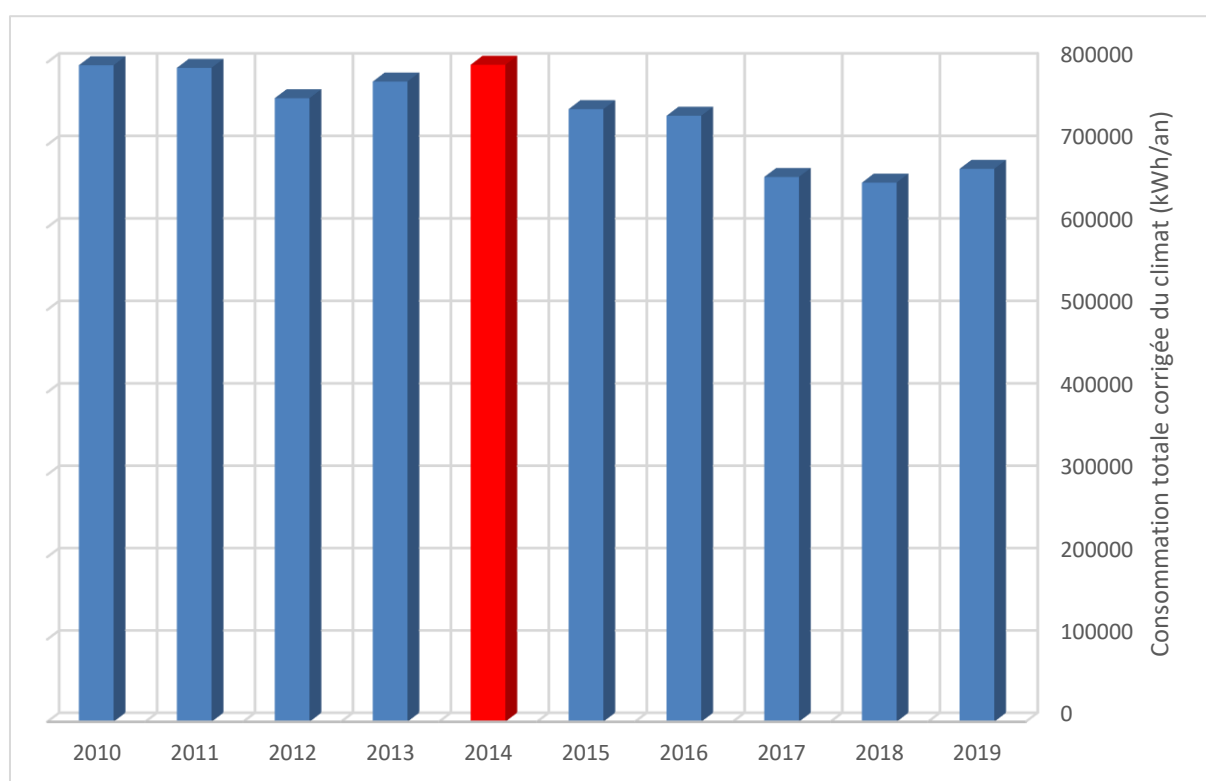
CONSOMMATIONS A L'ANNEE DE REFERENCE DES ETABLISSEMENTS DU SITE

Nom de l'établissement	Année de référence choisie	Consommations non corrigées climat		Consommations corrigées climat	
		Créf en kWh/m²/an	kWh/an	Créf en kWh/m²/an	kWh/an
CAF de la Manche	2014	137,64	743 237	147,42	797 061
TOTAL		137,64	743 237	147,42	797 061

Un récapitulatif des consommations globales du site entre 2010 et 2019 est présenté ci-dessous, corrigées du climat, ainsi que le choix de l'année de référence la plus optimale (en rouge).

Années	Consommations Créf non corrigées climat du site (kWh/an)	Consommations Créf corrigées climat du site (kWh/an)
2019	659 193	670 897
2018	629 221	654 241
2017	656 835	661 072
2016	756 199	735 267
2015	719 917	743 237
2014	743 477	797 061
2013	824 307	776 683
2012	781 875	756 581
2011	734 287	793 352
2010	889 377	796 523

Synthèse des consommations du site sur différentes périodes



Identification de l'année de référence (en rouge)

L'activité du site a très peu varié depuis 2010 en termes d'utilisation et de volume d'activité. On note cependant une baisse des consommations à partir de 2016, ce qui correspond probablement aux importants travaux réalisés sur les différents équipements ainsi que sur la passerelle et les menuiseries.

2. Identification des indicateurs d'intensité d'usage et établissement des objectifs « Cabs réf » et Cabs modulé » du site

L'Arrêté modificatif de l'Arrêté du 10 avril 2020 définit en Annexe II le niveau de consommation d'énergie finale exprimé en valeur absolue « Cabs réf » pour chacune des catégories et sous catégories d'activité recensées.

Chacune des catégories d'activités tertiaires est déclinée en sous-catégories qui permettent d'affiner l'objectif de consommation d'énergie finale exprimée en valeur absolue « Cabs réf » et de refléter la configuration particulière des locaux assujettis via la modulation en fonction des indicateurs d'intensité d'usage. Le « Cabs réf », s'il est modifié, devient alors « Cabs modulé ».

Chaque table de valeurs des sous-catégories comprend :

- Les valeurs de la composante « CVC » définies par zone géographique ;
- La valeur étalon de la composante « USE » ;
- Les indicateurs d'intensité d'usage nominaux correspondants à la valeur « USE étalon » ;
- Les indicateurs d'intensité d'usage que les assujettis peuvent modifier sur la plateforme OPERAT ;
- La formule de modulation de la valeur USE (modulation de l'objectif en fonction du volume d'activité)

Le site sur lequel porte cette étude comprend principalement des activités de bureaux.

TYPOLOGIE ET SURFACE DES LOCAUX DU SITE

Nom de l'établissement	Type de local	Surface (m ²)
CAF de la Manche	Bureaux	1 201
	Open Space	674
	Accueil CAF	86
	Salle de réunion	485
	Salle serveur	69
	Parties communes	1046
Total		3 561

Les valeurs des sous-catégories des différentes activités pour la zone géographique H1a dans laquelle se trouve le site sont présentées dans le tableau ci-dessous.

TABLE DE VALEURS ETALONS DE LA CATEGORIE BUREAUX

Catégorie Bureaux	Sous-catégories	
	Bureaux Standards	Open Space
CVC en kWh/m ² /an	57	57
USE étalon en kWh/m ² /an	50	60
Cabs réf en kWh/m ² /an	107	117
Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/ an) étalon - DT _{étalon}	3 120	3 120
Surface / Poste étalon (m ² /poste) - Surf _{étalon}	18	15
Taux d'occupation étalon (%) – T _{Occ} _{étalon}	70	70

Pour chaque établissement et pour chaque sous-catégorie d'activité recensée, les valeurs des intensités d'usage réelles du site sont présentées dans le tableau ci-dessous.

VALEURS D'INTENSITE D'USAGE DU SITE POUR LA CATEGORIE BUREAUX

Établissements	Sous-catégorie	Surfaces (m ²)	Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/ an)	Surface / Poste (m ² /poste)	Taux d'occupation (%)
CAF de la Manche	Open Space	674	3 132	12,25	90
	Bureaux Standards	1 201	3 132	18,47	90

Les espaces communs de l'immeuble qui distribuent les établissements du site auront une consommation en valeur absolue de référence « Cabs réf » correspondant à la moyenne pondérée des « Cabs réf » de chaque établissement au prorata de leurs surfaces respectives.

Les espaces communs au sein de chaque établissement qui distribuent chaque typologie de locaux auront un « Cabs réf » correspondant à la moyenne pondérée des « Cabs réf » de chaque sous-catégorie de locaux tertiaires au prorata de leurs surfaces respectives.

Les typologies de locaux présents dans chaque établissement ne répondant pas aux catégories définies par l'arrêté modificatif de l'arrêté du 10 avril 2020 (Bureaux, Enseignement et Logistique de froid), seront considérés, en attente d'un futur Arrêté modificatif, comme des espaces communs au sein de chaque établissement.

Sur ce site, ces locaux correspondent aux salles de réunion, salles serveurs et l'accueil.

A partir de la formule de modulation de la valeur USE (modulation de l'objectif en fonction du volume d'activité) définie dans l'Arrêté modificatif de l'Arrêté du 10 avril 2020, Il est possible de définir la consommation en valeur absolue modulée « Cabs ref modulée » de chaque établissement.

Formule de modulation qui s'applique pour les sous-catégories d'activité bureaux :

$$\text{USE modulé (kWh/m}^2\text{/an)} = \text{USE étalon} \times [0,05 + 0,95 \times (\text{T}_{\text{occ}} / \text{T}_{\text{occ}\text{étalon}}) \times (\text{Surf}_{\text{étalon}} / \text{Surf}_{\text{poste}}) \times (\text{Nb_h ouvrées} / \text{DT}_{\text{étalon}}) + 0,28 (\text{Nb_h ouvrées} - \text{DT}_{\text{étalon}}) / \text{DT}_{\text{étalon}}]$$

MODULATION DES OBJECTIFS EN VALEUR ABSOLUE DES SOUS CATEGORIES D'ACTIVITE DU SITE DEFINIES PAR L'ARRETE EN FONCTION DES INDICATEURS D'INTENSITE D'USAGE

Etablissements	Type locaux	Surface (m ²)	Composante CVC (kWh/m ²)	Composante USE étalon (kWh/m ²)	Cabs référence (kWh/m ²)	Composante USE modulée (kWh/m ²)	Cabs modulée (kWh/m ²)
CAF de la Manche	Bureaux	1 201	57	50	107	62	119
	Open space	674	57	60	117	111	168
	Accueil CAF*	86	57	35	92	35	92
	Salles de réunion*	485	57	5	62	5	62
	Salles serveur*	69	0	0	0	0	0
	Parties communes	1 046	57	43	100	63	120
Site	Valeurs globales	3561	55,90	42,46	98,36	62,12	118,02

*Étant donné que les seuils Cabs fixés par l'arrêté ne sont pas encore tous parus, nous avons réalisé un plan Cabs selon des seuils susceptibles d'être mis en place dans le prochain arrêté seuil pour les zones suivantes :

- Seuil des salles de réunions -> Cabs = 62 kWh/m²/an.
- Seuil accueil CAF -> Cabs = 92 kWh/m²/an.

Concernant les salles serveur, l'hypothèse d'un Cabs à 0 kWh/m²/an a été choisie afin de déterminer un objectif légèrement plus ambitieux que la réalité. En effet, lorsque le Cabs des locaux serveur paraîtra dans la réglementation, cette hypothèse permettra de garantir que le plan d'action Cabs proposé dans cette étude sera en adéquation avec les nouveaux seuils.

Remarque importante : Ces seuils sont définis sur la base de valeurs susceptibles de paraître mais ne sont pas officiels à ce jour.

Le seuil Cabs du bâtiment devra être revu lors de la parution officielle du prochain arrêté.

Ainsi le Cabs bâtiment est égal à :

$$Cabs = \frac{Cabs_{définis} \times S_{définis} + Cabs_{salles\ réunion} \times S_{salles\ réunion} + Cabs_{parties\ communes} \times S_{parties\ communes} + Cabs_{accueil\ CAF} \times S_{accueil\ CAF} + Cabs_{salle\ serveur} \times S_{salle\ serveur}}{S_{définis} + S_{salles\ réunion} + S_{parties\ communes} + S_{accueil\ CAF} + S_{salle\ serveur}}$$

$Cabs_{définis}$: Cabs des locaux qui sont déjà parus dans l'arrêté.

MODULATION DES OBJECTIFS EN VALEUR ABSOLUE DU SITE EN FONCTION DES INDICATEURS D'INTENSITE D'USAGE

Etablissements	Type locaux	Surface (m ²)	Cabs réf (kWh/m ²)	Cabs réf (kWh)	Cabs modulé (kWh/m ²)	Cabs modulé (kWh)	Cref corrigées climat (kWh)
CAF de la Manche	Tous	5 400	98,36	531 152	118,02	637 325	797 061
Site	Tous	5 400	98,36	531 152	118,02	637 325	797 061

3. Détermination de la consommation de référence modulée du site « Cref modulé » et des objectifs de consommation en valeur relative modulés « Crelat modulé »

A partir du calcul des niveaux de consommation en valeur absolue de référence « Cabs réf » et modulé « Cabs modulé » de chaque établissement, il est dorénavant possible de déterminer la consommation de référence modulée « Cref modulé » de chaque établissement du site.

Pour rappel, l'arrêté du 10 avril 2020 définit la relation entre « Cref » et « Cref modulé » via la formule suivante :

$$\text{Cref modulé} = \text{Cref} \times \frac{\text{Cabs modulé}}{\text{Cabs réf}}$$

CONSOMMATIONS DE REFERENCE « CREF » ET « CREF MODULE » DES ETABLISSEMENTS

Nom de l'établissement	Consommations de référence Cref		Consommations de référence Cref modulé	
	kWh/m ² /an	kWh/an	kWh/m ² /an	kWh/an
CAF de la Manche	147,42	796 061	176,89	955 187
TOTAL	147,42	796 061	176,89	955 187

OBJECTIFS DE CONSOMMATIONS « CRELAT » DES ETABLISSEMENTS

Nom de l'établissement	Crelat 2030		Crelat 2040		Crelat 2050	
	kWh/m ² /an	kWh/an	kWh/m ² /an	kWh/an	kWh/m ² /an	kWh/an
CAF de la Manche	88,45	477 637	73,71	398 031	58,97	318 424
TOTAL	88,45	477 637	73,71	398 031	58,97	318 424

4. Récapitulatif des objectifs de réduction des consommations énergétiques des établissements du site

Le récapitulatif des seuils à atteindre pour les années 2030, 2040 et 2050 de chaque établissement du site est présenté dans le tableau ci-dessous. Chaque établissement devra atteindre soit son objectif de consommation en valeur relative « Crelat », soit celui de consommation en valeur absolue « Cabs ».

CONSOMMATION DE REFERENCE & OBJECTIFS DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Établissements	Consommations en kWh/m ² /an					Ecart Cref aux seuils Cabs modulé (%)
	Créf	Crelat 2030	Crelat 2040	Crelat 2050	Cabs modulé	
CAF de la Manche	147,42	88,45	73,71	58,97	118,02	20 %
TOTAL	147,42	88,45	73,71	58,97	118,02	20 %

VIII. ACTIONS D'AMÉLIORATIONS

1. Précision sur les calculs des actions d'amélioration

Il est nécessaire de préciser que l'estimation des économies d'énergie est calculée pour chaque solution prise de façon indépendante. Dans le cas de la mise en place de plusieurs solutions simultanément, les économies d'énergie réalisées ne pourraient être la somme des économies de chaque solution.

L'estimation des économies énergétiques et financières de chaque préconisation est réalisée à partir d'un fichier météo horaire qui a été corrigé du climat sur la base de la rigueur climatique moyenne 2000-2019 de la station météo de Marseille.

En effet, réaliser ces calculs à partir d'un fichier météo horaire d'une année particulière ne serait pas représentatif car les résultats obtenus dépendraient de la rigueur de l'hiver et de l'été de l'année utilisée.

L'ADEME, l'Agence de la transition écologique, propose dans le cahier des charges de l'audit énergétique des bâtiments des hypothèses d'évolution du prix de l'énergie sur la période 2010 à 2030. Ces valeurs prospectives d'augmentation du prix des énergies se sont finalement retrouvées sous estimées par rapport à la réalité entre 2010 et 2020.

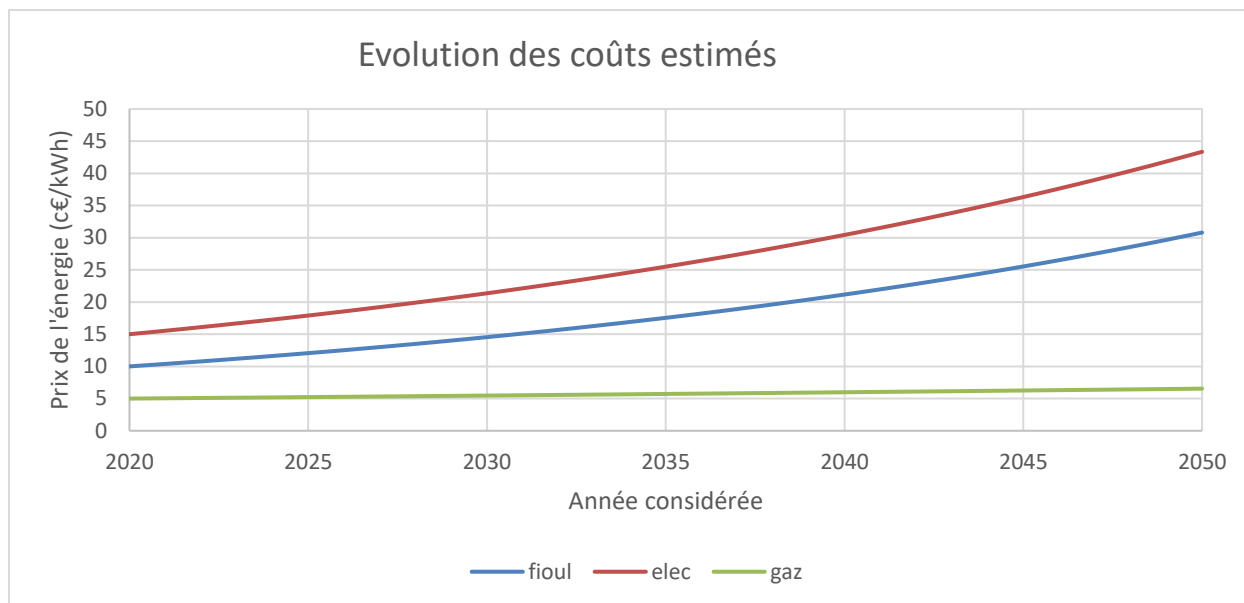
Pour cette raison, ACCEO a mis au point ses propres calculs d'augmentation annuelle du prix de l'énergie entre 2020 et 2050 sur la base de données quantifiables et vérifiables. Ces calculs, basés sur les informations disponibles dans la base de données Ministérielle Pégase¹, correspondent aux réelles augmentations annuelles du prix des énergies (Gaz, Electricité et Fioul) de 2007 à 2020. L'objectif est d'obtenir plus de précision quant à la vision projetée des futures économies financières à la suite de la mise en œuvre des actions d'amélioration énergétique proposées.

A partir de l'historique des prix de l'énergie entre 2007 et 2017, il a été possible d'en déduire un facteur d'augmentation annuel moyen du prix des différentes énergies. Ce facteur d'augmentation a été utilisé pour projeter le prix du kWh de chaque énergie jusqu'à 2050.

FACTEURS D'AUGMENTATION MOYEN DU PRIX DE CHAQUE ENERGIE

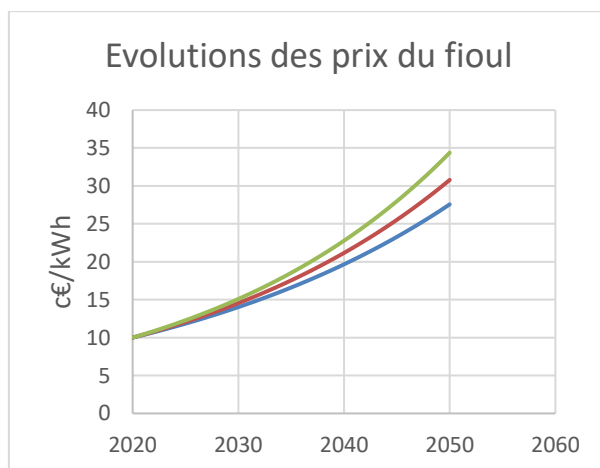
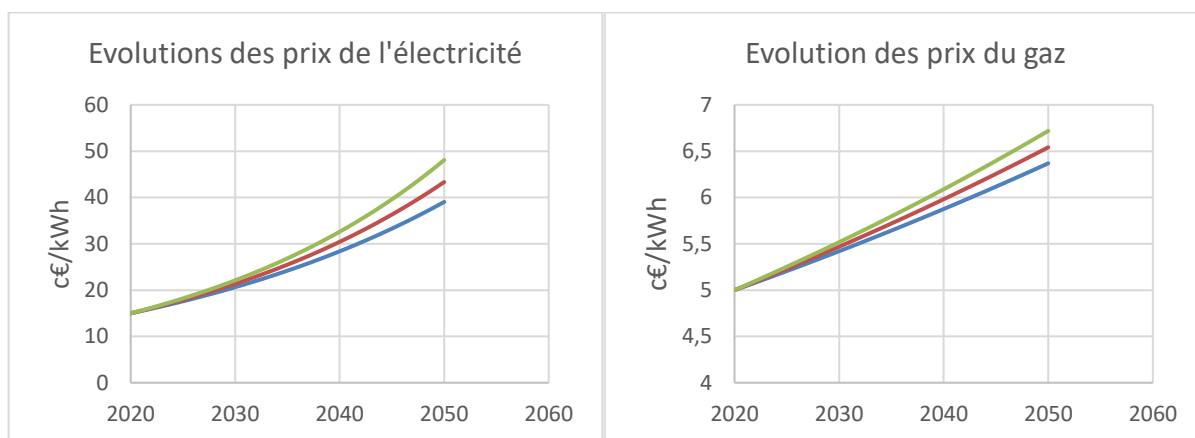
Gaz	Fioul	Electricité
+ 0,9 % par an	+ 3,8 % par an	+ 3,6 % par an

¹ Données et études statistiques - Ministère de la transition écologique et solidaire



De la même façon que l'a réalisé l'ADEME, ces facteurs d'augmentation annuelle relevée ont été pondérés de - 10% et +10% par an afin d'obtenir trois hypothèses d'évolution annuelle du prix de l'énergie. Ces hypothèses se traduisent par deux courbes d'évolution supplémentaires pour chaque type d'énergie étudié :

- Hypothèse 1 : application du facteur d'augmentation moyen du prix de chaque énergie (courbe rouge)
- Hypothèse 2 : application de l'hypothèse 1 + 10% (courbe verte)
- Hypothèse 3 : application de l'hypothèse 1 - 10% (courbe bleue)



Dans le cadre de l'analyse de la modulation des objectifs de gains énergétiques exigés par le décret et l'arrêté tertiaire, la disproportion manifeste des coûts des actions de réduction de la consommation énergétique par rapport aux gains énergétiques attendus doit être évaluée à partir des consommations énergétiques de l'année en cours du site. Pour cela, les économies financières de chaque action d'amélioration sont calculées sur la base de l'augmentation du prix de l'énergie selon l'hypothèse 1 décrite ci-dessus.

Le chiffrage des actions d'amélioration énergétique dans le cadre de cette étude correspond à des ordres de grandeur relatifs aux travaux d'amélioration énergétique et ne peut être considéré comme étant aussi précis que celui obtenu en phase d'avant-projet d'une maîtrise d'œuvre de travaux.

Le coût estimé des travaux ne prend pas en compte les éventuels travaux de mise aux normes, les difficultés de mise en œuvre ou celles liées à la présence d'amiante, ainsi que les travaux induits ou complémentaires d'amélioration architecturale, technique ou esthétique.

En effet, même si les coûts des matériaux et équipements sont précisément estimés, le niveau de complexité de mise en œuvre des travaux par les entreprises ne peut être évalué à ce stade.

Certificats d'Économies d'Énergie

Lorsqu'une solution d'amélioration préconisée peut permettre la revente de Certificats d'Économie d'Énergie (CEE), l'estimation de la revente des CEE est basée sur le prix moyen actuel du marché défini par le cours EMMY. Celui-ci est fixé à 0.007 € par kWhcumac.

Les actions d'amélioration énergétique étudiées sont regroupées suivant :

- Les Actions d'amélioration sur le bâti ;
- Les actions d'amélioration sur les équipements énergétiques ;
- Les actions d'amélioration sur les dispositifs d'optimisation et d'exploitation des systèmes et équipements énergétiques ;
- Les actions d'amélioration sur l'adaptation des locaux et le comportement des occupants.

2. Actions d'améliorations sur le bâti

La recherche de la performance énergétique de l'enveloppe du bâti n'est pas sans conséquence. La qualité de l'enveloppe du bâti et les consommations énergétiques dues au conditionnement d'ambiance (maintien de température, hygrométrie, renouvellement d'air, etc.) sont étroitement liées. Même en rénovation, des préconisations simples sur l'enveloppe peuvent contribuer à une amélioration de l'utilisation de l'énergie et faire réaliser des économies financières liées aux économies d'énergie.



Ensemble des déperditions thermiques du bâti

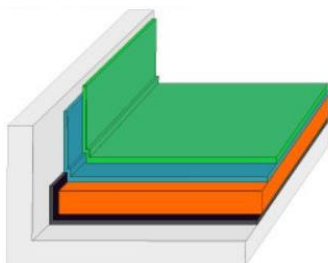
L'enveloppe du bâtiment nécessite quelques améliorations pour être performante.

Les préconisations suivantes permettent d'évaluer les gains énergétiques en fonction du type d'isolation appliqué. Les coûts d'investissement estimés ainsi que les temps de retour sur investissement sont présentés pour chaque type de parois :

FICHE ACTION

Isolation de la toiture-terrasse de l'extension qui sert d'accueil à la CAF

Présentation de la solution



De par sa position particulière en couverture de l'enveloppe et sa surface maximale d'exposition, les déperditions thermiques sont naturellement importantes sur une toiture terrasse ; l'isolation de cette partie doit donc être traitée soigneusement. Ces travaux seront d'autant plus intéressants à réaliser en parallèle d'une réfection d'étanchéité.

La toiture terrasse de l'extension du bâtiment A qui sert d'accueil n'est pas isolée. C'est pour cela que nous conseillons, dans cette préconisation, l'isolation de la toiture terrasse de l'extension.

Isolation thermique d'une toiture terrasse

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
- Amélioration du confort en hiver pour le dernier niveau - Diminution de l'effet de paroi froide au dernier niveau - Diminution de la consommation énergétique globale du bâtiment - Faible surcoût en cas de réfection d'étanchéité	- Possibilité de devoir rehausser les acrotères - Prévoir un système de sécurité pour les travaux

Données techniques, énergétiques et financières

Surface des toitures à isoler (m ²)	122	
Résistance thermique de l'isolant à installer (m ² .K/W)	4,55	
Coût total de l'intervention	€ HT	€ TTC 20%
	15 893	19 071
Revente des certificats d'économies d'énergie (CEE) (€)	1 438	
Investissement après revente des CEE (€ HT)	Total	Par m ² (SDP ou SUB)
	14 455	3
Référentiel	Consommations sur Année en cours	
Économies énergétiques (kWh _{EF} /m ² .an)	8	
Économies énergétiques (kWh _{EF} /an)	45 257	
Économies financières annuelles (€/an)	1 880	
Part d'économies sur la consommation actuelle	7%	
Temps de retour brut avec prise en compte des CEE (ans)	7	
Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)	Non	
Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)	Non	

Rentabilité	-	Économies d'énergie	+	Amélioration du confort	++
-------------	---	---------------------	---	-------------------------	----

Détails des aides et subventions

- ✓ L'entreprise qui fait les travaux doit être certifiée RGE

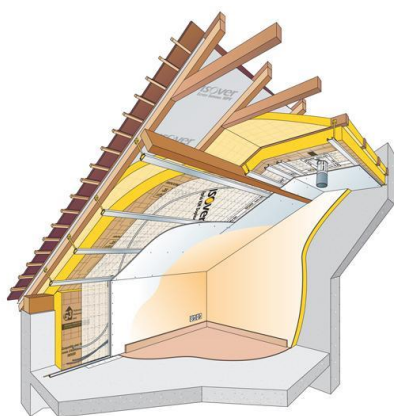
RGE

Certificats d'économie d'énergie (CEE)	
Fiche standard CEE	BAT-EN-104
Condition d'éligibilité	$R \geq 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Quantification (MWh cumac)	205

FICHE ACTION

Isolation des rampants sur les toitures du bâtiment A et B

Présentation de la solution



Isolation des rampants

La toiture est un élément très déperditif au niveau de l'enveloppe d'un bâtiment, c'est pour cela qu'isoler les rampants en combles permet de diminuer les consommations énergétiques de chauffage. De plus, l'isolation des rampants peut permettre d'aménager les combles et ainsi gagner de l'espace sur un bâtiment. Cette solution apporte aussi une amélioration de confort thermique en été comme en hiver.

La pose de l'isolant se fait depuis l'intérieur directement contre la charpente de la toiture. L'isolant peut facilement être caché ensuite par des plaques de placo-plâtre dans le but de rendre aménageables les combles.

Sur ce site, une isolation des rampants est plus facilement réalisable qu'une isolation des planchers car les équipements CVC ainsi que les différents tuyaux d'eau et les gaines aérauliques sont fixés au sol.

AVANTAGES

- Amélioration du confort thermique d'hiver et d'été
- Diminution de la consommation énergétique
- Possibilité d'aménager des combles

INCONVÉNIENTS

- La pose de l'isolant peut se révéler complexe sur certaines parties
- Coût élevé

Données techniques, énergétiques et financières

Surface à isoler (m ²)	1 487	
Résistance thermique R (m ² .K/W) de l'isolant	6	
Coût total de l'intervention	€ HT	€ TTC 20%
	163 614	196 337
Revente des certificats d'économies d'énergie (CEE) (€)	17 492	
Investissement après revente des CEE (€ HT)	Total	Par m ² (SDP ou SUB)
	146 122	27
Référentiel	Consommations sur Année en cours	
Économies énergétiques (kWh _{EF} /m ² .an)	12	
Économies énergétiques (kWh _{EF} /an)	64 731	
Économies financières annuelles (€/an)	2 700	
Part d'économies sur la consommation actuelle	10%	
Temps de retour brut avec prise en compte des CEE (ans)	47	
Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)	Oui	

Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)

Non

Rentabilité

-

Économies d'énergie

++

Amélioration du confort

++

Détails des aides et subventions

- ✓ L'entreprise qui fait les travaux doit être certifiée RGE

RGE

Certificats d'économie d'énergie (CEE)

Fiche standard CEE	BAT-EN-101
Condition d'éligibilité	$R \geq 6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Quantification (MWh cumac)	2 499

FICHE ACTION

Renforcement de l'isolation intérieure des murs

Présentation de la solution



Isolation intérieure

Les murs extérieurs sont isolés par l'intérieur, il est préconisé de renforcer l'isolation par des matériaux plus performants. Cette technique d'isolation maintient une température homogène dans le bâtiment. Cette préconisation étudie le chiffrage d'un doublage en laine minérale doublée d'un parement de plâtre.

Nous conseillons de mettre en place un isolant très performant afin de limiter les pertes de surface.

Le prix annoncé devra être affiné pour prendre en compte les spécificités de l'espace intérieur (déplacement de radiateurs, modification électrique éventuelle...).

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
- Amélioration du confort thermique d'hiver et d'été - Diminution des bruits venant de l'extérieur - Diminution de la consommation énergétique - Évite les modifications extérieures de façades - Durée de vie importante	- Réduction de l'espace intérieur - Travaux en espaces inoccupés - Nécessité de reprendre les revêtements intérieurs - Nécessite le déplacement des prises et des interrupteurs

Données techniques, énergétiques et financières

Surface à isoler (m ²)	1 660	
Résistance thermique R (m ² .K/W) de l'isolant	3,7	
Coût total de l'intervention	€ HT	€ TTC 20%
	1 251 145	1 501 374
Revente des certificats d'économies d'énergie (CEE) (€)	33 462	
Investissement après revente des CEE (€ HT)	Total	Par m ² (SDP ou SUB)
	1 217 683	225
Référentiel	Consommations sur Année en cours	
Économies énergétiques (kWh _{EF} /m ² .an)	2	
Économies énergétiques (kWh _{EF} /an)	11 142	
Économies financières annuelles (€/an)	512	
Part d'économies sur la consommation actuelle	2%	
Temps de retour brut avec prise en compte des CEE (ans)	311	
Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)	Oui	
Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)	Non	

Rentabilité	-	Économies d'énergie	-	Amélioration du confort	+
-------------	---	---------------------	---	-------------------------	---

Détails des aides et subventions

- ✓ Les isolants doivent avoir une certification ACERMI ou CSTBat.
- ✓ L'entreprise qui fait les travaux doit être certifiée RGE.

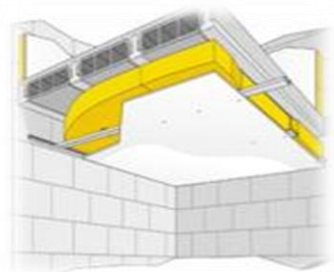


Certificats d'économie d'énergie (CEE)	
Fiche standard CEE	BAT-EN-102
Condition d'éligibilité	$R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Quantification (MWh cumac)	4 780

FICHE ACTION

Isolation thermique du plancher bas sur vide sanitaire du bâtiment A et de la passerelle

Présentation de la solution



Isolation thermique du plancher bas

Cette solution d'amélioration prend en compte l'isolation thermique du plancher bas en contact avec le vide sanitaire du bâtiment A et de la passerelle.

Il est recommandé de mettre en place un isolant de résistance thermique globale de 3 m².K/W. Il sera important d'adapter le type d'isolant à appliquer de façon à limiter l'épaisseur de l'isolant dans le vide sanitaire.

Des surcoûts pourront être appliqués en raison des difficultés d'accès au vide sanitaire.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
- Amélioration du confort en hiver pour le RDC, - Diminution de l'effet de paroi froide - Diminution de la consommation énergétique globale du bâtiment, - Augmentation de l'inertie thermique.	- Accessibilité difficile - Diminution de la hauteur du vide sanitaire

Données techniques, énergétiques et financières

Surface à isoler (m ²)	530	
Résistance thermique R (m ² .K/W) de l'isolant	3	
Coût total de l'intervention	€ HT	€ TTC 20%
	68 926	82 711
Revente des certificats d'économies d'énergie (CEE) (€)	11 580	
Investissement après revente des CEE (€ HT)	Total	Par m ² (SDP ou SUB)
	57 346	11
Référentiel	Consommations sur Année en cours	
Économies énergétiques (kWh _{EF} /m ² .an)	<1	
Économies énergétiques (kWh _{EF} /an)	356	
Économies financières annuelles (€/an)	20	
Part d'économies sur la consommation actuelle	<1%	
Temps de retour brut avec prise en compte des CEE (ans)	153	
Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)	Oui	
Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)	Non	

Rentabilité

-

Économies d'énergie

-

Amélioration du confort

++

Détails des aides et subventions

- ✓ Les isolants doivent avoir une certification ACERMI ou CSTBat.
- ✓ L'entreprise qui fait les travaux doit être certifiée RGE.

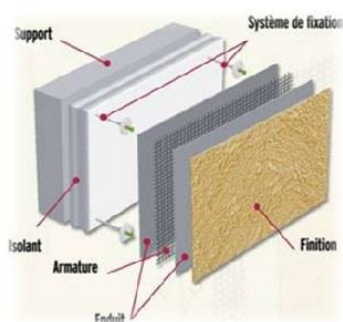
**Certificats d'économie d'énergie (CEE)**

Fiche standard CEE	BAT-EN-103
Condition d'éligibilité	$R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Quantification (MWh cumac)	1 654

FICHE ACTION

Renforcement de l'isolation extérieure des pignons du bâtiment B

Présentation de la solution



Isolation thermique par l'extérieur

Les pignons du bâtiment B sont isolés par l'extérieur, il est préconisé de renforcer l'isolation par des matériaux plus performants. Cette technique d'isolation maintient une température homogène dans le bâtiment. Cette préconisation étudie le chiffrage d'un remplacement des panneaux de polystyrène expansé de 6 cm d'épaisseur par un matériau isolant plus performant.

Ces travaux sont de préférence à réaliser lors d'un ravalement de façade pour mutualiser les coûts, à noter que cette préconisation a été chiffré dans ces conditions.

AVANTAGES

- Amélioration du confort en hiver,
- Diminution de la consommation énergétique,
- Conservation de l'inertie thermique des murs,
- Permet de rentabiliser un ravalement de façade,
- Pas de réduction de la surface utile,
- Occupation possible pendant les travaux,
- Vaste choix de finitions

INCONVÉNIENTS

- Temps de retours sur investissement long en présence d'une isolation existante

Données techniques, énergétiques et financières

Surface à remplacer (m ²)	72	
Résistance thermique de l'isolant à installer (m ² .K/W)	3,7	
Coût total de l'intervention	€ HT	€ TTC 20%
	10 745	12 893
Revente des certificats d'économies d'énergie (CEE) (€)	1 444	
Investissement après revente des CEE (€ HT)	Total	Par m ² (SDP ou SUB)
	9 300	2
Référentiel	Consommations sur Année en cours	
Économies énergétiques (kWh _{ef} /m ² .an)	<1	
Économies énergétiques totales (kWh _{ef} /m ² .an)	168	
Économies financières annuelles (€/an)	72	

Part d'économies sur la consommation actuelle	<1%
Temps de retour brut avec prise en compte des CEE (ans)	85
Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)	Oui
Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)	Non

Rentabilité	-	Économies d'énergie	-	Amélioration du confort	+
-------------	---	---------------------	---	-------------------------	---

Mise en œuvre de la solution



AVIS DE L'EXPERT ET CONSEILS SUR LA MISE EN OEUVRE

- Au même titre qu'un ravalement ou toute modification extérieure d'un bâtiment existant, une déclaration préalable de travaux est obligatoire pour la pose d'isolation par l'extérieur, d'après l'article R.421-17.a du Code de l'Urbanisme.
- Le fait d'isoler les murs par l'extérieur peut engendrer des coûts annexes pour parfaire le ravalement de façade qui ne concerne pas une amélioration énergétique (remplacement des gardes corps, des volets, remise en peintures de parois non déperditives ...)
- L'isolation thermique par l'extérieur peut donner l'impression amplifier les bruits venant de l'intérieur par une meilleure isolation acoustique vis-à-vis de l'extérieur.

Détails des aides et subventions

- ✓ Les isolants doivent avoir une certification ACERMI ou CSTBat.
- ✓ L'entreprise qui fait les travaux doit être certifiée RGE.



Certificats d'économie d'énergie (CEE)	
Fiche standard CEE	BAT-EN-102
Condition d'éligibilité	$R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Quantification (MWh cumac)	206

3. Préconisations d'améliorations sur les équipements énergétiques

FICHE ACTION

Remplacement des lampes énergivores par des LED

Présentation de la solution



Lampe LED

Le remplacement des dernières lampes très énergivores (tubes fluorescents) des bureaux par des panneaux LED permet de réaliser des gains d'énergies.

Les lampes LED ont une haute efficacité énergétique et permettent d'économiser 60% par rapport aux lampes à incandescence, au sodium ou au mercure et de 10 à 20% par rapport aux lampes à économie d'énergie.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
- Diminution de la consommation énergétique globale - Durée de vie plus importante - Allumage instantané à la puissance optimale - Faible émission peu de chaleur	Coût élevé au remplacement

Données techniques, énergétiques et financières

Nombre d'ampoules remplacées dans les lieux à forte fréquentation	1 344	
Coût total de l'intervention	€ HT	€ TTC 20%
	1 845	2 214
Revente des certificats d'économies d'énergie (CEE) (€)	329	
Investissement après revente des CEE (€ HT)	Total	Par m ²
	1 516	0,3
Référentiel	Consommations sur Année en cours	
Économies énergétiques (kWh _{ef} /m ² .an)	2	
Économies énergétiques totales (kWh _{ef} /.an)	8 302	
Économies financières annuelles (€/an)	996	
Part d'économies sur la consommation actuelle	1%	
Temps de retour brut avec prise en compte des CEE (ans) (Hypothèse 1)	2	

Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)

Non

Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)

Non

Délais de mise en œuvre de la solution

Synergie avec d'autres travaux

1 jour

- Mise en place de détecteur de présence
- Mise en place d'une gestion de l'éclairage en fonction de l'éclairage naturel

Rentabilité

++

Économies d'énergie

+

Amélioration du confort

+

Détails des aides et subventions

- ✓ L'entreprise qui fait les travaux doit être certifiée RGE

RGE

Certificats d'économie d'énergie (CEE)

Fiche standard CEE

BAT-EQ-127

Quantification (MWh cumac)

47

FICHE ACTION

Installation de 20kWc de panneaux photovoltaïques pour l'autoconsommation sur la toiture du bâtiment B

Présentation de la solution



Installation de panneaux photovoltaïques

NB : Attention la mise en place des panneaux photovoltaïques nécessite une étude complète de faisabilité technique.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
• Production d'énergie gratuite et non polluante • Réduction des émissions de CO₂ • Rentabilité rapide	• Investissement important au début • Énergie intermittente

Données techniques, énergétiques et financières

Surface de panneaux de l'installation (m ²)	100	
Puissance de l'installation (kWc)	20	
Coût total de l'intervention	€ HT	€ TTC 20 %
	28 000	33 600
Référentiel	Consommation sur Année en cours	
Économies énergétiques totales (kWh _{EF} /m ² .an)	4	
Économies énergétiques totales (kWh _{ef} /.an)	20 384	
Économies financières annuelles (€/an)	2 446	
Part d'économies sur la consommation actuelle	3%	
Temps de retour brut (ans)	10	
Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)	Non	
Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)	Non	

Délai de mise en œuvre de la solution	Synergies avec d'autres travaux
2 semaines	/

Rentabilité	++	Économies d'énergie	+	Amélioration du confort	/
-------------	----	---------------------	---	-------------------------	---

FICHE ACTION

**Installation de 37kWc de panneaux photovoltaïques pour
l'autoconsommation sur la toiture du bâtiment A**

Présentation de la solution



Installation de panneaux photovoltaïques

NB : Attention la mise en place des panneaux photovoltaïques nécessite une étude complète de faisabilité technique.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
• Production d'énergie gratuite et non polluante • Réduction des émissions de CO₂ • Rentabilité rapide	• Investissement important au début • Énergie intermittente

Données techniques, énergétiques et financières

Surface de panneaux de l'installation (m ²)	185	
Puissance de l'installation (kWc)	37	
Coût total de l'intervention	€ HT	€ TTC 20 %
	44 400	53 280
Référentiel	Consommation sur Année en cours	
Économies énergétiques totales (kWh _{EF} /m ² .an)	5	
Économies énergétiques totales (kWh _{ef} /.an)	29 475	
Économies financières annuelles (€/an)	3 537	
Part d'économies sur la consommation actuelle	4%	
Temps de retour brut (ans)	10	
Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)	Non	
Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)	Non	

Délai de mise en œuvre de la solution	Synergies avec d'autres travaux
2 semaines	/

Rentabilité	++	Économies d'énergie	+	Amélioration du confort	/
-------------	----	---------------------	---	-------------------------	---

4. Actions d'amélioration sur les dispositifs de gestion et d'exploitation des systèmes et équipements énergétiques

FICHE ACTION

Adapter la Gestion Technique du Bâtiment (GTB) pour les VMC et pour les CTA double flux

Présentation de la solution



Il est recommandé de mettre en place un système de Gestion Technique du Bâtiment afin de piloter les deux VMC et d'adapter le système existant sur les CTA double flux.

En effet, à ce jour, la GTB existante pilote les CTA et est programmée pour que ces dernières fonctionnent en débit réduit la nuit et les week-ends. Cependant, nous préconisons d'adapter la régulation pour un arrêt complet des CTA la nuit et les week-ends où les locaux n'ont pas besoin d'être ventilés. Cette première intervention permettrait de réduire les consommations énergétiques globales du site.

Dans un second temps, nous conseillons de raccorder la GTB existante aux caissons de VMC afin de pouvoir arrêter le fonctionnement de ces derniers la nuit et les week-ends, toujours dans l'optique de réaliser des économies d'énergies.

Le fonctionnement, même à débit réduit la nuit et les week-ends, engendre des consommations électriques à cause du fonctionnement des ventilateurs, mais aussi des consommations de gaz à cause des batteries de préchauffages présentes sur les CTA qui ont pour consigne de souffler de l'air chaud à 21,5°C.

NB : Attention le prix indiqué ci-dessous est indicatif, en effet le chiffrage précis de tels travaux nécessite une étude complète de faisabilité technique.

AVANTAGES

- Diminution des consommations de gaz et d'électricité lorsque le site est inoccupé
- Meilleure gestion des équipements de ventilation

INCONVÉNIENTS

- Investissement assez important en fonction des caractéristiques des systèmes climatiques déjà en place
- Mise en place de câblages pour le réseau de communication

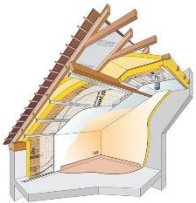
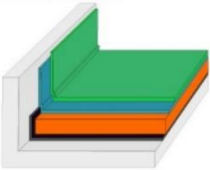
Données techniques, énergétiques et financières

	€ HT	€ TTC 20%
Coût total de l'intervention	22 425	26 910
Revente des certificats d'économies d'énergie (CEE) (€)	3 738	

	Total	Par m ²
Investissement après revente des CEE (€ HT)	17 336	3
Économies énergétiques totales (kWh _{EF} /m ² .an)	9	
Économies énergétiques totales (kWh _{ef} /an)	46 027	
Économies financières annuelles (€/an)	3 145	
Part d'économies sur la consommation actuelle	7%	
Temps de retour brut (ans)	6	
Action concernée par la disproportion manifeste du coût des travaux (DC)	Non	
Action concernée par des contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales (CT)	Non	
Rentabilité	++	Économies d'énergie
		++
		Amélioration du confort
		/
Certificats d'économie d'énergie (CEE)		
Quantification (MWh cumac)	534	

IX. SYNTHÈSE DES ACTIONS D'AMÉLIORATION

RECAPITULATIF DES ACTIONS D'AMÉLIORATIONS PRÉCONISÉES

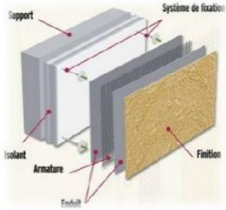
Leviers d'actions	Description de l'action	Photos	Coût de la solution (€ HT)		T.R.I. ² Brut (années)	Responsabilité	
			Avant aides	Après aides ³		PRO ⁴	OCC ⁵
Bâti	Isolation en sous face du plancher bas du vide sanitaire		63 624	52 043	153	X	
Équipement	Remplacement de l'éclairage des bureaux par des panneaux LED de 32W		1 845	1 515	2		X
Équipement	Installation de panneaux photovoltaïques de 20 kWc sur le bâtiment B		28 000	28 000	10	X	
Bâti	Isolation des Toitures des bâtiments A et B		178 488	160 995	47	X	
Bâti	Isolation de la Toiture Terrasse de la partie CAF		14 670	13 231	7	X	
Équipement	Installation de panneaux photovoltaïques de 37 kWc sur le bâtiment A		44 400	44 399	10	X	
Bâti	Renforcement de l'isolation intérieur des bâtiments A et B		1 251 145	1 217 683	311	X	

² Temps de retour sur investissement brut déduit des aides (sur la base de l'année en cours)

³ Les aides prennent en compte les CEE

⁴ Propriétaire

⁵ Occupant

Bâti	Renforcement de l'isolation extérieure des pignons du bâtiment B			10 745	9 300	85	X	
Gestion	Adaptation de la GTB existante			22 425	18 686	6	X	

X. PLANS D' ACTIONS D' AMELIORATIONS PLURIANNUELS ET MODULATIONS DES OBJECTIFS

Il a été présenté en préambule de ce rapport d'étude les différentes possibilités de moduler les objectifs de gains énergétiques réglementaires.

Ces objectifs peuvent être modulés suivant :

1. **La modification et/ou la variation des paramètres qui caractérisent une activité** du bâtiment au cours de chaque décennie : les Indicateurs d'Intensité d'Usage, abrégés en IU
2. **Les Contraintes Techniques, architecturales ou patrimoniales** rencontrées : Risque de pathologie du bâti et règles d'urbanisme, servitudes et emprises foncières, abrégés en CT
3. **La Disproportion manifeste entre les Coûts des actions d'amélioration** déduction faites des aides financières perçues et les gains énergétiques, abrégés en DC.

Disproportion manifeste des coûts :

La réglementation prévoit des seuils pour les temps de retour sur investissements (TRI) :

- Bâti : 30 ans ;
- Equipements : 15 ans ;
- Systèmes de régulation et d'exploitation (GTB) : 6 ans.

Au-delà de ces seuils réglementaires, il y a disproportions manifestes des TRI, c'est-à-dire que l'investissement de l'action d'amélioration est trop élevé par rapport au gain financier qu'elle apporte.

La première possibilité de modulation via les Indicateurs d'Intensité d'Usage (IU) permet de fixer les objectifs réglementaires. Ce type de modulation doit donc être réalisé en amont de la définition des actions d'amélioration énergétique et des plans d'actions. Cette modulation a été réalisée et présentée au chapitre VII du présent rapport d'étude.

Les deux autres possibilités de modulation (Contraintes Techniques - CT & Disproportion des Coûts - DC) ne peuvent être invoquées pour justifier une baisse des objectifs qu'à partir d'une argumentation technique et financière. Cette argumentation doit prouver qu'aucune autre solution n'aurait pu être possible au sein d'un plan d'actions pour réussir à atteindre les objectifs de gains réglementaires.

L'objectif de réduction des consommations d'énergie Cabs modulé IU peut être modulé selon CT et DC en lui ajoutant la valeur, exprimée en kWh/m²/an, correspondant au différentiel entre la consommation surfacique du « plan d'actions de référence » permettant d'atteindre le niveau de consommation cible Cabs modulé IU, et la consommation surfacique du « plan d'actions modulé CT et DC ». L'objectif Crelat modulé IU peut être modulé à partir de Cabsmodulé IU et Cabs modulé IU, CT, DC suivant la formule ci-dessous.

Le « plan d'actions modulé CT et DC » comprend toutes les actions du « plan d'actions de référence » hormis celles soumises à des contraintes techniques ou architecturales et celles considérées comme disproportionnées.

Cabs modulé IU, CT, DC = Cabs modulé IU + (consommations « plan d'actions modulé CT et DC » - consommations « plan d'actions de référence »)

$$\text{Crelat modulé IU, CT, DC} = \frac{\text{Crelat modulé IU} \times \text{Cabs modulé IU, CT, DC}}{\text{Cabs modulé IU}}$$

La modulation CT et/ou DC des objectifs de réduction ne pourra être prise en considération dans le dossier technique que si le programme d'actions démontre que l'ensemble des leviers d'actions possibles ont été mobilisés.

Le « plan d'actions de référence » est défini de façon à permettre d'atteindre l'objectif Cabs.

Les coûts présentés dans chaque plan d'actions d'amélioration énergétique prennent en compte les montants des actions d'amélioration énergétique pour obtenir les gains annoncés. Au même titre que ce qui a été précisé en préambule des préconisations, les chiffrages ne prennent pas en compte les potentielles complications, points singuliers, mises en conformité, présence d'amiante ou travaux complémentaires liés à des caractéristiques spécifiques du bâtiment qui ne peuvent être considérés dans le cadre de cette étude, ou à des demandes complémentaires d'améliorations dans le cadre de ces travaux.

Nous rappelons que les économies d'énergie réalisées par la mise en place de plusieurs solutions simultanément ne pourraient être la somme des économies de chaque solution. En effet, changer au moins deux compositions d'un bâtiment (isolation des murs, de la toiture, remplacement d'un système climatique) va en modifier l'inertie thermique globale et donc son équilibre thermique.

L'ensemble des valeurs dans les tableaux de chaque plan d'actions correspond aux résultats du bâtiment basé sur un fichier météo horaire qui a été corrigé du climat. Cela signifie que les gains énergétiques, les nouvelles consommations après travaux ainsi que les économies financières sont calculées sur la rigueur climatique moyenne des années 2000 à 2019 de la station météo de Rennes. En effet, réaliser ces calculs à partir d'un fichier météo horaire d'une année particulière ne serait pas représentatif car les résultats obtenus dépendraient de la rigueur du climat de l'année utilisée.

Lorsqu'un plan d'actions prévoit le remplacement d'un système climatique, un nouveau dimensionnement est proposé avec prise en compte des nouvelles consommations énergétiques du site après travaux.

Chaque plan d'actions d'amélioration intègre les trois hypothèses d'évolution des prix de l'énergie présenté en préambule des actions d'amélioration de façon à donner une visibilité au maître d'ouvrage sur les futures économies financières.

Les tableaux récapitulatifs suivants présentent les différents plans d'actions d'amélioration énergétique basés sur les actions d'amélioration précédemment proposées.

Dans le cas où les modulations pour disproportion manifeste CT et DC ne peuvent être invoquées dans le cadre de la définition du plan d'action de modulation, le différentiel entre le plan d'actions de référence et le plan d'action de modulation sera nul.

1. Détermination des objectifs de gains énergétiques modulés IU, CT et DC

Les objectifs sans modulation CT/DC étant atteignables, l'établissement devra atteindre les objectifs précédemment présentés :

CONSOMMATION DE REFERENCE & OBJECTIFS DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Établissements	Consommations en kWh/m ² /an					Ecart Cref aux seuils Cabs modulé (%)
	Créf	Crelat 2030	Crelat 2040	Crelat 2050	Cabs modulé	
CAF de la Manche	147,42	88,45	73,71	58,97	118,02	20 %
TOTAL	147,42	88,45	73,71	58,97	118,02	20 %

2. Plan d'actions Plan QuickWins/Cabs

2.1. Détails du plan d'actions à l'échelle du site

Le plan d'action présenté ci-dessous permet des gains rapides et permet d'atteindre l'objectif Cabs modulé IU (selon les intensités d'usages).

DETAIL DES ACTIONS RETENUES

Années	Poste d'intervention	Améliorations	Investissements (€HT)
2022	Complémentaire	Remplacement de l'éclairage des bureaux par des panneaux LED de 32W	1 845 €
2023	Complémentaire	Adaptation de la GTB existante	22 425 €

INVESTISSEMENTS & RENTABILITE

Investissements totaux (€HT)	Investissement déduit des aides (€HT)	Investissement surfacique déduit des aides (€HT/m²)	Coût du kWh économisé (€HTVA)
24 270	20 200	3,74	0,37

L'investissement moyen par m² est donné à titre indicatif et correspond au coût total du scénario, divisé par la surface totale du site.

GAINS ENERGETIQUES ET FINANCIERS

Nouvelles consommations énergétiques (kWh/an)	Economies d'énergie (kWh/an)	Economies de CO2 (tCO2/an)	Economies financières annuelles au prix actuel (€HT/an)	T.R.I. (années)		
				Suivant hypothèse 1	Suivant hypothèse 2	Suivant hypothèse 3
624 036	54 330	8,74	5 212	5	5	5

2.2. Détails du plan d'actions à l'échelle de chaque établissement

REPARTITION DES ACTIONS

Liste des actions	CAF de la Manche
Remplacement de l'éclairage des bureaux par des panneaux LED de 32W	X
Adaptation de la GTB existante	X

BILAN ENERGETIQUE ET FINANCIER

CAF de la Manche	
Investissement totaux (k€ HT)	24,27
Investissements déduits des aides (k€ HT)	20,2
Investissements surfaciques déduits des aides (€HT/m ²)	3,74
Gains énergétiques par rapport à l'année en cours (kWh/m ² /an)	10,06
Gain financier (k€ HT/an)	5,21
Temps de retour sur l'année en cours (années)	4
Réduction d'émission de gaz à effet de serre par rapport à l'année en cours (TeqCO ₂ /an)	8,74

3. Plan d'actions Plan Optimal ACCEO

3.1. Détails du plan d'actions à l'échelle du site

DETAIL DES ACTIONS RETENUES

Années	Poste d'intervention	Améliorations	Investissements (€HT)
2022	Complémentaire	Remplacement de l'éclairage des bureaux par des panneaux LED de 32W	1 845 €
2023	Complémentaire	Adaptation de la GTB existante	22 425 €
2024	Complémentaire	Isolation de la Toiture Terrasse de la partie CAF	14 670 €

INVESTISSEMENTS & RENTABILITE

Investissements totaux (€HT)	Investissement déduit des aides (€HT)	Investissement surfacique déduit des aides (€HT/m2)	Coût du kWh économisé (€HTVA)
38 940	33 432	6,19	0,33

L'investissement moyen par m² est donné à titre indicatif et correspond au coût total du scénario, divisé par la surface totale du site.

GAINS ENERGETIQUES ET FINANCIERS

Nouvelles consommations énergétiques (kWh/an)	Economies d'énergie (kWh/an)	Economies de CO2 (tCO2/an)	Economies financières annuelles au prix actuel (€HT/an)	T.R.I. (années)		
				Suivant hypothèse 1	Suivant hypothèse 2	Suivant hypothèse 3
577 014	101 352	19,41	7 989	5	5	5

3.2. Détails du plan d'actions à l'échelle de chaque établissement

REPARTITION DES ACTIONS

Liste des actions	CAF de la Manche
Remplacement de l'éclairage des bureaux par des panneaux LED de 32W	X
Adaptation de la GTB existante	X
Isolation de la Toiture Terrasse de la partie accueil CAF	X

BILAN ENERGETIQUE ET FINANCIER

CAF de la Manche	
Investissement totaux (k€ HT)	38,94
Investissements déduits des aides (k€ HT)	33,43
Investissements surfaciques déduits des aides (€HT/m²)	6,2
Gains énergétiques par rapport à l'année en cours (kWh/m²/an)	18,77
Gain financier (k€ HT/an)	7,99
Temps de retour sur l'année en cours (années)	4
Réduction d'émission de gaz à effet de serre par rapport à l'année en cours (TegCO ₂ /an)	19,41

4. Plan d'actions Plan Performance Maximale

4.1. Détails du plan d'actions à l'échelle du site

Le plan d'action présenté ci-dessous reprend toutes les préconisations qui ne sont pas disproportionnées CD/DC.

DETAIL DES ACTIONS RETENUES

Années	Poste d'intervention	Améliorations	Investissements (€HT)
2022	Complémentaire	Remplacement de l'éclairage des bureaux par des panneaux LED de 32W	1 845 €
2023	Complémentaire	Adaptation de la GTB existante	22 425 €
2024	Complémentaire	Isolation de la Toiture Terrasse de la partie accueil CAF	14 670 €
2025	Complémentaire	Installation de panneaux photovoltaïque de 37 kWc sur la toiture du bâtiment A	44 400 €
2026	Complémentaire	Installation de panneaux photovoltaïque de 20 kWc sur la toiture du bâtiment B	28 000 €

INVESTISSEMENTS & RENTABILITE

Investissements totaux (€HT)	Investissement déduit des aides (€HT)	Investissement surfacique déduit des aides (€HT/m2)	Coût du kWh économisé (€HTVA)
111 340	105 831	19,6	0,7

L'investissement moyen par m² est donné à titre indicatif et correspond au coût total du scénario, divisé par la surface totale du site.

GAINS ENERGETIQUES ET FINANCIERS

Nouvelles consommations énergétiques (kWh/an)	Economies d'énergie (kWh/an)	Economies de CO2 (tCO2/an)	Economies financières annuelles au prix actuel (€HT/an)	T.R.I. (années)		
				Suivant hypothèse 1	Suivant hypothèse 2	Suivant hypothèse 3
527 154	151 212	22,6	15 468	7	7	7

4.2. Détails du plan d'actions à l'échelle de chaque établissement

REPARTITION DES ACTIONS

Liste des actions	CAF de la Manche
Remplacement de l'éclairage des bureaux par des panneaux LED de 32W	X
Adaptation de la GTB existante	X
Isolation de la Toiture Terrasse de la partie accueil CAF	X
Installation de panneaux photovoltaïque de 37 kWc sur la toiture du bâtiment A	X
Installation de panneaux photovoltaïque de 20 kWc sur la toiture du bâtiment B	X

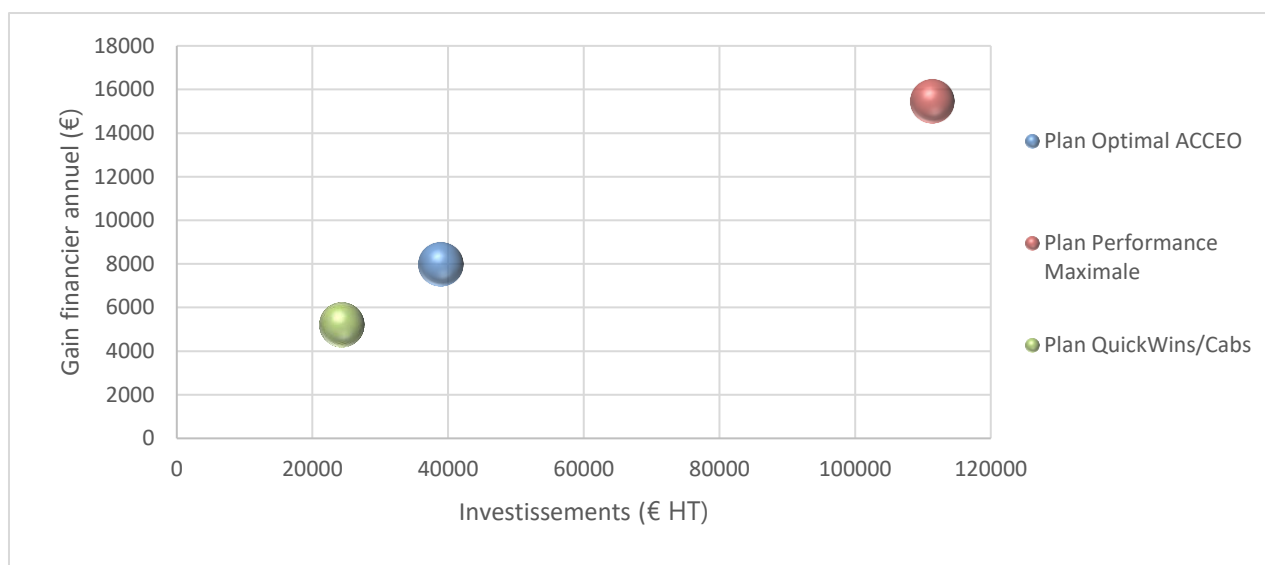
BILAN ENERGETIQUE ET FINANCIER

CAF de la Manche	
Investissement totaux (k€ HT)	111,34
Investissements déduits des aides (k€ HT)	105,83
Investissements surfaciques déduits des aides (€HT/m ²)	19,6
Gains énergétiques par rapport à l'année en cours (kWh/m ² /an)	28
Gain financier (k€ HT/an)	15,5
Temps de retour sur l'année en cours (années)	6
Réduction d'émission de gaz à effet de serre par rapport à l'année en cours (TeqCO ₂ /an)	22,7

5. Récapitulatif des différents plans d'actions pour chaque établissement

Actions d'amélioration énergétiques étudiées	CENTRE SOCIO CULTUREL DE LA GRACE DE DIEU		
	QW/Cabs	Plan Optimal ACCEO	Plan Performance Maximale
Installation de panneaux photovoltaïque de 37 kWc sur la toiture du bâtiment A			X
Installation de panneaux photovoltaïque de 20 kWc sur la toiture du bâtiment B			X
Isolation de la Toiture Terrasse de la partie accueil CAF		X	X
Adaptation de la GTB existante	X	X	X
Remplacement de l'éclairage des bureaux par des panneaux LED de 32W	X	X	X

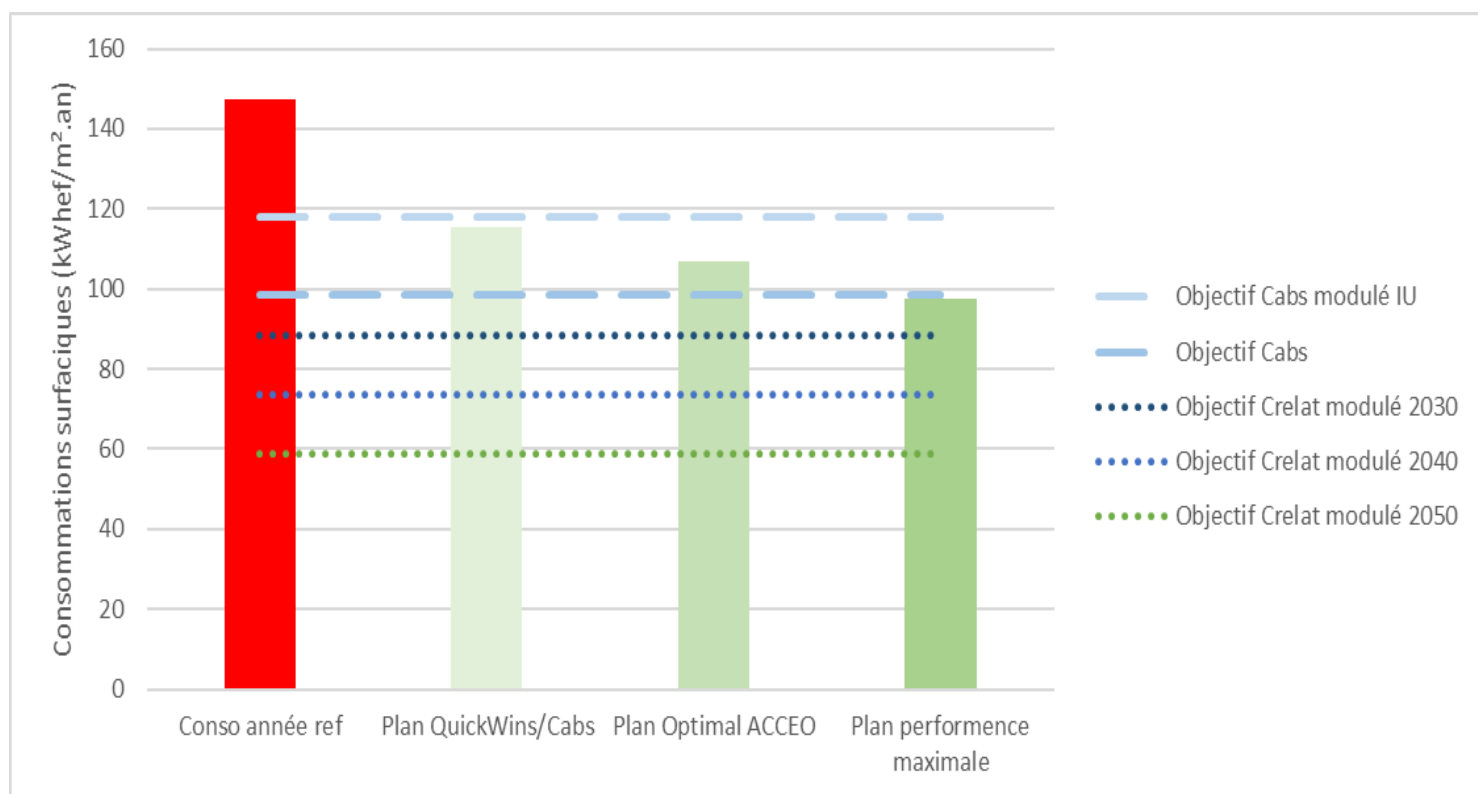
Bilan énergétique et financier à l'échelle du site	Plan QuickWins/Cabs	Plan Optimal ACCEO	Plan Performance Maximale
Investissement totaux (€HT)	24 270	38 940	111 340
Investissements déduits des aides (€HT)	20 200	33 940	105 831
Investissements surfaciques déduits des aides (€HT/m²)	2,74	6,19	19,6
Gains énergétiques par rapport à l'année en cours (kWh/an)	54 330	101 352	151 212
Consommations énergétiques après mise en œuvre des actions (kWh/an)	624 036	577 014	527 154
Consommations énergétiques après mise en œuvre des actions (kWh/m2/an)	115,56	106,85	97,62
Objectif Cabs (kWh/m2/an)	98,36	98,36	98,36
Objectif Cabs modulé IU (kWh/m2/an)	118,02	118,02	118,02
Gain financier (hypothèse 1) (€HT/an)	5 212	7 989	15 468
Temps de retour (années)	4	4	7
Réduction d'émission de gaz à effet de serre par rapport à l'année en cours (TegCO ₂ /an)	8,74	19,41	22,60



Comparaison de la rentabilité économique de chaque scénario

Ce graphique permet de comparer l'économie financière annuelle de chaque scénario en fonction de l'investissement initial pour réaliser les travaux.

Le scénario le plus rentable correspond à celui étant à la fois le plus haut et le plus à gauche possible dans le graphique.



Performance énergétique des plans d'actions d'amélioration énergétique par rapport aux objectifs réglementaires

Le scénario QuickWins/Cabs permet d'atteindre l'objectif Cabs modulé. Ce qui veut dire que l'objectif Cabs ne nécessite pas un gros investissement et peut se réaliser rapidement.

XI. CONCLUSION

Le Schéma Directeur Décret Tertiaire réalisé sur les bâtiments la CAF d'Avranches a permis d'identifier les principaux postes de déperditions énergétiques des bâtiments et de proposer des travaux qui permettraient de réduire les consommations du site.

1. Bilan initial

Le site est structuré en 2 bâtiments principaux ; le bâtiment A et le bâtiment B qui sont constitués respectivement de 6 et de 4 niveaux. Chaque bâtiment possède des combles, pour le bâtiment A une partie des combles est aménagée. Les deux bâtiments sont reliés entre eux par une passerelle. L'accueil du public se fait dans une extension du bâtiment A. Le bâtiment A a été construit dans les années 1950 et le bâtiment B a été construit dans les années 1990.

Les murs des façades pour les bâtiments A et B sont principalement constitués de pierres sur du béton avec une isolation intérieure, quelques-uns sont seulement constitués de béton avec un parement en enduit ainsi qu'une isolation intérieure et d'autres sont en béton avec une isolation extérieure protégée par un revêtement de protection. Les murs des façades de l'accueil de la CAF sont constitués d'un revêtement en acier qui sert à protéger l'isolant extérieur qui est installé sur des parois béton. Pour la passerelle, qui a été refaite entièrement récemment, les murs sont constitués de plateaux de bardage en acier remplis d'isolant.

Les planchers bas de la passerelle et bâtiment A sont supposés donner sur un vide sanitaire de plus de 1 m de hauteur, ils sont en béton et ne sont pas isolés. Les planchers bas du bâtiment B ainsi que celui de l'accueil de la CAF donnent sur un terre-plein et sont supposés non isolés. Excepté pour deux plancher bas qui donnent sur des espaces tampons, le premier est le plancher qui donne sur les archives du bâtiment B, qui est isolé avec de la fibre de bois et le deuxième est le plancher qui donne sur le garage, qui est isolé avec de la fibrastyrène.

Les planchers des combles sont isolés pour chaque bâtiment. Le plancher des combles du bâtiment A est isolé avec du polystyrène expansé plus de la fibre de bois sur une dalle béton pour l'ensemble du plancher. Au-dessus du faux plafond de la partie aménagée des combles on retrouve de la laine de verre. Le plancher des combles du bâtiment B est isolé avec du polystyrène expansé au-dessus d'une dalle béton.

Les toitures pentues des bâtiments A et B sont constituées d'ardoises fixées sur une charpente en bois. La toiture terrasse de l'accueil de la CAF est en béton et est supposée non isolée. La toiture terrasse de la passerelle est, d'après les DOE, un bac acier plein isolé par l'extérieur avec des panneaux de laine de roche.

Le chauffage du site est assuré par une chaufferie située dans les combles du bâtiment B, cette dernière alimente une sous-station située dans les combles du bâtiment A. La chaufferie permet d'alimenter en chauffage le bâtiment B et le bâtiment A par le biais de la sous-station.

Des radiateurs à eau chaude ainsi que des panneaux rayonnants sont reliés à la chaufferie pour le bâtiment B et à la sous-station pour le bâtiment A, ils permettent de chauffer la totalité du site. Les radiateurs permettent de chauffer les sanitaires de chaque bâtiment et les panneaux rayonnants permettent de chauffer les autres locaux du site.

La salle serveur principale située au niveau 0 du bâtiment A et le coffre informatique situé au niveau 2 du bâtiment B sont climatisés par un groupe froid. Les bureaux B208 et A220 sont chauffés et refroidis, le chauffage est assuré par la chaufferie et le refroidissement est assuré par deux pompes à chaleur individuelles.

Le renouvellement d'air des sanitaires s'effectue grâce à deux VMC, une pour chaque bâtiment. Pour les autres locaux, le renouvellement d'air s'effectue par des CTA double flux équipées de batterie chaude, elles-mêmes reliées à la chaufferie pour les deux CTA du bâtiment B et à la sous station pour la CTA du bâtiment A.

2. Travaux conseillés

Remplacement des lampes énergivores par des LED

Nous conseillons de remplacer les tubes fluorescents qui ne l'ont pas encore été dans les bureaux par des panneaux LED performants.

Panneaux photovoltaïques

L'installation de panneaux photovoltaïques permettra de réduire les consommations électriques liées aux équipements. Les propriétaires pourront faire le choix d'autoconsommer une partie de l'électricité produite et de réinjecter le surplus de la production sur le réseau électrique.

Attention, une étude de structure est nécessaire afin de vérifier la faisabilité technique de l'installation des panneaux photovoltaïques sur la toiture-terrasse des bâtiments.

Isolation de la toiture terrasse

La toiture terrasse de l'extension du bâtiment A qui abrite l'accueil n'est pas isolée. C'est pour cela que nous conseillons de mettre en place une isolation performante.

De par sa position particulière en couverture de l'enveloppe et sa surface maximale d'exposition, les déperditions thermiques sont naturellement importantes sur une toiture terrasse ; l'isolation de cette partie doit donc être traitée soigneusement. Ces travaux seront d'autant plus intéressants à réaliser en parallèle d'une réfection d'étanchéité.

Adaptation de la GTB existante

Il est recommandé de mettre en place un système de Gestion Technique du Bâtiment afin de piloter les deux VMC et d'adapter le système existant sur les CTA double flux.

En effet, à ce jour, la GTB existante pilote les CTA et est programmé pour que ces dernières fonctionnent en débit réduit la nuit et les week-ends. Cependant, nous préconisons d'adapter la régulation pour un arrêt complet des CTA la nuit et les week-ends où les locaux n'ont pas besoin d'être ventilé.

Dans un second temps, nous conseillons de raccorder la GTB existante aux caissons de VMC afin de pouvoir arrêter le fonctionnement de ces derniers la nuit et les week-ends, toujours dans l'optique de réaliser des économies d'énergies.

2.1. Conclusion

La présente étude a permis de définir les plans d'actions à prévoir pour respecter la réglementation du décret tertiaire. Le site étudié devra atteindre son objectif de consommation en valeur absolue « Cabs modulé » selon les intensités d'usages, car il est plus facilement atteignable que l'objectif en valeur relative Crelat.

Les seuils de consommation en valeur absolue (Cabs) de certains locaux n'étant pas encore parus, nous avons estimé un seuil Cabs pour le bâtiment calculé à partir des seuils déjà parus dans la réglementation et des seuils susceptibles de paraître pour les typologies non définies. Le seuil Cabs a ainsi été calculé afin de s'approcher au plus près de l'objectif à atteindre en 2030.

Les objectifs seront à mettre à jour lorsque tous les seuils seront officiellement définis par l'arrêté.

XII. ABREVIATIONS ET DEFINITIONS

λ

Conductivité thermique (W/m.K), caractérise l'aptitude d'un matériau à conduire la chaleur. Plus λ est élevé, plus le matériau conduit la chaleur. A l'inverse, plus le coefficient λ est petit, plus le matériau est isolant.

ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)

Etablissement public à caractère industriel et commercial, sous tutelle du MEEDDM (voir définition du Ministère du Développement Durable). Il a pour but de soutenir (financièrement, techniquement, sous forme de conseils et d'expertise...) les opérations ayant trait à la protection de l'environnement (maîtrise de l'eau, des paysages et des risques exclus) et à la maîtrise de l'Energie. Notons la présence de délégations régionales.

Agenda 21

Plan d'action adopté par 173 chefs d'État lors du sommet de Rio, pour faire appliquer le développement durable au sein des collectivités. Il s'agit de recommandations où il est suggéré aux collectivités territoriales de s'engager dans le développement durable au travers d'un programme d'action à l'échelle locale : l'Agenda 21 local. Leur mise en place concrète est surveillée en France par le Comité 21.

BBC (Bâtiment de Basse Consommation énergétique)

Norme officielle française (créée en 2007) conçue pour l'attribution du label de Haute Performance Energétique. Elle fixe les consommations énergétiques (concernant le chauffage de l'eau et de l'air, climatisation, ventilation et éclairage) par surface, en tenant compte de la situation géographique du bâtiment ainsi que de la nature des travaux réalisés

Le Label BBC-effinergie répond aux exigences réglementaires du label BBC qui est repris par le Grenelle comme étant l'objectif 2012 pour les bâtiments neufs de 50 kWh/m²/an (à moduler selon la zone climatique et l'altitude) ; Il existe un label spécifique concernant la rénovation du bâtiment : BBC-rénovation dont le plafond des consommations est fixé à 80 kWh/m²/an.

Bilan carbone™

Un bilan carbone™ dresse une comptabilité des émissions de carbone par secteur d'activité, par entreprise, par habitant, par pays...

L'unité utilisée est la tonne de CO₂, car c'est principalement sous forme de CO₂ que les activités humaines émettent du carbone.

BT (Basse tension)

Dans le réseau électrique français, la "basse tension" correspond à des tensions inférieures à 1000 Volts. Les clients en tarif bleu ou jaune sont alimentés en basse tension.

Calorifugeage

Isolation des tuyaux d'eau chaude ou de chauffage permettant d'éviter les pertes d'énergie entre la chaudière et les points de distribution de chaleur.

CEE (Certificat d'Economie d'Energie)

Un Certificat d'Économie d'Énergie (auss appelé certificat blanc) est une mesure politique nationale qui permet d'encourager les économies d'énergie. Le principe est d'obliger certains acteurs (les obligés) à réaliser des économies d'énergie, et encourager les autres acteurs (les non-obligés) par l'obtention d'un certificat. Les obligés peuvent soit réaliser eux-mêmes les mesures d'économie d'énergie, soit acheter des certificats aux non-obligés, soit payer une surtaxe à l'état.

Chaque kWh cumac d'énergie économisé donne droit à un certificat qui peut être revendu par les copropriétaires à des « obligés » (fournisseurs d'énergie). Le nombre de kWh cumac économisés est calculé à partir des fiches

d'opérations standardisées fournies par le ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

Cep

Coefficient de consommation conventionnelle d'énergie primaire.

Il s'agit de la consommation calculée selon les règles de la méthode Th-C-E existant, sur la base de scénarios d'occupation et de température conventionnels. Elle est exprimée en kWh d'énergie primaire par m² de surface de référence et par an. Elle est calculée pour les cinq postes réglementaires : chauffage, eau chaude sanitaire, auxiliaires, ventilation et éclairage.

COP (Coefficient Of Performance)

Sigle anglais désignant le rendement d'un système énergétique. Le COP est souvent utilisé en thermique du bâtiment pour les appareils de climatisation réversible dans leur usage "chauffage". Puisque le COP est en général utilisé pour des pompes à chaleur, la valeur dépasse souvent 1 (le rendement dépasse 100%) et **correspond au rapport de l'énergie utile et de l'énergie consommée**.

Croissance verte

Théorie économique de croissance économique basée sur une plus grande efficacité de la consommation, au niveau de l'énergie et des matières premières non renouvelables. Cela nécessite un fonctionnement raisonné et responsable de l'ensemble de la société.

DJ (Degrés Jour)

Pour un lieu donné, le Degré Jour est une valeur représentative de l'écart entre la température d'une journée donnée et un seuil de température préétabli (température de référence).

Le nombre de DJ est donc calculé en faisant la différence entre une température de référence (en général fixée à 18°C) et la moyenne des températures minimales et maximales du jour en question.

DJU (Degrés Jour Unifié)

Le DJU est la somme des DJ par jour, par mois et par année.

On utilise les degrés-jours-unifiés pour calculer les consommations de chauffage d'une année sur l'autre, ce qui permet de connaître le degré de sévérité d'un hiver dans un lieu donné.

Double-flux (ventilation)

Système de ventilation mécanique dans lequel la chaleur de l'air extrait du bâtiment est récupérée pour préchauffer l'air entrant. Les systèmes de ventilation double-flux offrent de nombreux avantages sur les systèmes classiques : économie d'énergie, confort acoustique, qualité de l'air, etc.

DPE (Diagnostic de Performance Energétique)

Étude de la consommation énergétique (chauffages et climatisation) d'un bâtiment (logement ou tertiaire), traduisant la qualité de son isolation. Ce type d'étude doit obligatoirement être présenté (depuis 2007) lors de toute transaction concernant un bien immobilier (vente et location).

DV**Double Vitrage****ECS (Eau Chaude Sanitaire)**

Eau potable utilisée au quotidien aussi bien pour la toilette que pour la cuisine ou les besoins ménagers. La production d'eau chaude sanitaire peut être indépendante ou liée au chauffage.

ENR (Energies Renouvelables)

Une énergie renouvelable est une énergie exploitée par l'Homme, de telle manière que ses réserves ne s'épuisent pas. En d'autres termes, sa vitesse de formation doit être plus grande que sa vitesse d'utilisation. Les principales énergies renouvelables : Énergie solaire, Énergie éolienne, Énergie hydraulique, Biomasse, Énergie géothermique.

EP (Énergie primaire)

Ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés tels que le pétrole brut, gaz naturel, biomasse, énergie solaire et nucléaire...

Énergie verte

Désigne l'énergie qui est produite à partir de sources d'énergies renouvelables (solaire, hydraulique, éolienne, géothermique ou biomasse). Par extension, elle désigne aussi parfois l'énergie produite par des cogénérations de qualité : production combinée de chaleur et d'électricité permettant une efficacité énergétique plus élevée.

Facteur 4

Objectif de diviser par 4 les émissions de Gaz à Effet de Serre en 2050 par rapport au niveau de 1990. Cet engagement écologique de la France a été entériné par le Grenelle de l'Environnement.

Fluocompacts

Les éclairages fluocompacts produisent de la lumière grâce à un gaz fluorescent contenu dans l'ampoule, selon le même principe que les "tubes néon". Ils ne contiennent pas de filament.

GES (Gaz à effet de serre)

Il s'agit des gaz présents dans l'atmosphère terrestre, qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuent ainsi à l'effet de serre. Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane, le protoxyde d'azote et l'ozone.

Les combustions permettant de produire de la chaleur génèrent des émissions de gaz à effet de serre. Ces émissions sont généralement exprimées dans une unité de masse d'équivalent CO₂ (dioxyde de carbone).

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) - en anglais IPCC

Coopération constituée d'experts des Etats membres de l'ONU chargée de rassembler les données existantes concernant le changement climatique et de les analyser. Les conclusions paraissent sous la forme de rapports, le dernier datant de 2007 et le prochain (le 5ème) sera publié en 2014.

Grenelle de l'Environnement

Rencontres politiques ayant eu lieu en France en 2007 dans le but d'élaborer une stratégie à long terme en matière de développement durable. Les engagements pris se sont traduits par leur formulation au sein de la loi d'orientation Grenelle 1, puis leur programmation par la loi Grenelle 2.

HQE (Haute Qualité Environnementale)

Ensemble d'objectifs de qualité sur la construction ou la rénovation de bâtiments, faisant l'objet d'un brevet de la part de l'Association HQE® et pouvant se traduire par une certification « NF Ouvrage Démarche HQE® ». Les 14 cibles de la démarche concernent le confort, la santé, la gestion des consommations (eau et énergie) et des déchets ou encore le choix des matériaux constituant le bâtiment.

kW

Unité de puissance. 1 kW est égal à 1000 Watts. Le Watt correspond à la quantité d'énergie consommée ou produite par unité de temps par un appareil.

kWc (kW crête)

Unité de mesure de la puissance crête délivrée par un module photovoltaïque sous un ensoleillement optimum de 1 000W/m² à 25°C (les performances étant fonction de la température).

kWh (kilowattheure)

Unité de mesure d'énergie. Un kWh correspond à l'énergie consommée par un appareil d'une puissance d'un kW (1000 Watts) qui a fonctionné pendant une heure.

kWh cumac

Kilowattheure cumulé actualisé. Il s'agit de kWh économisés durant la durée de vie conventionnelle fixée d'un équipement. Cette grandeur est utilisée pour le calcul des CEE.

LM

Laine Minérale (laine de roche ou laine de verre)

PAC

Une pompe à chaleur (PAC) est un dispositif thermodynamique permettant de transférer la chaleur du milieu le plus froid vers le milieu le plus chaud (et donc de le chauffer), alors que, naturellement, la chaleur se diffuse du plus chaud vers le plus froid jusqu'à l'égalité des températures. Le réfrigérateur est le système de PAC le plus connu. Le climatiseur est un autre système de PAC courant. Mais le terme de « pompe à chaleur » s'est surtout diffusé pour désigner la pompe à chaleur géothermique ou la pompe à chaleur air-eau.

PCI / PCS : Pouvoir Calorifique Inférieur et Pouvoir Calorifique Supérieur

Une combustion génère de l'eau à l'état de vapeur. Lorsqu'on exprime la quantité de chaleur dégagée par la combustion en kWh PCS, on considère que la vapeur d'eau générée a été condensée, en dégageant une quantité de chaleur supplémentaire (la chaleur latente de condensation). En exprimant la quantité de chaleur en kWh PCI, on ne prend pas en compte cette chaleur latente de condensation.

La quantité de chaleur exprimée en kWh PCS est donc toujours supérieure à celle exprimée en kWh PCI.

Pour le gaz naturel, le coefficient permettant de passer de kWh PCI à kWh PCS est de 1,11.

PSE

Polystyrène Expansé. Isolant utilisé pour isoler les parois opaques (murs, toitures, plancher bas)

PUR

Polyuréthane. Isolant utilisé pour isoler les parois opaques (murs, toitures, plancher bas).

R

Résistance thermique (exprimée en $K.m^2/W$). Représente l'aptitude d'un élément à s'opposer au transfert thermique. Plus le R d'une paroi est élevé, plus cette paroi est isolante.

Résistance thermique

La résistance thermique indique la propriété d'une paroi à s'opposer à l'écoulement de la chaleur. C'est l'inverse du coefficient K, elle s'exprime en $m^2 \cdot ^\circ C/W$.

RGE

Reconnu Garant de l'Environnement (ou parfois Reconnu Grenelle de l'Environnement) : label attribué à une entreprise par un organisme de qualification. Ce label est un signe de qualité vis-à-vis de la réalisation de travaux d'économie d'énergie. L'entreprise doit répondre à diverses exigences administratives et techniques pour pouvoir obtenir ce label.

Ce dispositif est reconnu par l'État : le recours à une entreprise RGE est requis pour l'obtention de certaines aides publiques délivrées pour la réalisation de travaux d'économie d'énergie.

RT 2012 (Réglementation thermique)

Réglementation française qui fixe la limite maximale de consommation d'énergie primaire que doit respecter tout bâtiment neuf, au niveau du chauffage (air et eau), de la climatisation et de l'éclairage. La réglementation actuellement en vigueur est la RT 2005, qui fixe la limite maximale à une moyenne de $110 kWh/m^2/an$ (avant la

correction par le coefficient de rigueur climatique). La RT 2012, qui doit participer à l'atteinte de l'objectif facteur 4, prévoit de réduire cette consommation à 50kWh_{ep}/m²/an.

SHAB

Surface habitable (en m²)

T.E.P (Tonne Equivalent Pétrole)

Unité de mesure de l'énergie utilisée par les économistes de l'énergie pour comparer les énergies entre elles. C'est l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole moyen, ce qui représente environ 11 600 kWh.

TH-C-E ex

Méthode de calcul thermique réglementaire pour les bâtiments existants (Réglementation Thermique Existant de la RT 2005).

U

Coefficient de transfert thermique (exprimé en W/m².K). C'est l'inverse de la résistance thermique R.

$U = 1/R$.

VMC (Ventilation mécanique contrôlée)

Dispositif permettant la circulation d'air dans un local par l'extraction de l'air vicié dans les pièces techniques (cuisines, sanitaires) et injection d'air neuf dans les bureaux. Différents types de ventilation sont disponibles, soit à simple flux (extraction mécanique, entrée d'air par ouvertures), soit à double flux (extraction et injection d'air mécanique).