Citae

CCI SEINE-ET-MARNE

Audit Énergétique CCI 77
1 avenue Johannes Gutenberg
77700 Serris

Schéma directeur Décret Tertiaire
Rapport final

MAITRE D'OUVRAGE	CCI SEINE-ET-MARNE 1 AVENUE JOHANNES GUTENBERG – 77700 SERRIS
MARCHÉ	2021-GIE-0095-00-Audit énergétique 22/23
BON DE COMMANDE	134/01234/2023
CONTRAT	C-AMONRJ-2023-80-193966

Citae
Immeuble Central Gare – 1 Place Charles de Gaulle
78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX
S.A.S au capital de 1 911 040 € - SIRET : 418 935 862 00015 | APE : 7112B
Tél. : 01 39 44 29 00 – www.CITAE.fr

Suivi des modifications

Indice	Date	Rédaction	Validation	Modification
0	11/2023	Soukaina MOUHCINE	Clément LEROY	-
	04/2024	Soukaina MOUHCINE	Clément LEROY	MAJ

Sommaire

1. PREAMBULE 4

Contexte 4

Méthodologie 4

2. EXAMEN DE L'EXISTANT 5

Caractéristique du site 5
1. Situation du site 5
2. Données météorologiques 5

Informations bâtimentaires 7
1. Description du bâtiment 7
2. Données caractéristiques 8

Etat des lieux 9
1. Enveloppe 10
2. Systèmes énergétiques 13

Bilan énergétique 21
1. Objectif du décret tertiaire 21
2. Bilan de consommations 22
3. Valeur absolue 22
4. Valeur relative 23

3. ANALYSE THERMOGRAPHIQUE ET SONDES DE TEMPERATURE 25

Contexte 25

Objet du document 25

Matériel utilisé 25

Analyse thermographique 26

1. Description du bâtiment 26

2. Conditions des mesures 26

ANALYSE SONDES DE TEMPERATURE 35

35

4. SIMULATION THERMIQUE 40

Modélisation 3D 40

Résultat du calcul réglementaire 41

Zonage STD 43

Scénarios et hypothèses de calculs STD 45
1. Occupation 45
2. Consigne de température 45
3. Ventilation 46
4. Eclairage 47
5. Puissance dissipée 47
6. Besoin ECS 48
7. Occultations 48

Exploitation des résultats 50
1. Précision du modèle 50
2. Apports internes 51
3. Besoins thermiques 52

5. PRECONISATIONS ENERGETIQUES 53

Actions unitaires 53
1. Quick wins 55
2. Scénario 2 59
3. Scénario 3 61

Plans d'actions 64

Modulation des objectifs 67
1. Contraintes techniques et architecturales 67
2. Disproportion des temps de retour sur investissement 67

6. CONCLUSION 68

7. ANNEXES 70

Potentiel CEE 70

Détail chiffrage 71

Plans 72

1. PREAMBULE

Contexte

Le patrimoine du maitre d'ouvrage est concerné par les obligations de réduction de consommations définies dans le Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019, l'Arrêté « Méthode » du 10 avril 2020 et les Arrêtés « Seuils » du 24 novembre 2020 et 13 avril 2022.

Pour répondre à ces exigences, CITAE a été mandaté pour élaborer un schéma directeur décret tertiaire pour chaque entité fonctionnelle concernée. Réel outil d'aide à la décision, le schéma directeur fixe l'état des lieux du patrimoine actuel, définit les objectifs imposés par le législateur et élabore des stratégies d'efficacités énergétiques pour répondre aux obligations de réduction de consommation et d'émission de GES.

Ce rapport constitue le schéma directeur pour le bâtiment Serris de CCID 77 situé au 1 Av. Johannes Gutenberg, 77700 Serris.

Méthodologie

Dans ce rapport, nous présentons le schéma directeur pour l'ensemble du site étudié.

Le site a été visité le 21/09/2023. Citae fut accompagnée par Gregory DUPONT – Gestionnaire technique du site -, Angeles IBANEZ - Responsable hospitalité et expérience client

Les documents suivants nous ont été fourni par le propriétaire :

- Plans de niveaux et de façades
- Plans CVC
- DOE
- Les consommations d'électricité de 2012 à 2021

2. EXAMEN DE L'EXISTANT

Caractéristique du site

1. Situation du site

Le bâtiment est situé à Serris (77700).

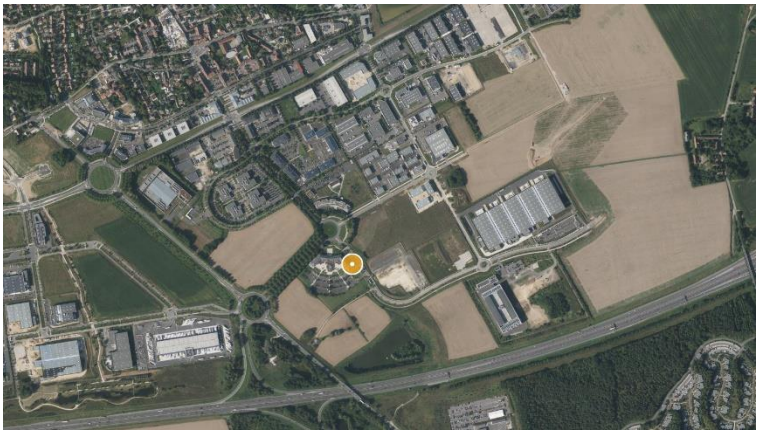


Figure 1 : Localisation du site

Le bâtiment a été construit en 2012. Le site est ouvert sur des horaires du bureaux, du lundi au vendredi de 8h30 à 19h. Sont présents des équipements type DRV réversibles, CTA, Rooftop et rideau d'air chaud entrainant des consommations supplémentaires.

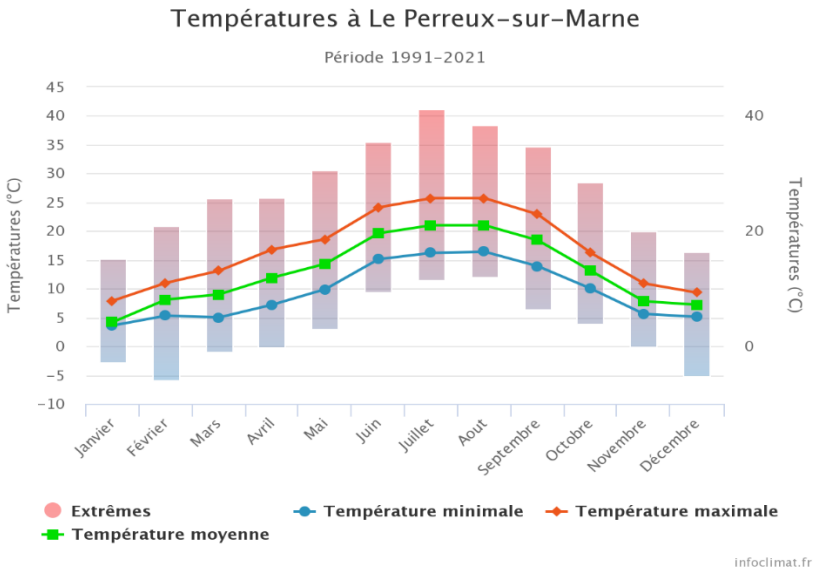
Figure 2 : Plan de situation

L'accès au bâtiment se fait au niveau de la façade Est depuis l'avenue Johannes Gutenberg. Les expositions Nord et Ouest ne pas sont limitées par les masques alentours.

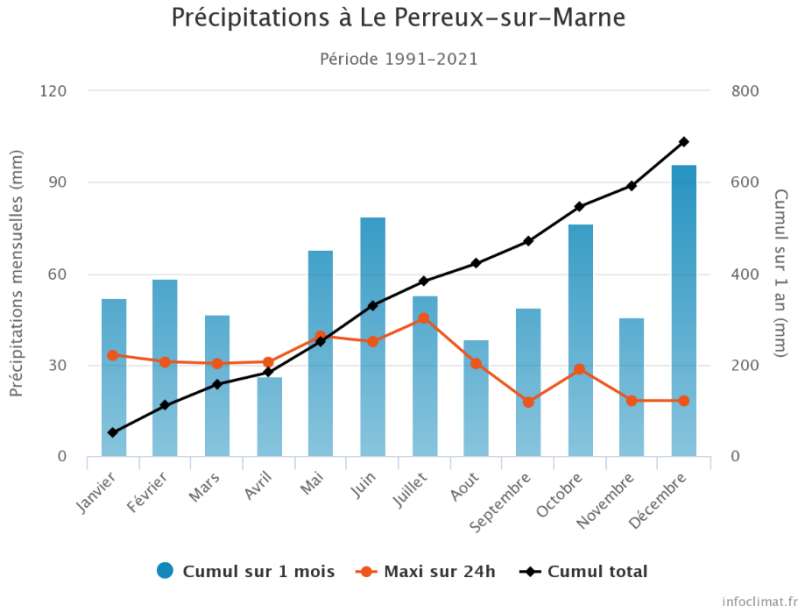
2. Données météorologiques

Les données météorologiques sont issues de la station météo la plus proche du site :

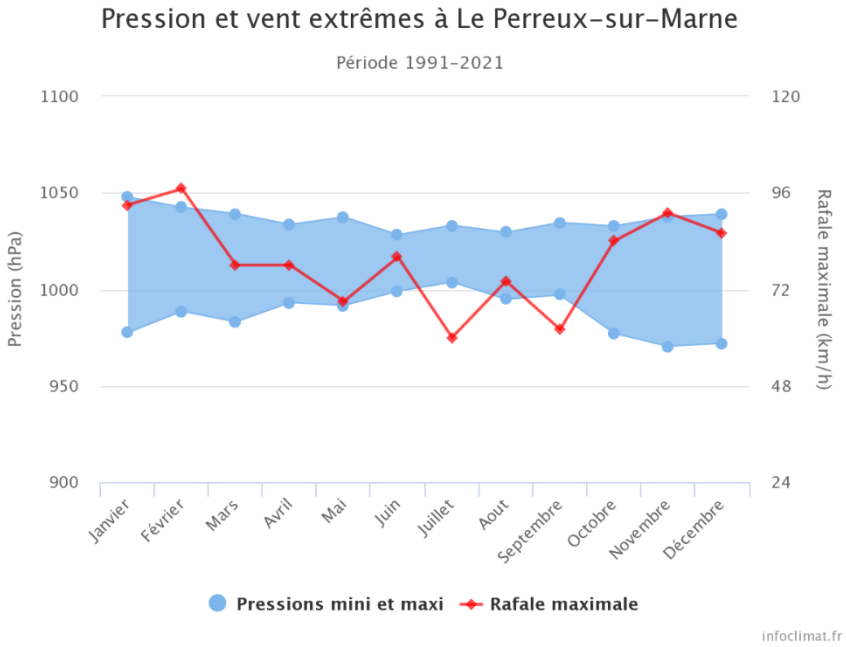
Le Perreux-sur-Marne (77)
Altitude : 94 m
Coordonnées : 48,84°N 2,51 °E



Les températures moyennes du site vont de 4,2 °C minimum en Janvier et à 21 °C maximum en Juillet/Août.



En moyenne, le mois d'Avril est le plus sec et le mois de Décembre est le plus pluvieux.



En moyenne, les rafales de vent maximales sont en Février avec 97 km/h et minimales en Juillet avec un minimum de 60 km/h. Les plages de pression sont les plus grandes en hiver et printemps avec un delta maximum de 1047,8 hPa en moyenne, et elles sont plus petites en été avec un delta minimum de 991 hPa.

Informations bâtimentaires

1. Description du bâtiment

Le site sur 3 niveaux (RDC à R+2) possède une surface totale de 5500 m². Le bâtiment est composé comme suit :

- Bureaux.
- Salles de réunion.
- Cuisine et détente.
- Locaux techniques.
- Terrasse technique en toiture : DRV, CTA, Rooftop et unités extérieures de climatisation.

Figure 3 : Façade du site CCI 77

2. Données caractéristiques

Données par bâtiment	Valeur	Unité
Surface utile	5 500	m²
Surface de parois déperditives	2 751	m²
Volume chauffé	11 415	m^3
Compacité	0,24	m^{-1}
Surface de baies	1029,68	m²
Coefficient de déperdition du bâtiment $U_{bât}$	1,23	W/m².K
Inertie du bâtiment	Moyenne	

Etat des lieux

Dans les tableaux qui suivent, P.E désigne la performance énergétique de l'élément.

Chaque élément fait l'objet d'une évaluation par une note allant de 1 à 4 (du moins performant au plus performant) dans les catégories « Performance énergétique » et « Etat de conservation ».

Evaluation de l'état de conservation des ouvrages et équipements				
Etat	Mauvais état	État médiocre	État moyen	Bon état
Description	Dégradation générale et fonction mal remplie	Dégradation partielle et fonction mal remplie	Quelques défauts, fonction correctement remplie	Fonction parfaitement remplie

Evaluation de la performance énergétique des ouvrages et équipements				
Etat	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon
Description	Equipements/ouvrages pas du tout performants	Equipements/ouvrages peu performants	Equipements/ouvrages performants	Equipements/ouvrages très performants
Exemples Bâti	Non isolé	Isolation ≤ 2 m².K/W	2 m².K/W < Isolation < 3.5 m².k/W	Isolation ≥ 3.5 m².k/W
Exemples Chauffage	Rendement < 80%	80 % ≤ Rendement<90%	90% ≤ Rendement ≤ 100%	Rendement > 100%
Exemples Refroidissement[1]	EER < 2.1	2.1 ≤ EER < 2.5	2.5 ≤ EER ≤ 2.9	EER > 2.9
Exemple Circuit de Distribution	Pompes de distribution 1 vitesse	Pompes de distribution 3 vitesses		Pompes de distribution avec variateur de vitesse embarqué

[1] Classification d'EER Eurovent Certification des refroidisseurs à condensation par air

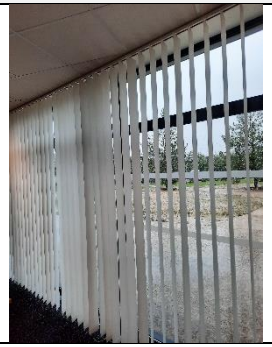
1. Enveloppe

Murs en contact avec l'extérieur						
Désignation	Composition - Type	Type d'isolation	R [m².K/W]	P.E	Etat	Photos
Mur extérieur	Bois + Béton 20 cm + Laine de verre 10 cm	Isolé par l'intérieur	2,64	3	4	

Planchers bas en contact avec l'extérieur						
Désignation	Composition - Type	Type d'isolation	R [m².K/W]	P.E	Etat	Photos
Plancher bas sur terre-plein	Béton 20 cm + Isolant + Carrelage	Isolé	2,72	3	4	

Planchers hauts en contact avec l'extérieur						
Désignation	Composition - Type	Type d'isolation	R [m².K/W]	P.E	Etat	Photos
Plancher haut sous combles perdus	Béton + Laine de verre 25 cm	Isolation thermique par l'extérieur	5,94	4	3	
Toiture terrasse	Béton + Isolant + Protection bitumineuse	Isolée par l'extérieure	4,65	4	3	

Durée de vie conventionnelle d'un isolant : 30 ans

Menuiseries extérieures						
Désignation	Composition - Type	Type d'isolation	U [W/m².K]	P.E	Etat	Photos
Menuiseries extérieures	Menuiserie en PVC Occultation : Stores vénitiens intérieurs	Double vitrage	2	3	4	
	Porte fenêtre en PVC Occultation : Aucune	Double vitrage	2	3	4	

Durée de vie conventionnelle des menuiseries : 30 ans

Locaux techniques			
Désignation	**Caractéristiques**	**Etat**	**Photos**
Local DRV et CTA	Local en toiture très bien entretenu	4	

Génération chaud / froid				
Désignation	Caractéristiques	P.E	Etat	Photos
DRV	MITSUBISHI ELECTRIC 2010 **4* PUHY – P200YHM** Puissance calorifique : 25kW COP : 3.83 Puissance frigorifique : 23 kW EER : 3.5 **2* PUHY – P250YHM** Puissance calorifique : 31.5kW COP : 4.02 Puissance frigorifique : 28 kW EER : 3.62 **5* PUHY – P300YHM** Puissance calorifique : 37.5kW COP : 3.99 Puissance frigorifique : 33.5 kW EER : 3.69 **1* PUHY – P350YHM** Puissance calorifique : 45kW COP : 3.72 Puissance frigorifique : 40 kW EER : 3.57	4	3	

Distribution froid				
Désignation	**Caractéristiques**	**P.E**	**Etat**	**Photos**
Unités de climatisation	**DAIKIN** Modèle : **RXS50J2V1B** Nombre : 3 Puissance frigorifique : 1,6 kW EER : 3.23	4	3	
	TOSHIBA Unité extérieure et intérieure de climatisation **Unité extérieure** Modèle : SM1603AT Nombre : 1 Puissance frigorifique : 14 kW EER : 3.12	4	3	
Condenseurs des armoires de climatisation	**GEA DENCO** Modèle : **DCRA 32-6** Année : 2012	3	3	

Durée de vie conventionnelle des VRV : 22 ans

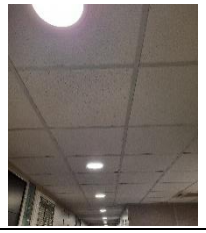
Ventilation				
Désignation	**Caractéristiques**	**P.E**	**Etat**	**Photos**
Ventilation double flux	CTA **Ciat CLIMACIAT Airtech** 100 Puissance batterie chaude : 33kW Débit de soufflage : 8425 m3/h Débit d'extraction : 8425 m3/h	3	3	
Rooftop PAC air/ air	CIAT SPACE IPF Batterie chaude : 56,07 kW Batterie froide : 58,34 kW Débit de soufflage : 10 800 m3/h Débit d'extraction : 12 998 m3/h	3	3	

Durée de vie conventionnelle d'une CTA double flux : 17 ans

Distribution froide spécifique				
Désignation	**Caractéristiques**	**P.E**	**Etat**	**Photos**
Extracteur	Extracteur ALDES VIK 700 Débit : 5 200 m3/h	3	3	
Extracteur salle de brassage	Extracteur France Air Débit : 800 m3/h Puissance : 3,6 kW	2	3	

Emission chaud/froid				
Désignation	Caractéristiques	P.E	Etat	Photos
Bureaux/Salle de réunion / Cuisine / salle de réserve	Cassette alimentée par DRV	3	3	
Local informatique	Armoire de climatisation Marque : AERMEC	3	3	

Eclairage				
Désignation	**Caractéristiques**	**P.E**	**Etat**	**Photos**
Eclairage Bureaux, cuisine, salles de réunion, salle de réserve	Tubes fluorescents Puissance : 4*14 W Bureau : Interrupteur marche/arrêt Salle de réunion et cuisines Détection de présence	3	4	
Hall accueil	Tubes LED Puissance : 2*26 W Interrupteur marche/arrêt	3	3	
Amphithéâtre	Fluocompacte Puissance : 2*18 W Halogène Puissance : 50W Détection de présence	3	3	
Eclairage escaliers	Tubes fluorescents Puissance : 28 W Détection de présence	3	3	

Couloir	Spot LED Puissance : 23 W Détection de présence	4	4	

Régulation				
Désignation	**Caractéristiques**	**P.E**	**Etat**	**Photos**
GTC	Programme horaire et régulation en marche avec possibilité de lecture ou de modification sur le chauffage et le refroidissement.	3	4	

Bilan énergétique

1. **Objectif du décret tertiaire**

En l'application du décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation en énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire, vous avez demandé à Citae de vous accompagner pour anticiper et répondre aux exigences du décret.

Etant propriétaires ou occupants privés ou publics de bâtiments (ou parties de bâtiments) dont l'activité tertiaire occupe une surface supérieure ou égale à 5500 m², les exigences du décret s'appliquent au site de Serris.

Les objectifs à atteindre dépendent de la « méthode relative », soit un niveau de consommation en énergie finale réduit de :

40 % de gain énergétique en 2030 ; 50 % de gain énergétique en 2040 ; 60 % de gain énergétique en 2050.

Ce gain énergétique est à atteindre en fonction d'une année de référence. L'année de référence est à déterminer entre 2010 et 2020.

Lors de notre mission et en accord avec la CCI77, nous avons ici retenu sous réserve d'un calcul complet de l'ajustement climatique, **l'année 2018 comme année de consommation de référence.**

D'après les factures et tableau fournis par la CCI sur l'année 2018, la consommation totale du site (chaud et froid) est de **829 736 kWhEF** .

D'après les factures et tableau fournis par la CCI sur l'année 2021, la consommation totale du site (chaud et froid) est de **587 284 kWhEF**.

Au vu des DJU chaud et froid ainsi qu'avec la finalisation du calcul d'ajustement climatique il pourra être déterminé un gain avant préconisation.

2. Bilan de consommations

Le tableau suivant présente les données de **consommations brutes** d'électricité pour le bâtiment.

Années	Consommations de base (MWh)		Consommations ajustées (MWh)	
	Elec	**Total**	Elec	**Total**
2012	591	591	580	580
2013	847	847	766	766
2014	587	587	662	662
2015	773	773	797	797
2016	769	769	740	740
2017	745	745	745	745
Année de référence 2018	830	830	839	839
2019	765	765	784	784
2020	564	564	614	614
2021	587	587	586	586
Moyenne	705	**705**	701	**701**

Les données d'électricité sont disponibles depuis 2012. L'ajustement climatique se fait à partir des Degré Jour Unifié à 18°C (DJU18) de chaque année par rapport au DJU moyen du site concerné, pour le chaud comme pour le froid. Les DJU correspondant au nombre d'heures inférieur à 18°C pour le chaud, et supérieur à 18°C pour le froid. C'est-à-dire que les consommations des années ou le DJU chaud est inférieur au DJU moyen seront ramenés à la baisse et les consommations des années ou le DJU chaud est supérieur au DJU moyen seront ramenés à la hausse (et inversement pour les consommations de froid). Ceci permet de ramener les consommations de chaque année à un même point de comparaison.

Une diminution significative des consommations électriques a été observée à partir de l'année 2020, attribuable en grande partie à l'impact du COVID-19

Ici, **on prendra l'année 2018 comme année de référence après ajustement climatique (année la plus consommatrice).**

3. Valeur absolue

Les objectifs en valeur absolue sont définis selon deux composantes :

- La composante CVC liée aux systèmes énergétiques du bâtiment (chauffage, ventilation, climatisation, éclairage…).
- La composante USE liée à l'usage du bâtiment et modulable suivant des facteurs d'intensité d'usage : le taux d'occupation, le nombre d'heures ouvrées et la surface par poste de travail.

Tous les arrêtés concernant le calcul Cabs des différentes sous-catégories d'usage ne sont pas encore sortis. Aujourd'hui pour la catégorie Bureaux – Services publiques, seul les sous-catégories Bureaux standards cloisonnés - attribués sont apparus dans le dernier arrêté du 13 avril 2022.

Le calcul Cabs a été effectué sous la dénomination bureaux standards avec la totalité de la surface du bâtiment :

Catégorie d'usage – Sous-catégorie	m² SDP	Valeur absolue kWh/m²
Administration – bureaux standards	5 500	107
Salle de réunion	-	Non disponible
Total	5 500	107

D'après la méthode de calcul du Cabs et l'impossibilité de la calculer pour les autres sous-catégories, la valeur est fixée à **107 kWh/m²**, soit **588 MWh.** Ceci correspond à un gain de **30%** de la consommation par rapport à l'année de référence déterminée ci-dessus. Cet objectif est plus simple à atteindre que la valeur relative de 40% à horizon 2030.

A noter : aucune donnée n'est disponible à ce jour pour le calcul de valeur absolue de 2040 et 2050.

Dans la suite de ce rapport nous identifierons des actions d'économies d'énergies afin de donner des pistes d'améliorations pour l'atteinte des objectifs 2040 et 2050.

4. Valeur relative

Années	Consommations de base (MWhPCI)	Consommations ajustées (MWhPCI)	Gain énergétique (%)
2012	591	580	-31%
2013	847	766	-9%
2014	587	662	-21%
2015	773	797	-5%
2016	769	740	-12%
2017	745	745	-11%
Année de référence2018	830	839	Référence
2019	765	784	-7%
2020	564	614	-27%
2021	587	586	-30%
2030	-	**503**	40%
2040	-	**419**	50%
2050	-	**335**	60%

L'objectif relatif (-40%) étant plus compliqué à atteindre par rapport à l'absolu (-30 %), l'objectif pour 2030 sera donc de -30% par rapport à l'année de référence, soit une consommation totale de 588 MWh.

A noter que la méthode de calcul absolu pour 2040 et 2050 n'est pas encore sorti. L'objectif peut être absolu pour 2030 et relatif pour 2040 ou 2050.

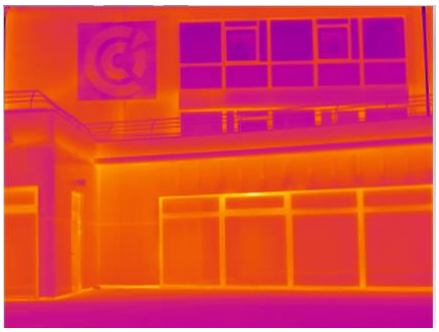
3. ANALYSE THERMOGRAPHIQUE ET SONDES DE TEMPERATURE

Contexte

À la suite des diverses plaintes exprimées par les occupants concernant leur sensation d'inconfort due à des défauts d'étanchéité des menuiseries, LA CCI Seine et Marne a mandaté CITAE afin de réaliser une étude approfondie du bâtiment et de ses installations. Par conséquent, nous avons effectué une analyse de thermographie infrarouge sur l'ensemble de l'enveloppe et une analyse de l'évolution de la température intérieure des bureaux via la pose de sondes de température.

Objet du document

L'inspection thermographique de l'enveloppe du bâtiment permet de mettre en évidence les défauts d'isolation, les infiltrations d'air parasites ainsi que les ponts thermiques anormaux. L'objet de ce document est de contrôler la qualité et la continuité de la mise en œuvre de l'isolation sur le bâtiment, les infiltrations d'air parasites et les ponts thermiques excessifs.



L'analyse de sondes thermographiques permet d'évaluer les conditions intérieures et extérieures afin d'assurer le confort des occupants et protéger les écosystèmes.

Matériel utilisé

Matériel	
Testo 885-2	Caméra thermique 76800 pixels
HOBO Data Logging Solutions	Enregistreur Bluetooth température et hygrométrie

La caméra thermique testo 885 est un outil professionnel pour la thermographie de précision, dans le bâtiment comme dans l'industrie et cela sans contact. La grande qualité du détecteur permet de trouver rapidement la moindre trace de fuite thermique dans le bâtiment permettant ainsi de trouver les causes d'éventuelles déperditions énergétiques.

Le data logger HOBO MX1101 de Onset mesure et transmet les données de température, d'humidité relative et point de rosée sans fil vers des appareils mobiles via la technologie Bluetooth Low Energy (BLE).

Analyse thermographique

1. Description du bâtiment

Le bâtiment analysé est un immeuble à usage de bureau de 6 façades situé au 1 Av. Johannes Gutenberg, 77700 Serris.
Les murs sont isolés par l'intérieur. Les planchers et la toiture sont également isolés. Les fenêtres sont en double vitrage PVC. (Voir le rapport d'audit énergétique pour les caractéristiques de l'enveloppe globale)

2. Conditions des mesures

Les mesures de thermographie ont été réalisé le 7 mars 2024 à 6h30 en compagnie de Monsieur Grégory Dupont.

La température extérieure lors de la prise de mesure était de 2°C avec une humidité relative de 96%, et la température intérieure était de 19.5°C.

CITAE fut accompagnée par le gestionnaire technique du site durant l'intervention et a pu accéder à l'ensemble des locaux du site. La caméra thermique a capturé plusieurs thermogrammes des façades et des menuiseries lors des mesures.

Pendant notre visite, le site venait d'être mis en chauffe, et cela a entrainé un écart de température moins important entre l'intérieur et l'extérieur. Ci-dessous les résultats des mesures réalisées sur site.

- **Mesures au niveau des façades extérieures**

Thermogramme 1 :

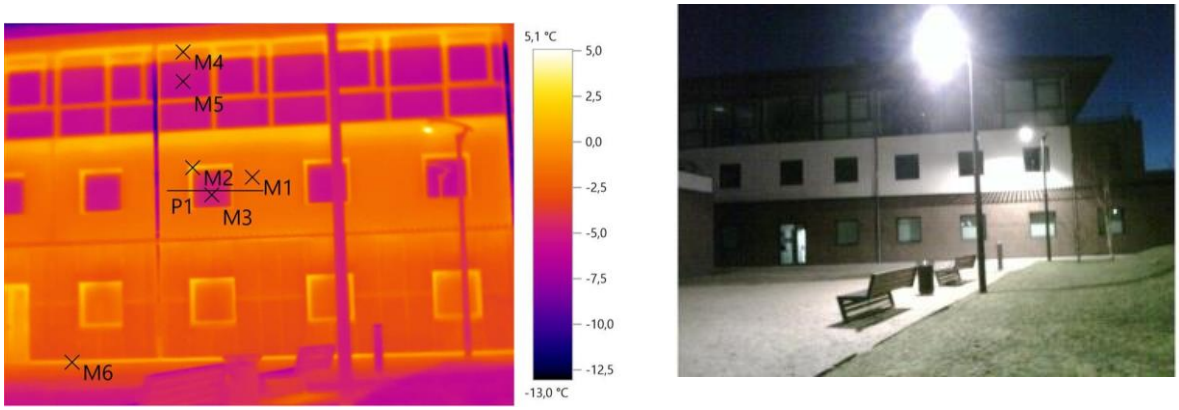
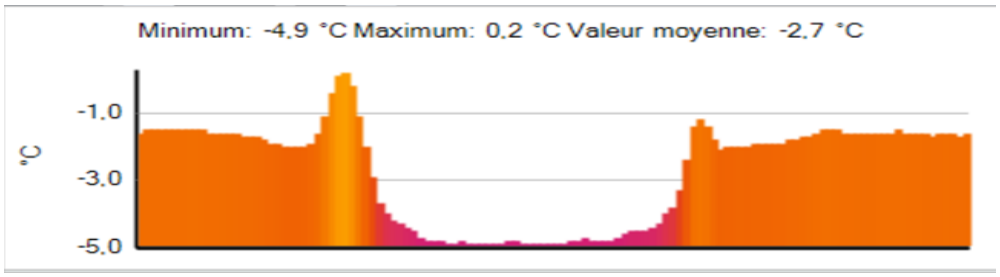


Figure 4 : Façade côté Parking Sud-Ouest

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	-1.5	Mur extérieur ITI
Point de mesure M2	1.7	Dormant de la menuiserie
Point de mesure M3	-4.7	Vitrage de la menuiserie
Point de mesure M4	-0.7	Linéique plancher haut
Point de mesure M5	-5.4	Vitrage de la menuiserie
Point de mesure M6	-0.2	Linéique plancher bas

Ligne de profil :



Thermogramme 2 :

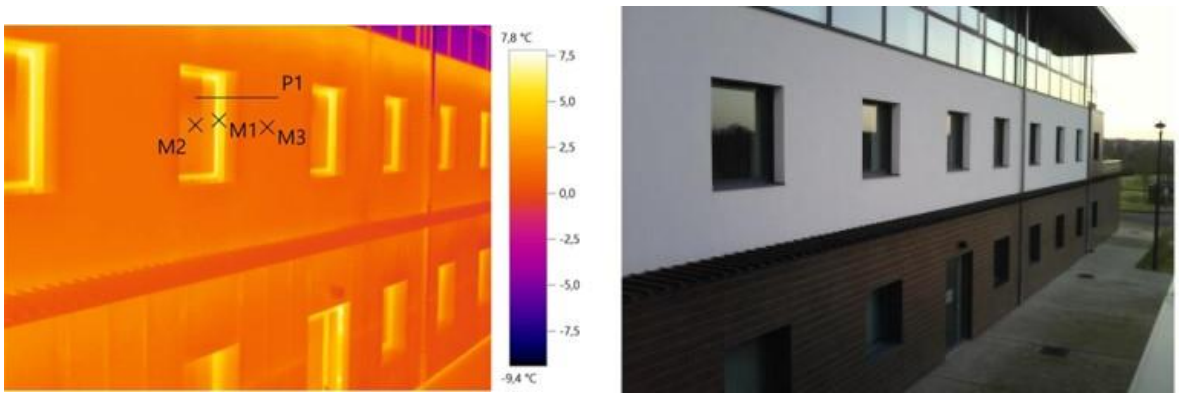
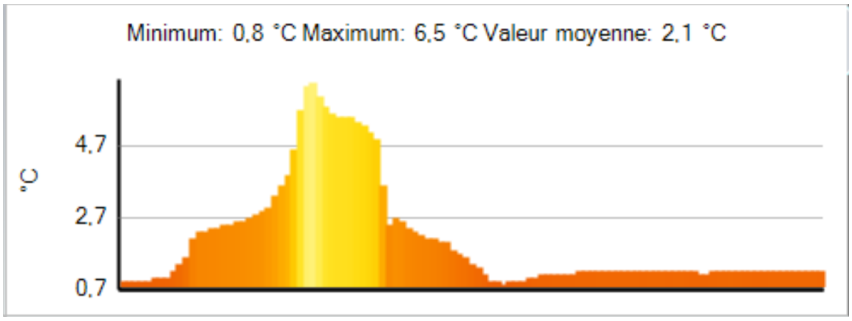


Figure 5: Façade Sud-Ouest côté Parking

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	5.6	Dormant de la menuiserie
Point de mesure M2	1.8	Vitrage de la menuiserie
Point de mesure M3	1.2	Mur extérieur ITI

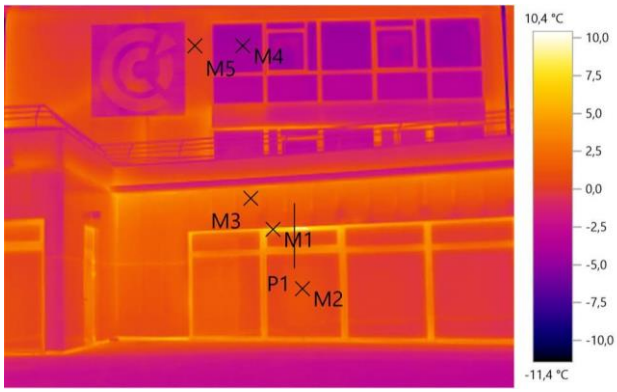
Ligne de profil :



Remarques :

Au vu de la température extérieure (2°C), les cadres des menuiseries sur l'avenue de la façade Sud-Ouest coté parking présentent de faibles déperditions avec un écart de 3°C par rapport à la température extérieure. Des ponts thermiques sont présents au niveau des châssis, des linéiques planchers hauts et planchers bas.

Thermogramme 3 :



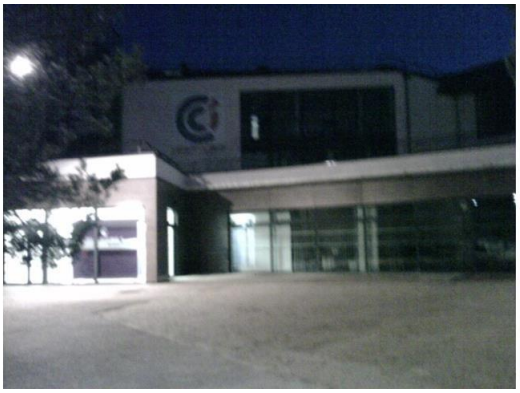
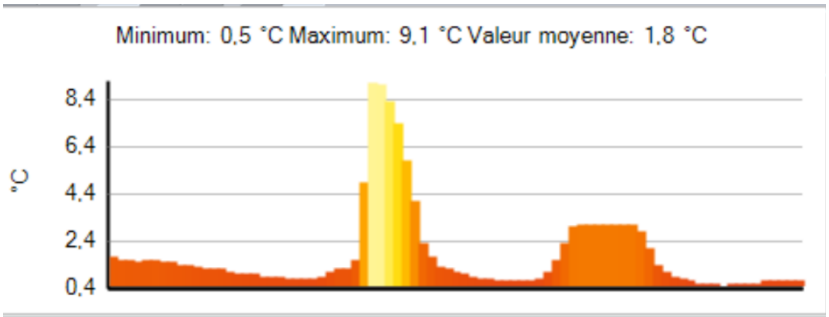


Figure 3 : Façade Sud-Ouest côté Parking (Porte fenêtres)

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	6.8	Châssis de la porte fenêtre
Point de mesure M2	1.1	Vitrage de la porte fenêtre (RDC)
Point de mesure M3	2.3	Mur extérieur ITI (RDC)
Point de mesure M4	-4.3	Vitrage de la porte fenêtre (R+1)
Point de mesure M5	0.2	Mur extérieur ITI (R+1)

Ligne de profil :



Remarques :

Nous remarquons également sur ce thermogramme la présence des ponts thermiques au niveau des châssis des menuiseries et des linéiques mur extérieurs-plancher bas. Ce qui n'est pas le cas de la toiture terrasse végétalisée.

Les plantes qui tapissent la toiture, permettent non seulement de la renforcer mais aussi d'améliorer son isolation thermique.

Thermogramme 4 :

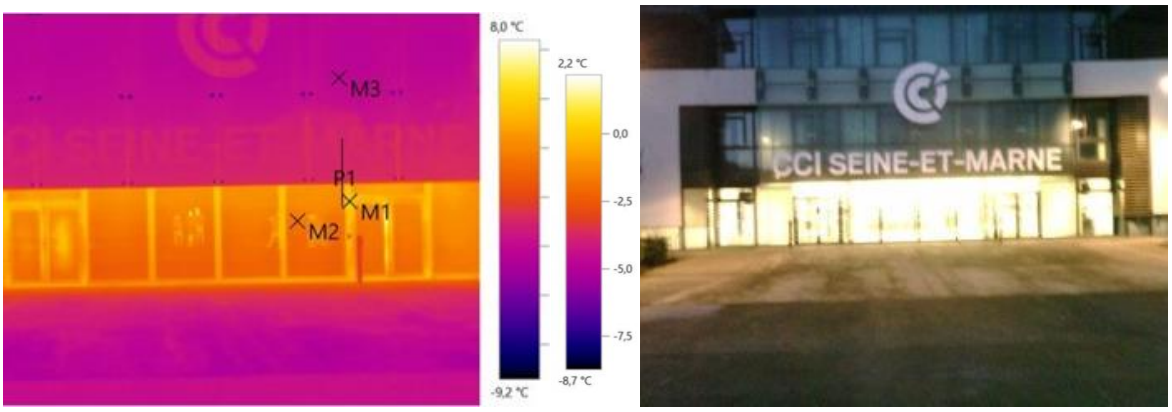
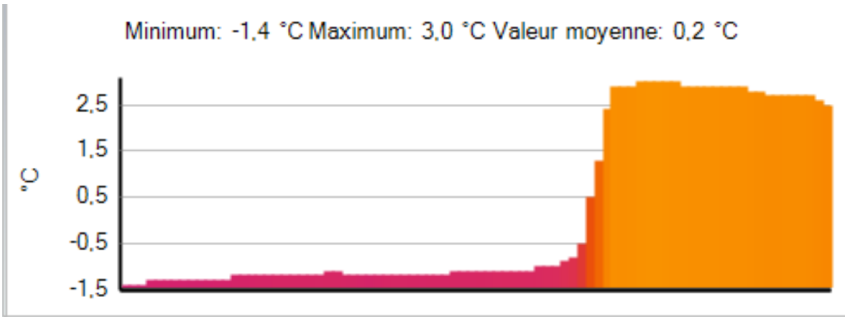


Figure 4 : Façades Nord coté entrée principale (Portes)

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	4.7	Châssis porte vitrée
Point de mesure M2	2.0	Vitrage porte vitrée
Point de mesure M3	-2.6	Mur extérieur ITI

Ligne de profil :



Remarque :

Nous remarquons une nette différence entre les déperditions des menuiseries du RDC et celles des étages courants. Ceci peut s'expliquer par la présence de la vitre supplémentaire de la façade Nord. Cette vitre permet d'améliorer l'isolation des menuiseries et par conséquent diminuer leurs déperditions thermiques.

Thermogramme 5 :

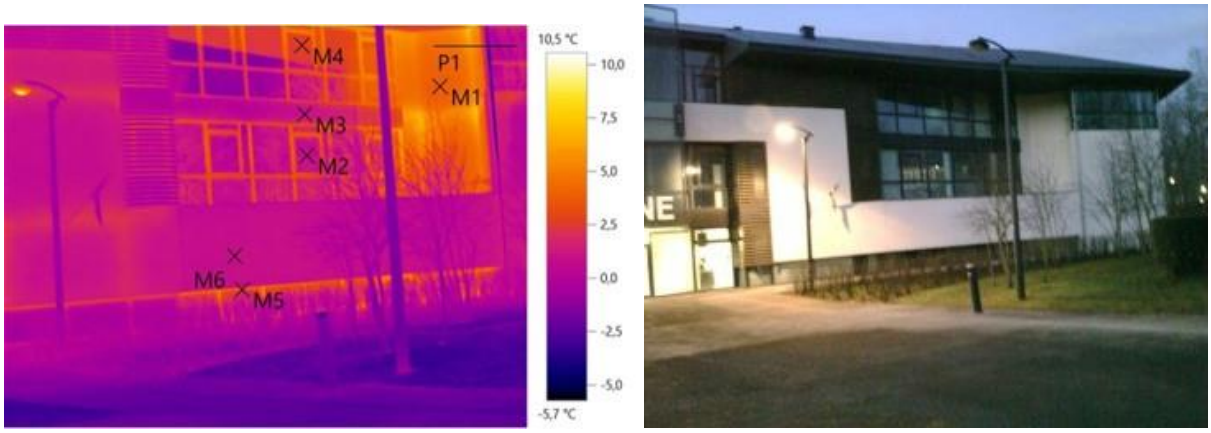
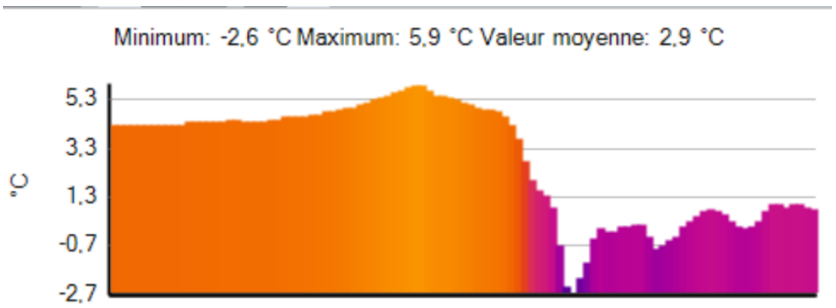


Figure 5 : Façade Nord côté entrée principale (Menuiseries-Murs extérieurs)

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	3.8	Mur extérieur ITI
Point de mesure M2	1.2	Vitrage de la menuiserie (1er étage)
Point de mesure M3	1.0	Allège de la menuiserie
Point de mesure M4	2.7	Vitrage de la menuiserie (2ème étage)
Point de mesure M5	3.2	Dormant de la menuiserie
Point de mesure M6	0.9	Mur extérieur ITI

Ligne de profil :



Remarque :

Nous remarquons une déperdition au niveau des angles rentrants et de la liaison du plancher intermédiaire entre le R+1 et le R+2. Ces déperditions paraissent faibles au vu de l'écart de température avec l'extérieur.

Une pose d'une isolation par l'extérieur permettrait de traiter les ponts thermiques, ce qui entraînerait une diminution des déperditions.

Thermogramme 6 :

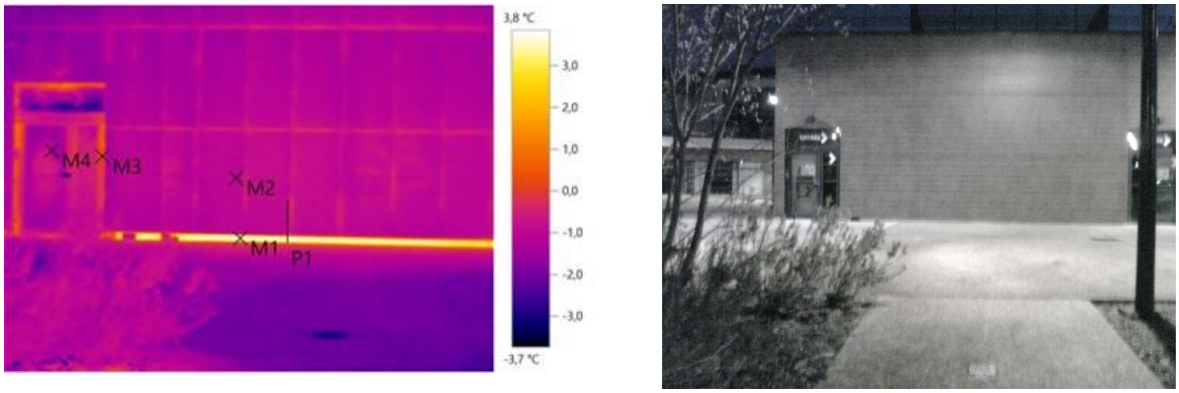
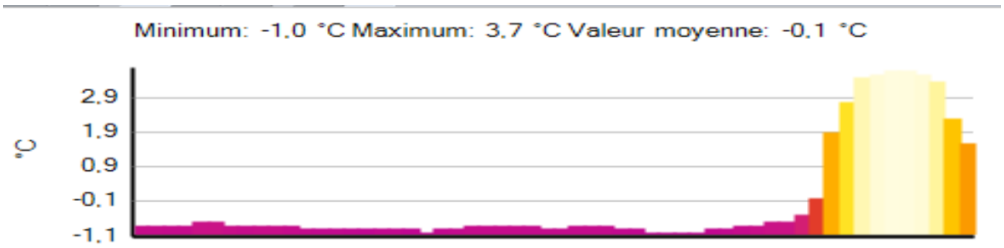


Figure 6 : Façade Sud-Ouest côté parking (Porte)

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	3.5	Linéique Mur-Plancher bas
Point de mesure M2	-1.0	Mur extérieur ITI
Point de mesure M3	0.2	Dormant porte vitrée
Point de mesure M4	-1.2	Vitrage de la porte

Ligne de profil :



Thermogramme 7 :

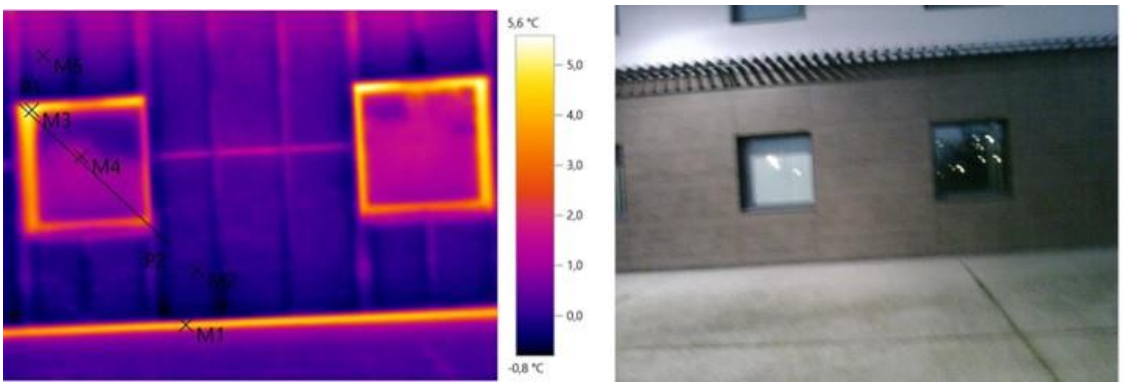
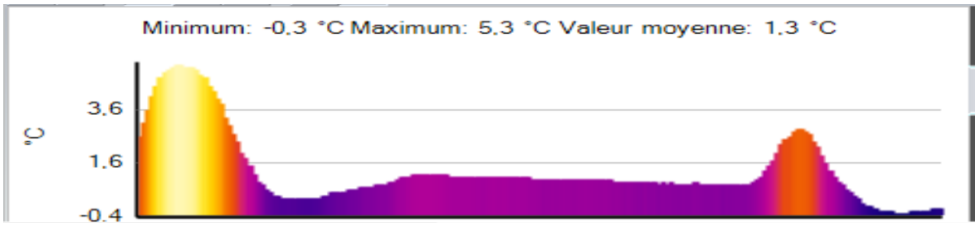


Figure 7 : Façade Sud-Ouest côté parking (Menuiseries)

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	4.1	Linéique Mur extérieur – Plancher bas
Point de mesure M2	-0.1	Mur extérieur ITI
Point de mesure M3	5.3	Angle châssis menuiserie
Point de mesure M4	1.2	Vitrage de la menuiserie
Point de mesure M5	0.5	Mur extérieur ITI

Ligne de profil :



Remarque :

La plupart des déperditions bien qu'étant faible s'effectue au niveau des châssis des menuiseries. Ce qui est bien visible via l'image infrarouge.

Des déperditions thermiques dû aux linéiques plancher bas sont également présentes. Ceci s'explique par la rupture de l'isolant entre le plancher bas (Isolation en sous face de la dalle) et le mur extérieur (Isolation par l'intérieur).

- **Mesures au niveau de la toiture terrasse**

Thermogramme 8 :

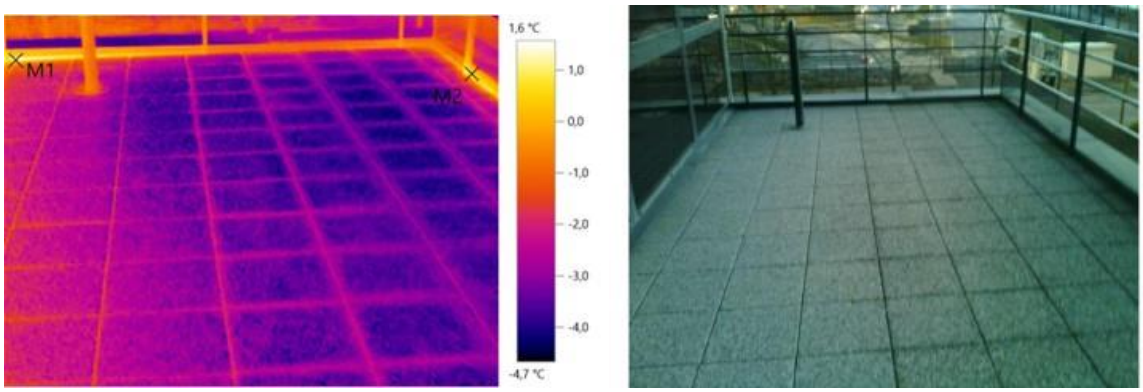


Figure 8 : Toiture terrasse façade Est

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	1.2	Liaison Mur extérieur-Plancher haut
Point de mesure M2	0.6	Liaison Mur extérieur-Plancher haut

Thermogramme 9 :

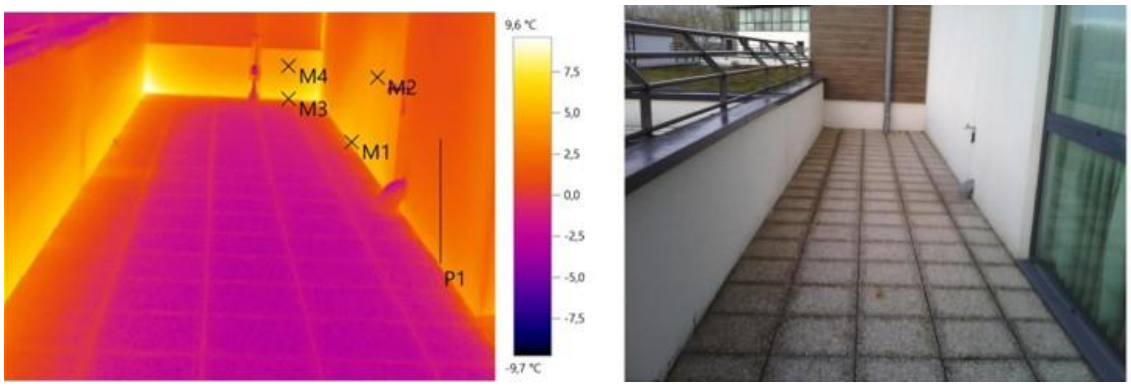
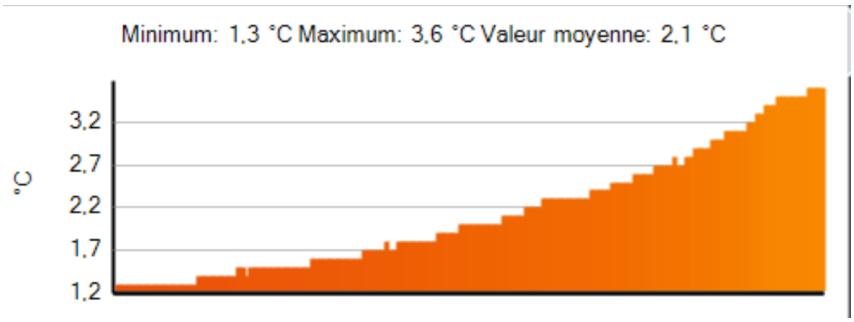


Figure 9 : Toiture terrasse de la cafétéria

Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	5.6	Liaison Mur-toiture terrasse
Point de mesure M2	4.1	Mur extérieur ITI
Point de mesure M3	5.3	Liaison Mur-toiture terrasse
Point de mesure M4	4.2	Mur extérieur ITI

Ligne de profil :



Remarque :

Nous remarquons une déperdition thermique au niveau de la toiture terrasse, ce qui s'explique par la présence d'un pont thermique entre le plancher haut (Isolation sous étanchéité) et le mur extérieur (Isolation par l'intérieur).

- **Mesures à l'intérieur du bâtiment**

Thermogramme 11 :

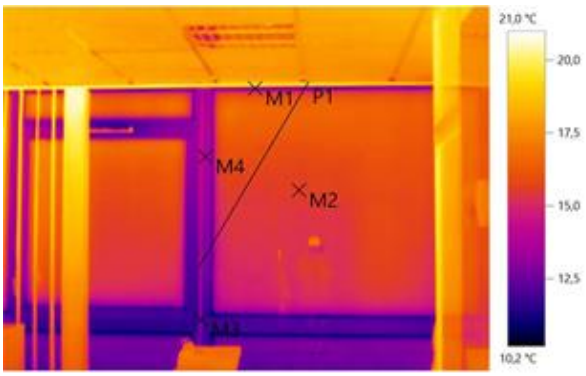


Figure 11: Menuiserie par l'intérieur (Bureau R+2)

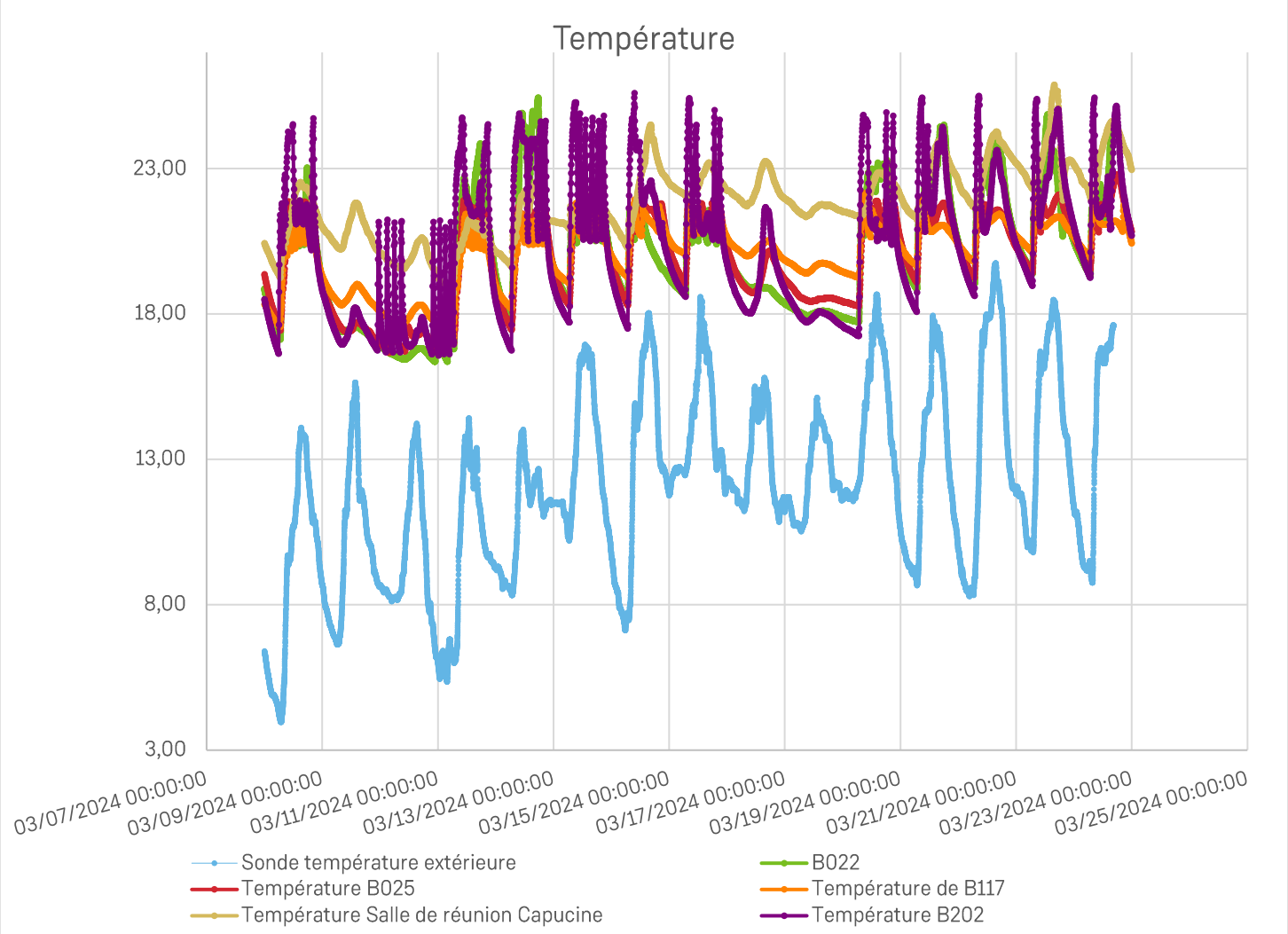
Localisation	Température (°C)	Remarques
Point de mesure M1	13.2	Linéique menuiserie – Plancher haut
Point de mesure M2	15.6	Vitrage de la menuiserie
Point de mesure M3	12.8	Châssis de la menuiserie
Point de mesure M4	13.6	Châssis de la menuiserie

Remarque :

Les majeures déperditions du bâtiment bien qu'étant faible s'effectue au niveau des châssis des menuiseries. Un traitement devra être effectué afin de réduire les sensations d'inconfort dû aux infiltrations d'air et aux parois froides.

Le point de mesure M3 présente un écart de température important (12.8°C) par rapport à la température de chauffage (24°C) ceci accentue les sensations de paroi froide et donc d'inconfort.

Analyse sondes de température



Graphe1 : courbe de température en fonction de la température extérieure

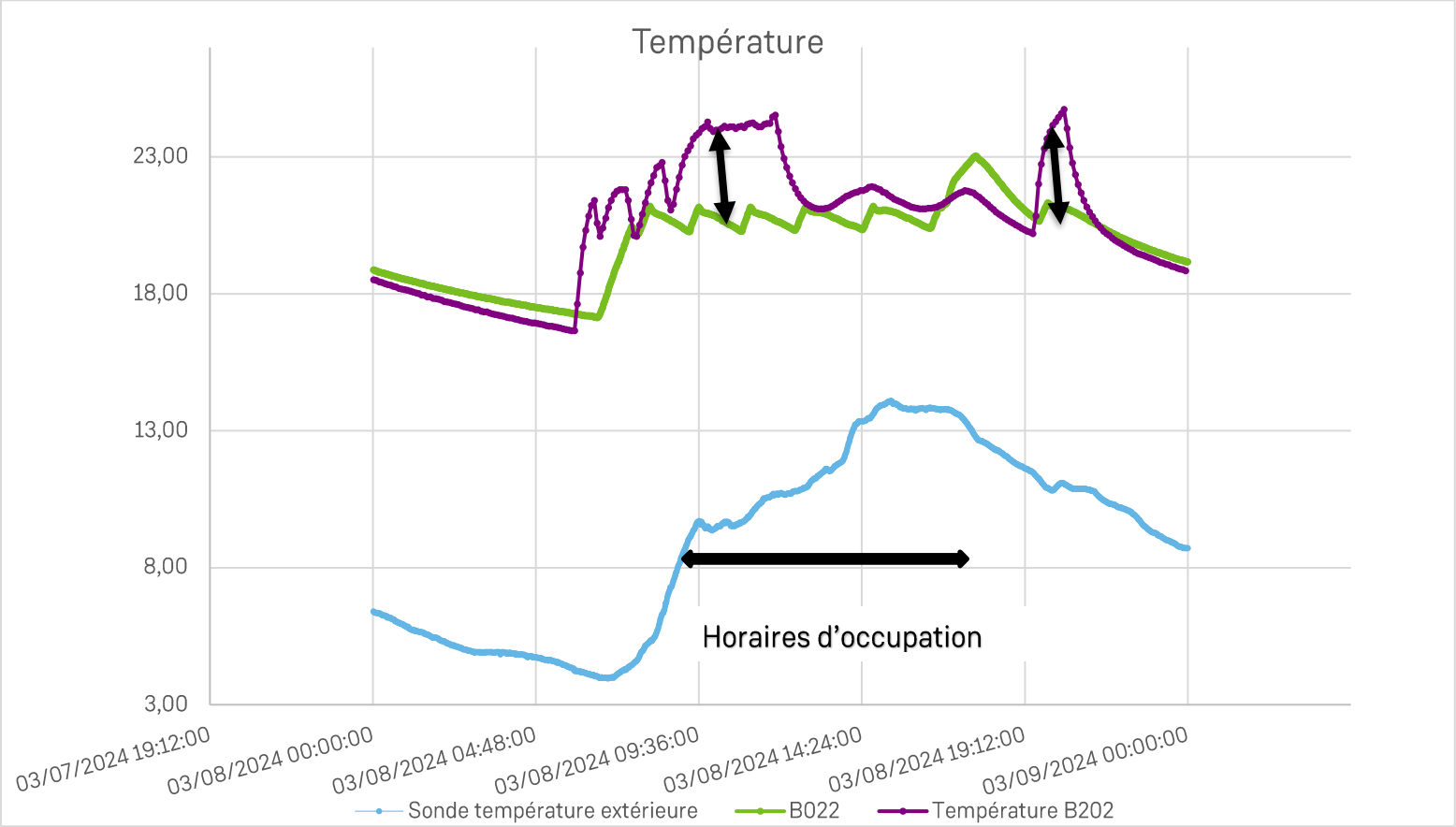
Les sondes de température ont été posées le 7 mars 2024 dans les bureaux en compagnie de Monsieur Grégory Dupont. Les bureaux étudiés ont été choisis sur la base d'un échantillonnage en fonction des plaintes des occupants. Notre étude s'étendra sur une durée de deux semaines entre le 08/03/2024 et le 22/03/2024.

La température extérieure lors de la prise de mesure était de 2°C avec une humidité relative de 96%, et la température intérieure était d'environ 19.5°C.

Le graphe ci-dessus représente le profil de température intérieure en fonction de la température extérieure sur une durée de deux semaines. Après analyse et traitement des données, nous obtenons un profil de température irrégulier malgré la mise en place d'une consigne de température fixe (24°C) dans toutes les zones du site pendant les périodes d'occupation et d'un réduit fixe de 19°C pendant les périodes d'inoccupation.

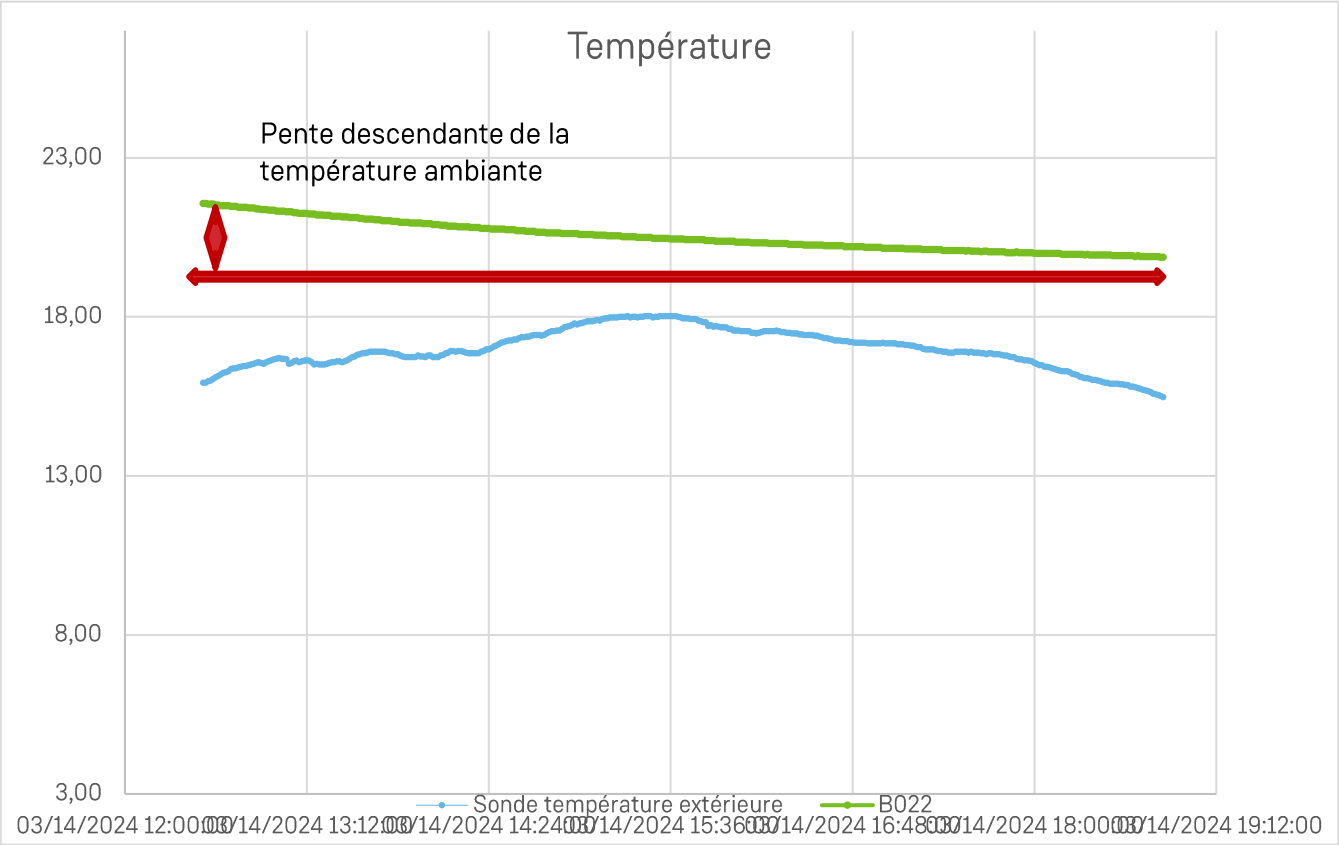
Ceci est dû à une perte de régulation liée à la programmation journalière des consignes du site par le gestionnaire technique et l'absence de contrôle de la température intérieure des bureaux, entrainant une fluctuation de la température aussi bien pendant la période d'occupation que d'inoccupation.

NOTA : La présence d'une régulation programmable performante nous permettrait de prendre en compte les différents facteurs influents sur la température ambiante et d'avoir un profil de température plus cohérent en fonction de l'occupation du site.



Graphe 2 : Comparaison évolution de la température entre les bureaux B022(nord) et B202(sud-ouest)

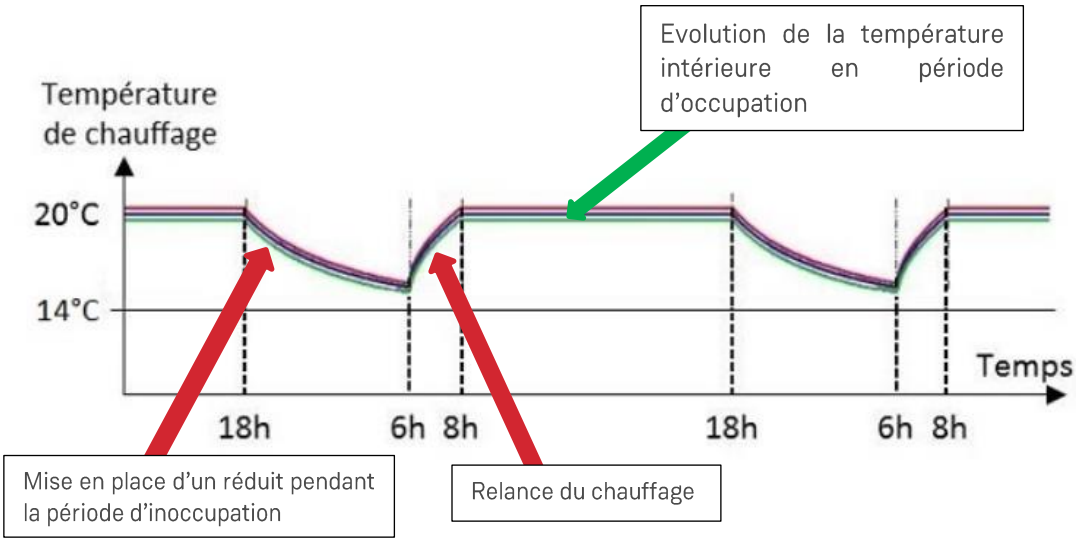
A la suite de l'analyse des données (graphe 2), nous remarquons que pendant toute la période d'occupation il y a une différence de température d'au moins 1°C entre les bureaux B022 et B202. Cette différence de température peut aller jusqu'à 3°C à certaines périodes de la journée.
Nous remarquons également un manque de stabilité de la température ambiante. Par exemple pendant la période d'inoccupation la consigne fixe est de 19°C alors que sur notre graphe nous remarquons des températures bien en dessous de cette consigne.



Graphe 3 : Illustration baisse de la température après-midi B022

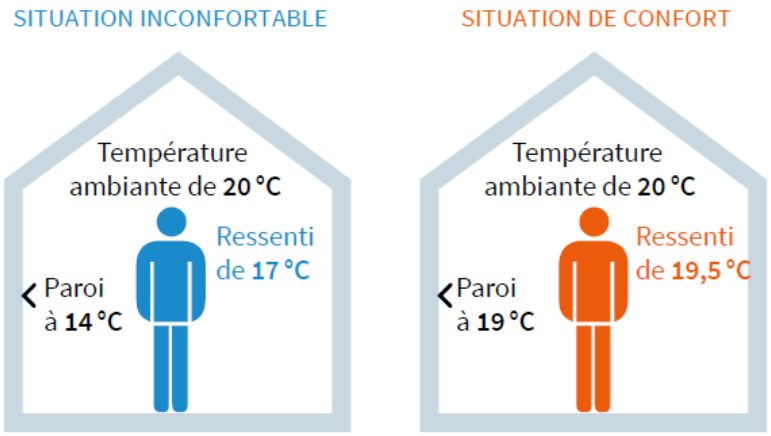
Ici, nous remarquons pendant la période d'occupation (14h-18h) une chute de température avoisinant les 19°C.
La consigne de température (24°C) appliquée pendant la période d'occupation n'est pas respectée pendant ces horaires. Cette chute de température malgré la consigne fixe mise en place par le gestionnaire technique sur la GTC entraine un ressenti de chaud/froid par les occupants et donc une sensation d'inconfort.

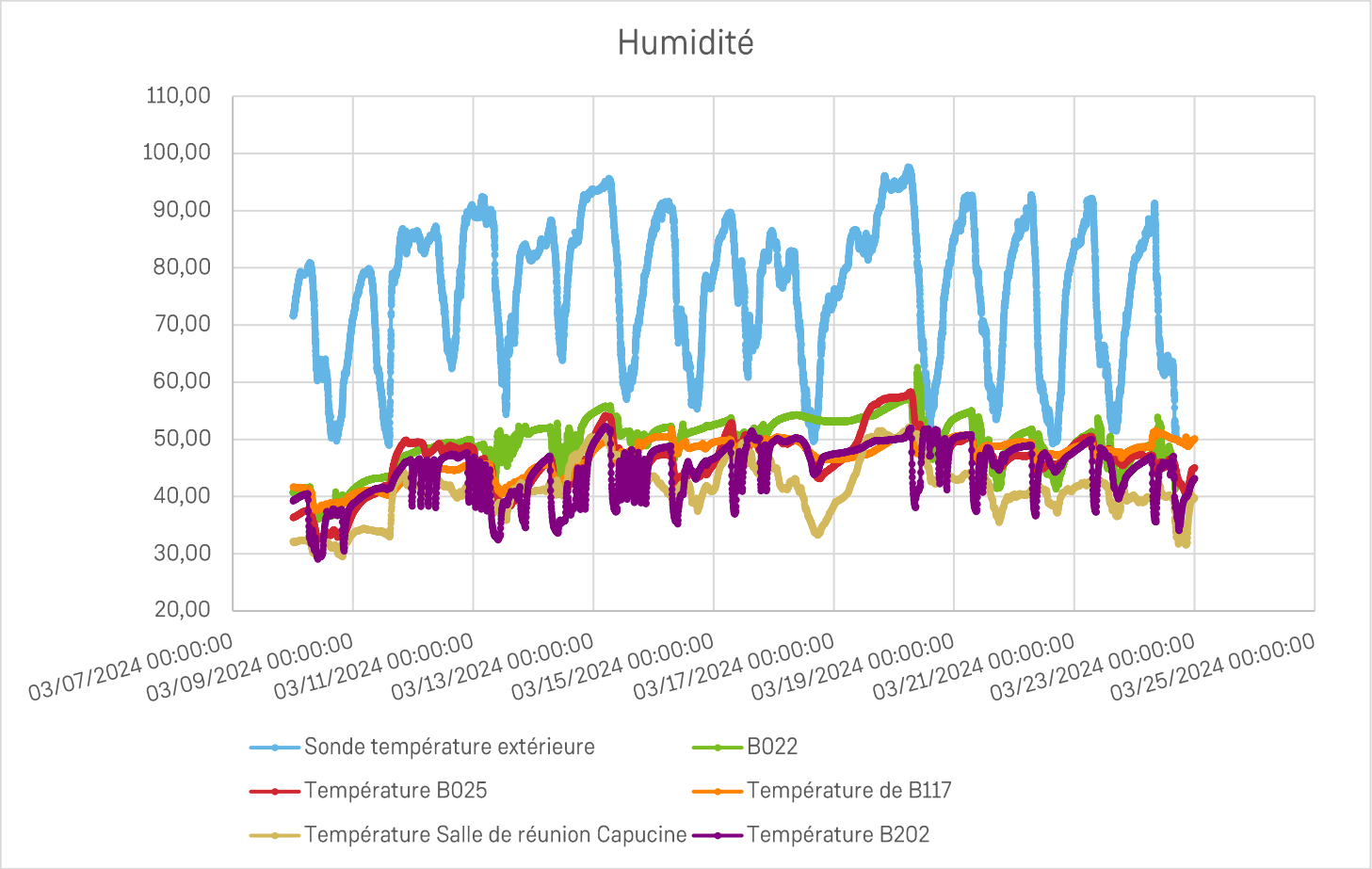
Le graphe ci-dessous représente un profil de température cohérent sur un site muni d'un système de régulation automatique permettant de calculer les heures de relance du chauffage en fonction de la température ambiante dans les pièces. Nous remarquons que ce profil est plus homogène avec des périodes de stabilisation de la température en période d'occupation contrairement au profil de température du site Serris.



Graphe 3 : exemple de profil de température avec régulation performante

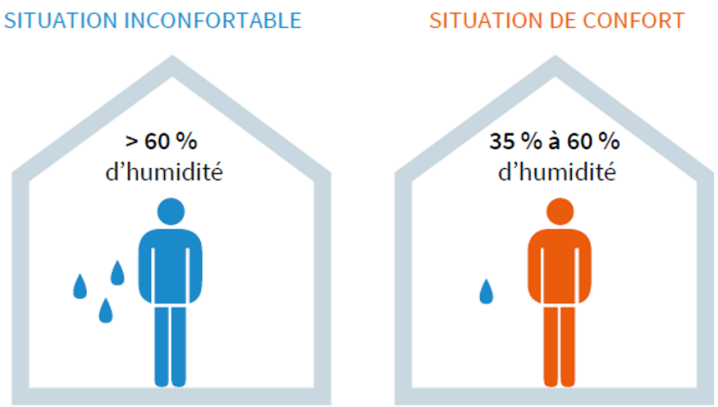
La température de chauffe ou de consigne est très différente de la température ressentie. Cette dernière dépend non seulement de la température de l'air ambiant mais aussi de la température des parois et donc la qualité d'isolation de celles-ci (double vitrage, isolations des murs, ponts thermiques etc.).
L'étude thermographique nous a permis de relever des différences de température entre les parois et l'air ambiant. Il faut noter que plus la différence de température entre l'air ambiant et les parois est grande plus la sensation d'inconfort des occupants augmente.
Ceci peut également expliquer les différentes plaintes des occupants vu que certaines parois sont froides alors que la température de soufflage dans les bureaux avoisine les 24°C.





Graphe 4 : courbe d'humidité en fonction de la température extérieure

Les courbes d'humidité suivent l'évolution de la température dans les pièces. Elle baisse lorsque la température augmente et augmente lorsque la température baisse. Il faut noter que le taux d'humidité idéal pour les occupants se situe entre 35 et 60% (voir image ci-dessous).



4. SIMULATION THERMIQUE

Modélisation 3D

Une fois l'état des lieux terminé, nous modélisons le bâtiment grâce au logiciel Pléiades+Comfie.

Ce logiciel consiste à modéliser l'ensemble du bâtiment en 3D et à lui affecter les différents éléments vus lors de l'état des lieux : caractéristiques et compositions des parois, systèmes énergétiques, masques alentours... Cette modélisation permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, les locaux chauffés/non chauffés etc.

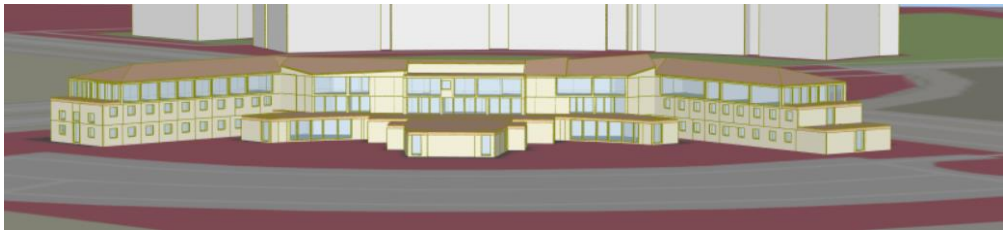


Figure 6 : Vue 3D Façade Sud

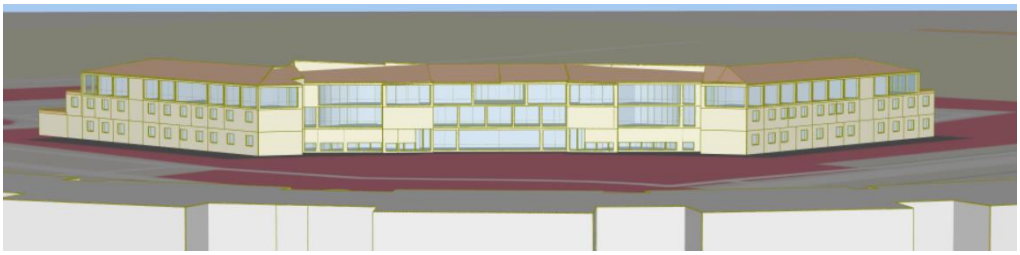


Figure 7 : Vue 3D Façade Nord

Résultat du calcul réglementaire

Arrêté du 08 août 2008 : portant approbation de la méthode de calcul Th-C-E- Ex prévue par l'arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants.

La méthode de calcul TH-C-E ex 2008 a pour objet le calcul réglementaire de la consommation conventionnelle d'énergie d'un bâtiment existant pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire (non comptabilisée dans les bâtiments à usage d'enseignement), l'éclairage et les auxiliaires (dont ventilation). Ce calcul est défini à l'aide de standards qui sont plus ou moins adaptés aux différents types de projets.

Postes de consommations (kWhep/m²/an)	Chambre de commerce
Surface RT modélisée (m²)	5 500
Coefficient de déperdition global Ubât (W/m².k)	1,08
Cep Global	145,15
Cep Chauffage	84,82
Cep froid	0
Cep Eclairage	35,83
Cep Auxiliaires	24,5

Les consommations d'ECS ne sont pas prises en compte dans le calcul Rt-ex pour un usage de bureaux.

Ce résultat n'est pas représentatif des consommations réelles bâtimentaires puisqu'il ne prend pas en compte les usages dont usages spécifiques, les scénarios et les consignes de températures. Il permet cependant de classer la performance du bâtiment en termes d'enveloppe.

En reprenant les consommations énergétiques de 2021, le bâtiment dans son état actuel possède une étiquette énergétique D et une étiquette GES B.

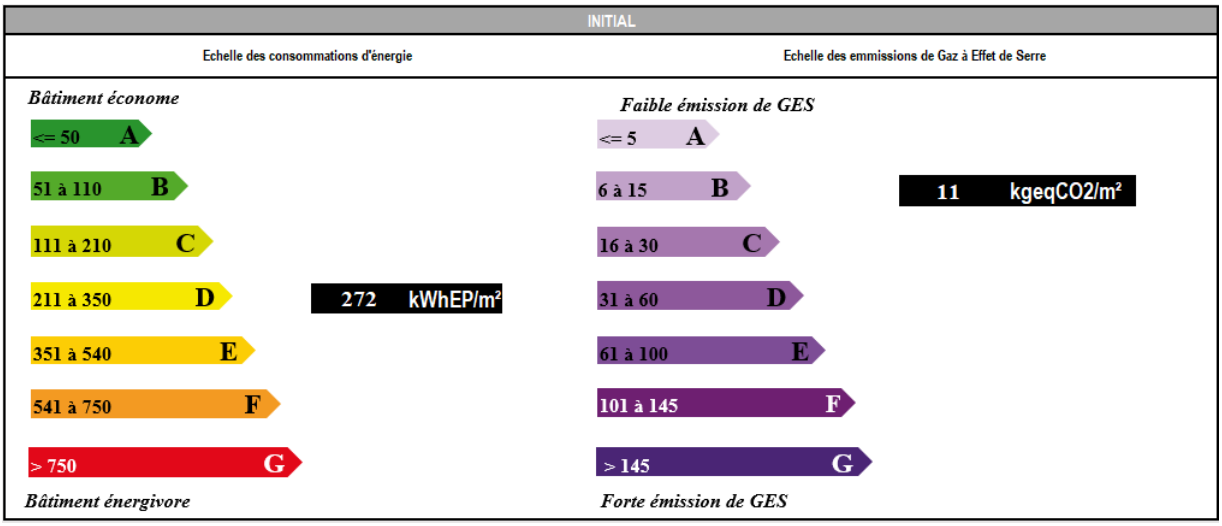
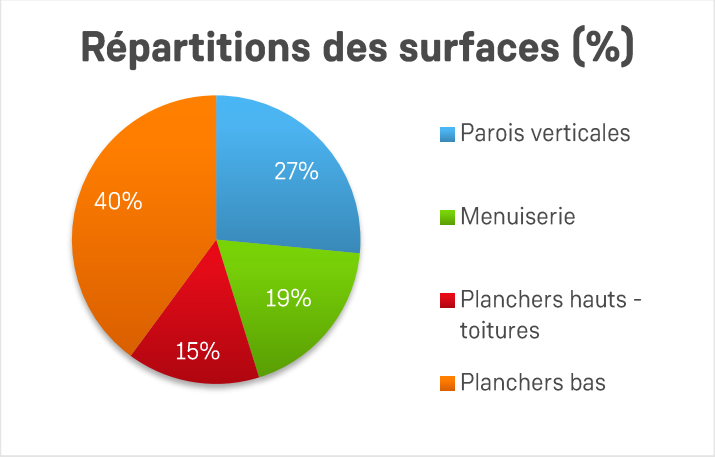


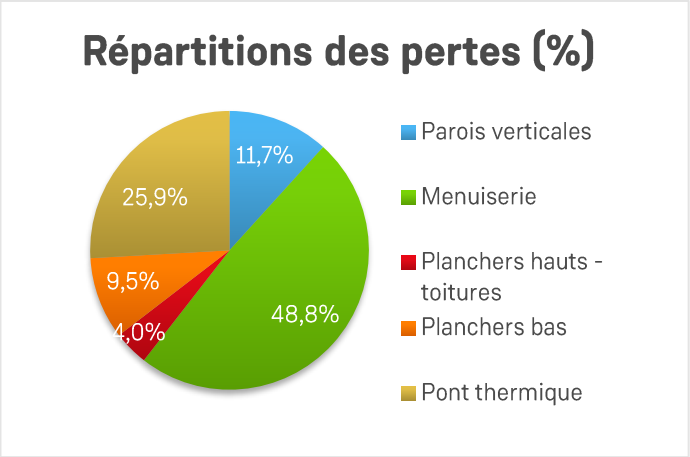
Figure 8 : Étiquette de consommation d'énergie et de consommation de gaz à effet de serre

Le calcul réglementaire nous permet de dresser un bilan de l'enveloppe. On analyse alors les déperditions de chaque paroi par rapport à sa surface sur l'ensemble du bâtiment.

Répartition des surfaces		
Désignation	Surface (m²)	
Parois verticales	1 462	27%
Menuiserie	1 030	19%
Planchers hauts - toitures	822	15%
Planchers bas	2 200	40%



Répartition des déperditions		
Désignation	Déperditions (W/K)	
Parois verticales	498	11,7%
Menuiserie	2 073	48,8%
Planchers hauts - toitures	171	4%
Planchers bas	405	9,5%
Pont thermique	1 100	25,9%



Les menuiseries représentent la déperdition la plus importante dans le bâtiment.

La performance thermique moyenne des vitrages entraine des échanges thermiques non souhaitables pour le bâtiment et le confort des occupants. Un remplacement des menuiseries par des menuiseries plus performantes sera préconisé.

Les murs extérieurs classés deuxièmes au niveau des déperditions. L'isolation par l'intérieur des murs a été réalisée en 2012. Afin de réduire les déperditions thermiques et minimiser les ponts thermiques qui engendrent une part importante des pertes, il sera envisagé par la suite de mettre l'isolation thermique par l'extérieur.

Le plancher haut permet aussi d'augmenter les déperditions thermiques. Remplacer les isolants déjà mis sur les combles et les toitures terrasses par des isolants performant sera préconisé.

Les caractéristiques de l'enveloppe total sont globalement moyennes avec un $U_{bât}$ de 1,08 W/m².K. Des progrès significatifs peuvent être fait au niveau des menuiseries, planchers hauts et murs extérieurs.

Par la suite, on poursuivra l'étude avec une **simulation énergétique dynamique**, qui permettra d'être plus réaliste et d'approcher au mieux le comportement consommateur du bâtiment.

Zonage STD

Le zonage thermique permet de différencier les pièces entre elles selon leurs propriétés thermiques et leurs usages.

Nous modélisons le site selon l'usage (Bureau, Salle de réunion, sanitaires, circulation...) :

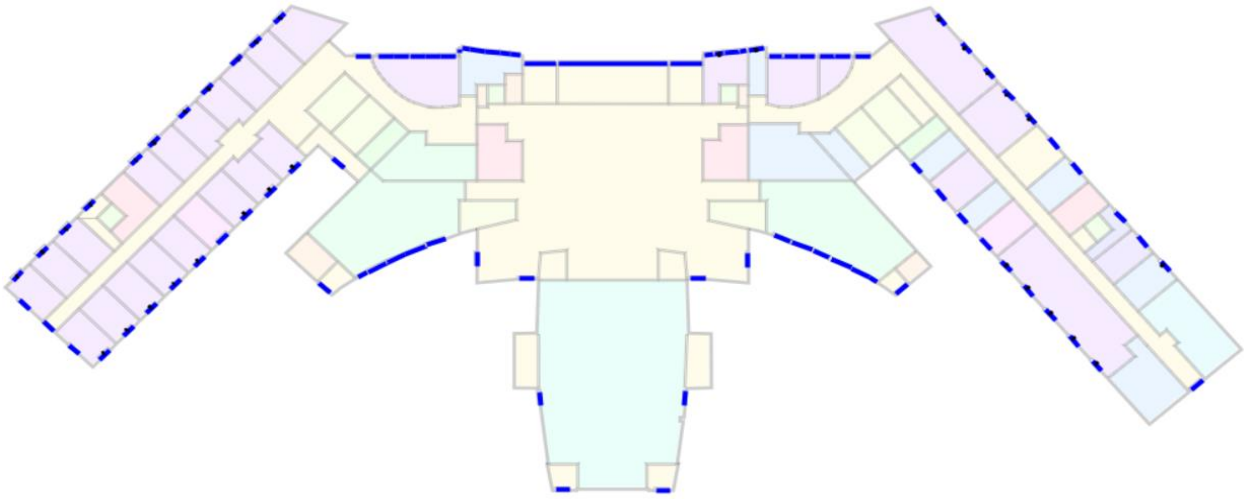


Figure 9 : Zonage RDC

Figure 10 : Zonage R+1

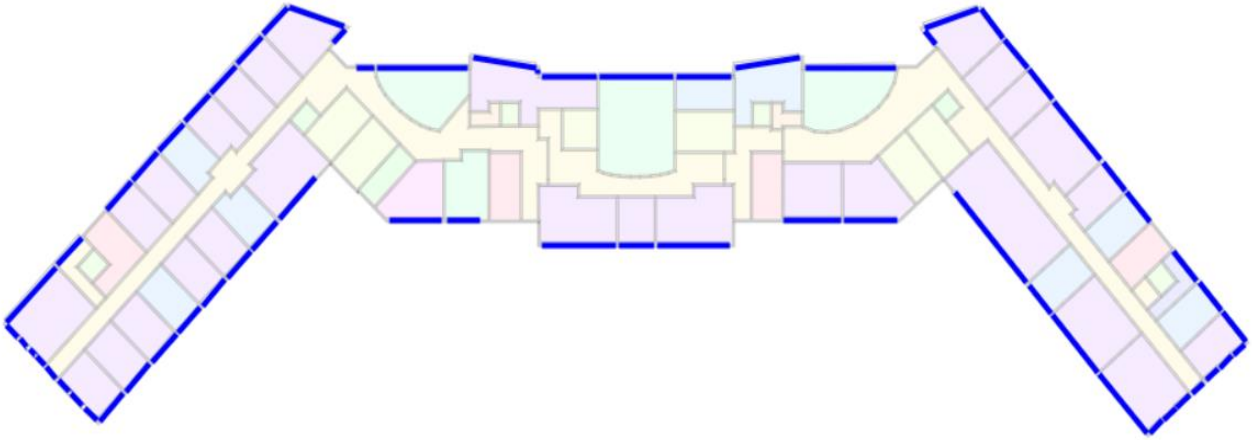


Figure 11 : Zonage R+2

Scénarios et hypothèses de calculs STD

Les scénarios suivants ont été établis selon les informations récoltées et les hypothèses définies. Les données saisies entrent en compte lors des calculs STD mais pas par la méthode TH-C-E Ex.

1. Occupation

Les scénarios d'occupation définissent les horaires et le taux d'occupation des zones. Ils servent de base aux autres scénarios. L'apport de chaleur interne est estimé à 80W par occupant.

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur 1	0.015448222	Occup./m²
	Valeur 2	0.027004711	Occup./m²
	Valeur 3	0.030896444	Occup./m²
	Valeur 4	0.040668444	Occup./m²
	Valeur 5	0.063781422	Occup./m²
	Valeur 6	0.073553422	Occup./m²

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Ouvré									0.03	0.06	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.03					
	Réduit									0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02					

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Vacances	Réduit	Réduit	Réduit	Réduit	Réduit		
Normal	Ouvré	Ouvré	Ouvré	Ouvré	Ouvré		

On estime l'occupation des locaux de bureaux à hauteur 1 personne tous les 10m². Des réduits simulant les heures d'arrivée, de départ et de pause déjeuner sont appliqués.

L'occupation des circulations communes, sanitaires et locaux techniques est considérée comme minime.

2. Consigne de température

Nous supposons les consignes de température de base suivantes pour l'ensemble des locaux. Les circulations et locaux techniques sont supposés non-chauffés et non-refroidis.

En hiver les locaux sont estimés chauffés du 15 octobre au 6 mai.

La consigne de température des ventilo-convecteurs est à 24°C pendant la période d'occupation et réduite à 19°C pendant la période d'inoccupation :

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur	24	°C
	Valeur 1	19	°C

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Jour	19	19	19	19	19	19	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	19	19	19
	Jour 1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour 1	Jour 1

En été les locaux sont estimés refroidis du 18 Juine au 23 septembre.

La consigne de température des ventilo-convecteurs en été est fixée à 26°C en période d'occupation, et les ventilo-convecteurs ne sont pas allumés pendant la période d'inoccupation.

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur	26	°C
	Valeur 1	0	°C

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Jour							26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26			
	Jour 1																								

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour		

La température des salles info est maintenu à 21°C.

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur	21	°C

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Jour	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour

3. Ventilation

Les puissances et les débits de la ventilation sont suggérés par des hypothèses prises par défaut.

	Puissance Wh/m³	***Régulation des débits***
Centrale de traitement d'air CIAT (double flux)	0,35 soufflage 0,25 extraction	Pas de régulation
Extracteur	0,25 soufflage	Pas de régulation

4. Eclairage

Les scénarios d'éclairage ont été définis selon les périodes d'occupation ainsi que l'éclairement réglementaire en fonction de l'usage de la pièce. Les puissances d'éclairage relevés sur site entrainent un apport interne calculé automatiquement par le logiciel.

Contrairement aux autres scénarios de l'étude STD (occultation, puissance dissipée, consigne de température…), les scénarios sont appliqués pièce par pièce et non sur l'ensemble d'une zone thermique.

Pièce	*Eclairement (Lux)*	*Puissance (W/m²)*	*Gestion*
Bureaux	500	10	Interrupteur marche arrêt
Salle de réunion	500	8	Marche et arrêt avec détection de présence
Amphithéâtre	300	8	Interrupteur marche arrêt
Sanitaires	200	9	Marche et arrêt avec détection de présence
Cuisine et détente	100	8	Marche et arrêt avec détection de présence
Escaliers	100	5	Marche et arrêt avec détection de présence
Magasin de réserve	100	10	Marche et arrêt avec détection de présence
Accueil entrée	100	7	Interrupteur marche arrêt
Circulation couloir	100	11	Marche et arrêt avec détection de présence

5. Puissance dissipée

En plus des apports internes dus à l'occupation et l'éclairage, nous avons émis des hypothèses sur les puissances dissipées dues aux équipements informatiques et équipements de process.

La puissance dissipée du matériel bureautique est estimée à 16 W/m² dans les zones de bureaux en période de pointe.

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur	0.88888	W/m²
	Valeur 1	1.77776	W/m²
	Valeur 2	4.40000	W/m²
	Valeur 3	8.00000	W/m²

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Ouvré Réduit	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	4.40	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	4.40	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
	WE Réduit	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
	WE Normal	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
	Ouvré Normal	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	8.80	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	8.80	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Vacances	Ouvré Réduit	Ouvré Réduit	Ouvré Réduit	Ouvré Réduit	Ouvré Réduit	WE Réduit	WE Réduit
Normal	Ouvré Normal	Ouvré Normal	Ouvré Normal	Ouvré Normal	Ouvré Normal	WE Normal	WE Normal

La puissance électrique dissipée des équipements dans la circulation et cuisine, (micro-onde, photocopieur.) est estimée entre 30 et 80W/m².

6. Besoin ECS

Les besoins ECS sont estimés en période de pointe à 30L d'eau chaude à 50°C dans les vestiaires et locaux de ménage.

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur	30	L
	Valeur 1	5	L
	Valeur 2	0	L

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Jour	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	30.0	30.0	30.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Semaine	Jour	Jour	Jour	Jour	Jour		

7. Occultations

L'occultation des stores intérieurs est définie en pourcentage de fermeture en fonction de l'orientation et de l'occupation du bâtiment. L'abaissement des stores manuels permet de limiter les apports solaires au détriment des apports lumineux.

Occultation Est

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur	12.5	%
	Valeur 1	25.0	%
	Valeur 2	50.0	%

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Jour ouvré en été									25	50	50	50	50	50	25									
	Jour ouvré en hiver											13	13	13											
	Jour ouvré en mi-saison										13	25	25	25	13										

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Semaine été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été		
Semaine hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver		
Semaine mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison		

Occultation Ouest

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur	12.5	%
	Valeur 1	25.0	%
	Valeur 2	50.0	%

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Jour ouvré en été													25	50	50	50	50	50	25					
	Jour ouvré en hiver															13	13	13							
	Jour ouvré en mi-saison														13	25	25	25	13						

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Semaine été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été		
Semaine hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver		
Semaine mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison		

Occultation Sud

S	Nom	Valeur	Unité
	Valeur	12.5	%
	Valeur 1	25.0	%
	Valeur 2	50.0	%

Jours — Afficher le nom

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Jour ouvré en été									13	25	50	50	50	50	50	50	50	25	13					
	Jour ouvré en hiver												13	13	13	13	13								
	Jour ouvré en mi-saison											13	25	25	25	25	25	13							

Semaines

Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Semaine été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été	Jour ouvré en été		
Semaine hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver	Jour ouvré en hiver		
Semaine mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison	Jour ouvré en mi-saison		

Exploitation des résultats

Ci-dessous les résultats après calage du modèle via le calcul SED.

1. Précision du modèle

kWh	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Bois (PCI)	Electricité (ef)	Réseaux
Total				**567 530**	
Chauffage				254 618	
Refroidissement				23 912	
Eau chaude sanitaire				4 813	
Auxiliaires de ventilation				155 651	
Auxiliaires de distribution					
Eclairage				66 896	
Usage spécifique				61 640	
Production électrique					

Figure 10 : Résultat du calcul SED

La part des usages spécifiques représenterait 10 % des consommations totales du site

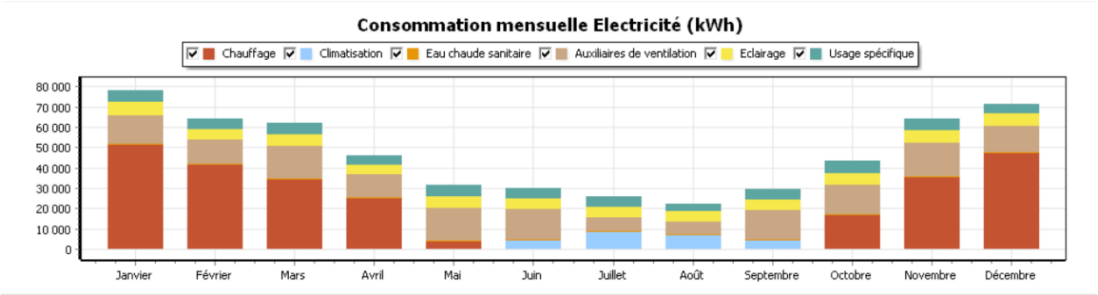


Figure 11 : Répartition des consommations simulées par usage

Si on regarde les consommations globales :

Consommation (MWhEF/an)	Électricité	Total
Réelles ajustées 2021	594	594
Simulées	567	567
Ecart	4,48 %	4,48 %

Nous estimons un modèle valide lorsque les consommations théoriques ne s'écartent pas au-delà de 10% des consommations réelles.

Ici nous avons un écart de moins de 5% au global avec de l'électricité comme typologie d'énergie. Le modèle est donc représentatif des consommations réelles du bâtiment.

2. Apports internes

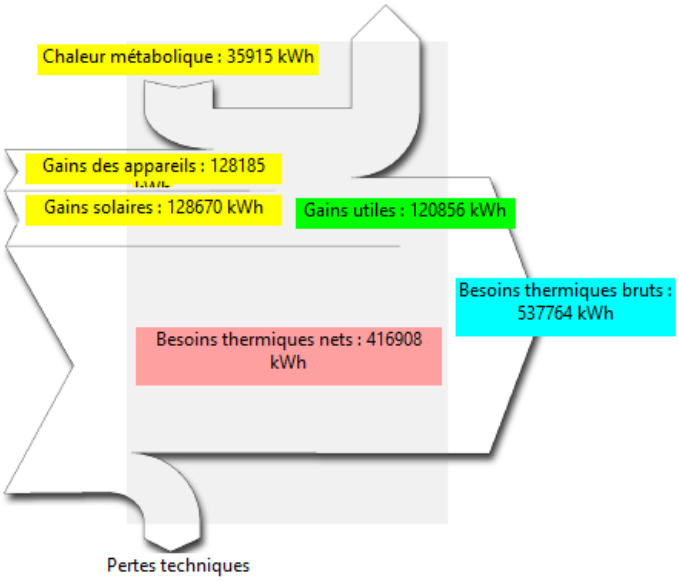


Figure 12 : Diagramme de Sankey

Le diagramme de Sankey permet de représenter la part des besoins chauds vis-à-vis des apports internes. On voit que les apports solaires et la puissance dissipée des appareils couvrent plus de 50% des besoins de chauffage.

Les besoins chauds restants doivent être compensés par les DRV.

3. Besoins thermiques

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauf	Puiss. Clim.
	kWh	*kWh/m²*	*kWh*	*kWh/m²*	*W*	*W*
Total	**442 280,99**	125,21	16 880,55	4,78	528 532	114 779
local de brassage	0,00	0,00	4 070,65	90,88	0,00	4 896,76
Vestaires	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rangement	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amphithéatre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cuisine - Détente	9 217,23	107,64	218,35	2,55	13 760,72	3 089,15
Sanitaires	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Magasin de réserve	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Escaliers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Salle de réunion	90 011,81	190,57	1 456,09	3,08	82 439,79	26 917,11
Bureaux	180 979,53	105,40	10 350,59	6,03	276 444,16	79 120,85
Circulation	162 072,42	128,89	0,00	0,00	200 740,76	0,00
Local info	0,00	0,00	784,87	21,07	0,00	3 775,00
Autre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ascenseur 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
local ménage	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Les besoins chauds et froids sont calculés uniquement selon la conception bioclimatique du bâtiment (enveloppe thermique, localisation, orientation, masques environnant, température de consigne…). Les systèmes énergétiques en place ne sont pas pris en compte.

Le local de brassage a un besoin de froid important, dû à l'usage du local concerné.

	Chauffage	Refroidissement
Puissance max d'appel	528	115
Puissance max d'appel + 20%	634	138
Puissance installée	451	413
Ecart puissance disponible /puissance nécessaire	-0,28%	1,99%

Selon le calcul simplifié ci-dessus, la puissance installée en DRV et Rooftop serait parfaitement dimensionnée, et la puissance installée en le froid serait surestimée de 1,99%.

Cependant les conditions de calculs ne sont pas les plus extrêmes et le scénario climatique est basé sur un hiver moyen.

La puissance actuelle de froid est également supérieure au besoin. Cependant, attention au changement climatique qui imposera un besoin de froid supérieur à celui actuel.

5. PRECONISATIONS ENERGETIQUES

Actions unitaires

Action Unitaire		Page	Consommations théoriques simulées Avant travaux(kWh)	Consommations théoriques après travaux (kWh)	Gain par rapport à la simulation (%)	Gain par rapport à l'année de référence (%)	Gain HT (€)	Coût total HT (€)	Coût après subventions (€)	TRI (ans)	Tract 7,5%[2](ans)
Scénario 1 (Quick wins)	Sensibilisation du personnel aux économies d'énergie	40	567 530	556 179	2,0%	34%	1 900	500	500	0,3	0,3
	Optimisation de la température de consigne et amélioration du système GTC	41		521 413	8,1%	38%	7 720	0	0	-	-
	Relamping en LED	42		553 156	2,5%	34%	2 400	84 000	83 470	34,9	17,7
Scénario 1 Bis	Mise en place d'une GTB	43		512 412	10%	39%	9 101	220 000	172 800	24,2	12,2
Scénario 2	Remplacement de la CTA	44		555 171	2,2%	34%	2 069	55 000	37 510	26,6	11,9
	Remplacement des DRV	44		503 944	11,2%	40%	10 650	538 750	524 500	>30	21,4
	Remplacement des menuiseries	45		548 836	3,3%	35%	3 130	514 500	501 550	>30	>30
Scénario 3	Isolation des murs par l'extérieur (Ajout d'un isolant par l'extérieure)	46		547 607	3,5%	35%	3 335	247 600	217 880	>30	24,5

[2] Temps de retour sur investissement actualisé à 7,5% avec l'augmentation du coût de l'énergie

	Isolation de la toiture (Changement de l'isolant)	47		566 549	0,2%	33%	164	123 450	118 120	>30	>30
	Remplacement du Roof Top	48		567 523	0,01%	32,4%	1	78 970	78 970	>30	>30

Remarques : Les prix affichés sont des estimations et ne sont pas comparables à des devis professionnels. Les couts présentés dans le tableau ci-dessus sont calculés à partir d'une estimation du prix du matériau et de la main d'œuvre. Ils excluent toutes études complémentaires (Ex : étude de structure, Impact sur installation intérieures etc..) à réaliser concernant la faisabilité des travaux.

Ainsi les TRI présentés ci-dessus sont également calculés sur la base de ces estimations. Ils sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'évolution des couts des travaux.

1. Quick wins

a. Sensibilisation des occupant

Les usagers ont un rôle important à jouer dans la gestion des bâtiments. Ils jouent sur les paramètres de chaque zone en fonction de leur sensation de confort.

Une bonne sensibilisation des occupants permet de les guider au mieux sur les leviers d'actions à activer. Un guide pédagogique sera transmis en ce sens abordant les points suivants :

- La gestion des thermostats d'ambiance
- Les 6 paramètres de confort
- La gestion de l'éclairage intérieur

Les gains de cette préconisation est donc estimé à 2% sur la régulation des systèmes (occultation, consigne de température, gestion de l'éclairage, puissance dissipée des équipements).

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	556 179 kWh
Chauffage					254 618 kWh					249 526 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					23 434 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 717 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					152 538 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					65 558 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					60 407 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 13 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Sensibilisation des occupants »

b. Optimisation de la température de consigne et amélioration du système GTC

Le confort thermique est lié à 6 paramètres :

- La température de l'air
- La température des parois
- La vitesse de l'air
- L'humidité
- Le niveau d'activité
- L'habillement

Concernant le système de contrôle et de commande installé sur le site, il régule la température de chauffage et de climatisation des différentes pièces, avec une programmation manuelle effectuée quotidiennement par le gestionnaire technique. Lors de notre visite, nous avons observé que la programmation des cassettes climatiques pouvait être ajustée individuellement ou par zone, spécifiquement pour les ailes A et B du bâtiment. Le gestionnaire technique applique une régulation uniforme pour toutes les cassettes, fixant une consigne de température commune durant les heures d'occupation et réduisant cette consigne en période d'inoccupation.

Après installation de sondes de température sur le site, il est apparu que les bureaux orientés Nord ne maintiennent pas la même température intérieure que ceux orientés Sud durant la période d'occupation. Ce constat indique que le programme actuel, qui uniformise la consigne de température pour tous les bureaux, est inadéquat. Il ne prend pas en compte les variations d'apports solaires que chaque salle reçoit.

Il est donc nécessaire de mettre en place un programme plus adapté, qui tienne compte de l'orientation des pièces et des apports solaires spécifiques à chaque espace. Nous recommandons la création de zones distinctes : une pour les bureaux situés au Nord et une autre pour ceux au Sud. Pour cela, il faudrait configurer les cassettes individuellement, en sélectionnant celles des bureaux Nord pour une zone et celles des bureaux Sud pour l'autre, afin de mieux réguler la température en fonction des conditions réelles de chaque espace.

La température de consigne est actuellement estimée à 24°C en hiver. Un paramétrage à 21°C pour l'ensemble des équipements de chauffage situés Sud, et à 22°C des bureaux situés Nord (ventilo-convecteur, Rooftop ...) est envisageable.

La consigne de climatisation/rafraichissement en été est actuellement estimée à 26°C. Pas de changement recommandé pour cette consigne.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	521 412 kWh
Chauffage					254 618 kWh					208 986 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					23 911 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					155 166 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					66 896 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 14 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Optimisation de la consigne de température »

c. Relamping en LED

La technologie actuellement utilisée sur le bâtiment pour l'éclairage artificiel est du fluorescent et LED. Les systèmes les plus performants à ce jour sur le marché sont le systèmes LED. Ils sont réputés pour consommer très peu d'énergie. La puissance d'éclairage simulée avec les systèmes LED est à 6 W/m².

Le relamping peut être progressif (changement d'une ampoule lorsqu'elle ne marche plus) ou par zone. Cette préconisation peut être couplé avec la gradation et/ou détection de présence afin d'optimiser les interventions.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	553 156 kWh
Chauffage					254 618 kWh					257 536 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					23 275 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					155 636 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					50 256 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 15 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Relamping en LED »

d. Mise en place d'une GTB

Le site de Serris est actuellement équipé d'une GTC qui se limite à contrôler les consignes de température des cassettes. Toutefois, comme mentionné précédemment, la régulation nécessite un ajustement des cassettes de manière individuelle pour répondre efficacement aux besoins spécifiques de chaque zone. Pour améliorer la gestion et la régulation du bâtiment, l'implémentation d'une Gestion Technique du Bâtiment (GTB) est recommandée. Une GTB est un système plus complet qui permettrait non seulement de réguler plus aisément les cassettes en créant des zones distinctes Nord et Sud en prenant en compte les apports solaires et les problèmes de parois froides, mais également de contrôler l'éclairage des bureaux, et les débits de la CTA.

Actuellement, l'éclairage dans les bureaux est géré manuellement avec des interrupteurs simples. Un technicien doit parcourir tous les bureaux à la fin de chaque journée pour s'assurer que toutes les lampes sont éteintes. Avec une GTB, il serait possible de programmer l'extinction automatique des lumières à une heure définie, simplifiant la gestion et augmentant l'efficacité énergétique.

Attention

Il est important de souligner que le site de Serris **ne respecte pas** actuellement le décret Bacs, ce qui renforce la nécessité de mettre à jour les systèmes de gestion technique pour améliorer le contrôle global et réaliser des économies d'énergie substantielles.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	512 412 kWh
Chauffage					254 618 kWh					226 610 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					21 282 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					138 529 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					59 537 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 16 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Installation de la GTB »

2. Scénario 2

a. Remplacement de la CTA

La CTA actuellement en service est en très bon état de fonctionnement. La CTA double flux de remplacement à horizon 2030 ou 2040 intégrera un échangeur avec une efficacité supérieure à 75% avec By-Pass permettant de limiter les pertes énergétiques tout en optimisant la puissance électrique des ventilateurs.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS	Fioul (PCS	Réseau de chaleur (ef	Réseau de froid (ef	Electricité (ef	Gaz (PCS)	Fioul (PCS	Réseau de chaleur (ef	Réseau de froid (ef	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	555 171 kWh
Chauffage					254 618 kWh					242 008 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					24 015 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					155 799 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					66 896 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 17 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Relamping en LED »

b. Remplacement des DRV par des VRV

Les DRV Multi City installés sur le site ont été fabriqués en 2010/2011 et utilisent le R410A comme fluide frigorigène. Ce dernier a été progressivement mis en question en raison de ses impacts sur le changement climatique. L'objectif du règlement Européen n°517/2014 F-Gas est de réduire les émissions de gaz à effet de serre à hauteur de 80% d'ici à 2050. Pour atteindre ce niveau, un calendrier réglementaire prévoit une diminution progressive des gaz à effet de serre fluorés, jusqu'en 2030.

Le potentiel de réchauffement global (PRG) du R410A est élevé, alors il serait préférable de le remplacer par le R32 qui est plus écologique, respectueux de l'environnement et présente un rendement supérieur à celui du R410A.

Par conséquent, il est recommandé de remplacer les DRV R410A Mitsubishi par des VRV 5 R32 Daikin (REYA), et il est nécessaire d'effectuer une étude préalable à tout remplacement des unités extérieures afin d'évaluer la faisabilité de conserver les unités intérieures existantes.

NB : Une étude de structure sera nécessaire afin d'évaluer si la toiture peut supporter la charge des nouveaux équipements. Le cout de cette étude n'est pas inclus dans le chiffrage effectué pour cette préconisation.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	503 944 kWh
Chauffage					254 618 kWh					200 869 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					14 042 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					155 684 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					66 896 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 18 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Remplacement des DRV par des VRV »

c. Changement des menuiseries

Les menuiseries extérieures présentent une faible performance thermique, tant en termes de conduction que d'étanchéité à l'air, et comme évoqué précédemment ils sont responsables du premier poste des déperditions thermiques du bâtiment.

Envisager leur remplacement pour des menuiseries en double vitrage à faible émissivité (Uw = 1,3 W/m².K, Sw=0.35) pourrait apporter un confort thermique important et également un confort acoustique.

Le remplacement de menuiseries a de multiples avantages :

- Réduction des déperditions thermiques
- Réduction de la sensation de paroi froide
- Amélioration de la perméabilité à l'air
- Amélioration du confort d'été

Pour atteindre les CEE, il faut avoir : Uw ≤ 1,3 W/m².K et Sw ≤ 0,35.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	548 836 kWh
Chauffage					254 618 kWh					234 548 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					25 490 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					155 449 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					66 896 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 19 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Changement des menuiseries »

3. Scénario 3

a. Isolation des murs extérieurs par l'extérieur

Les murs extérieurs actuels sont de bonne performance mais relativement anciens. La performance est moyenne de l'isolant mis par l'intérieur niveau RT 2012.

Ajouter de l'isolation thermique par l'extérieur afin de réduire les déperditions et les ponts thermiques à l'horizon 2040 est envisageable, compte tenu de la durée conventionnelle de 30 ans de l'isolant.

Pour cela, il sera intéressant d'envisager la mise en place d'une couche d'isolation par l'extérieur des murs du bâtiment par du polyuréthane (Knauf Thane façade 100) de 10 cm d'épaisseur avec une résistance thermique égale à 4,5 m².K/W.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	547 607 kWh
Chauffage					254 618 kWh					234 134 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					24 701 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					155 423 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					66 896 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 20 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Isolation des murs extérieurs »

b. Isolation de la toiture

Les toitures représentent également une déperdition importante. Afin d'atteindre les CEE et de limiter au maximum les pertes, une isolation type mousse du polyuréthane de 14 cm pour un R de 6,4 m².K/W est préconisée au niveau de la toiture terrasse, et de la laine de verre type IBR revêtu Kraft avec un épaisseur de 24 cm pour un R de 6 m².K/W est recommandée au niveau du plancher haut sous les combles.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	566 548 kWh
Chauffage					254 618 kWh					253 662 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					23 900 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					155 637 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					66 896 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 21 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Isolation de la toiture »

c. Remplacement du Roof Top

Le Roof Top qui alimente l'amphithéâtre est actuellement en très bon état, ayant été installé sur le site en 2021. Tout comme les DRV, il fonctionne également avec le fluide frigorigène R410A. Toutefois, étant donné que ce fluide frigorigène est progressivement remplacé par des autres fluides plus respectueux de l'environnement, il est recommandé de prévoir son remplacement d'ici les années 2040-2050. Dans cette perspective, il est suggéré d'envisager le remplacement par la nouvelle génération de Roof Top VECTIOS IPJ0220 CQ, qui utilise le fluide frigorigène R454B.

NB : Une étude de structure sera nécessaire afin d'évaluer si la toiture peut supporter la charge des nouveaux équipements. Le cout de cette étude n'est pas inclus dans le chiffrage effectué pour cette préconisation.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 530 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	567 523 kWh
Chauffage					254 618 kWh					254 687 kWh
Refroidissement					23 912 kWh					23 817 kWh
Eau chaude sanitaire					4 813 kWh					4 813 kWh
Auxiliaires de ventilation					155 651 kWh					155 670 kWh
Auxiliaires de distribution										
Eclairage					66 896 kWh					66 896 kWh
Usage spécifique					61 640 kWh					61 640 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 22 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Changement du Roof Top »

Plans d'actions

Plan d'action		Consommations théoriques simulées Avant travaux (kWh)	Consommations théoriques après travaux (kWh)	Gain par rapport à la simulation (%)	Gain par rapport à l'année de référence (%)	Gain HT (€)	Coût total HT (€)	Coût total HT aides déduites (€)	TRI[3] (ans)	Tract 7.5% (ans)
Objectif -31%	Réduction de la consigne de la température Relamping LED	567 530	500 776	16%	43%	14 825	84 500	83 971	7,5	6
Objectif -50%	Scénario 2 : Scénario 1 Remplacement de la CTA Remplacement des DRV Remplacement des menuiseries		420 956	26%	50%	24 200	1 137 750	1 110 005	46	20,5
Objectif -60%	Scénario 2 : Scénario 2 Isolation des murs extérieurs par l'extérieur Isolation de la toiture Remplacement du Roof Top		389 758	31%	53%	29 350	1 587 760	1 525 000	52	22

[3] Les TRI des scénarios 2 et 3 ne prennent pas en compte les gains du scénario 1.

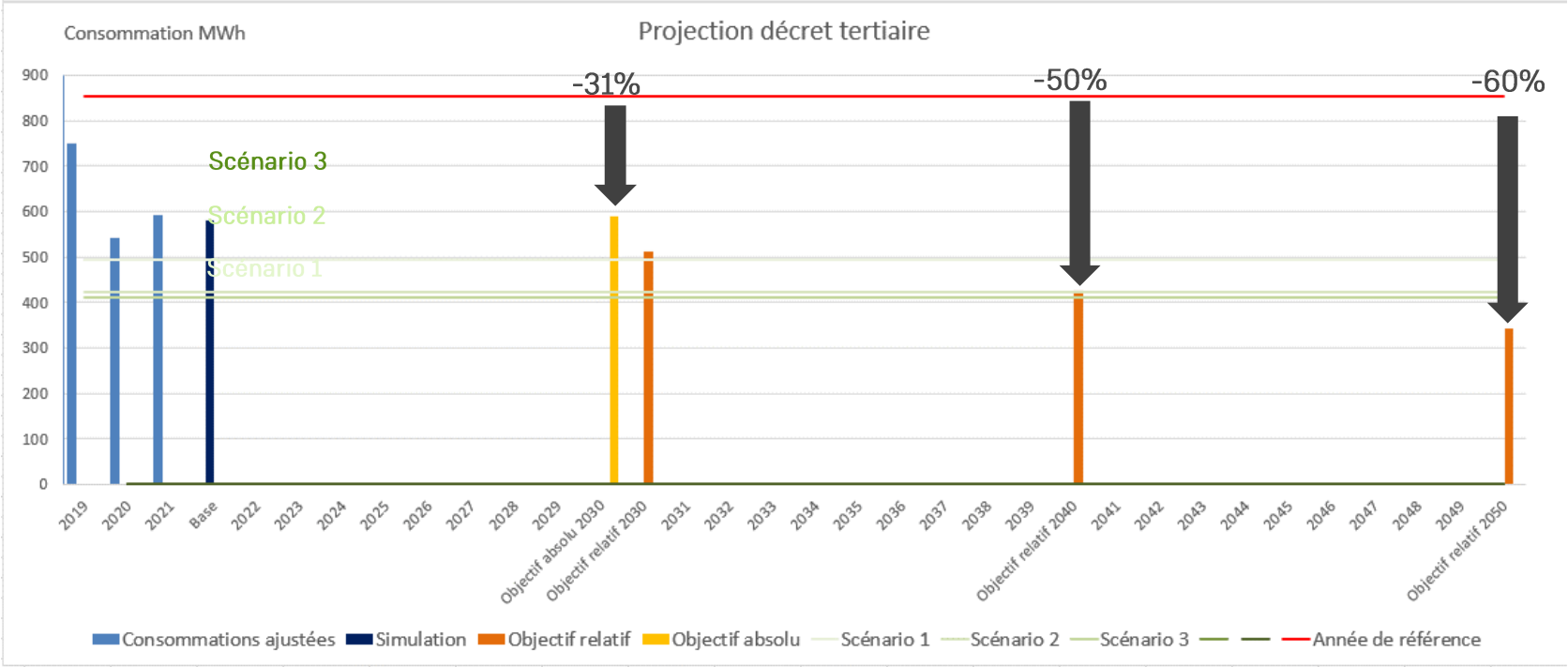
Scénarios avec GTB

Plan d'action		Consommations théoriques simulées Avant travaux (kWh)	Consommations théoriques après travaux (kWh)	Gain par rapport à la simulation (%)	Gain par rapport à l'année de référence (%)	Gain HT (€)	Coût total HT (€)	Coût total HT aides déduites (€)	TRI[4] (ans)	Tract 7.5% (ans)
Objectif -31%	Réduction de la consigne de la température (Avec régulation performante GTB) Relamping LED Mise en place d'une GTB	567 530	452 336	20,3%	46,0%	19 020	304 500	256 771	13,5	10
Objectif -50%	Scénario 2 : Scénario 1 Remplacement de la CTA Remplacement des DRV Remplacement des menuiseries		381 815	33,0%	54,5%	30 670	1 357 750	1 282 800	42	20
Objectif -60%	Scénario 2 : Scénario 2 Isolation des murs extérieurs par l'extérieur Isolation de la toiture Remplacement du Roof Top		369 104	35,0%	56,0%	32 760	1 807 760	1 697 800	52	22

[4] Les TRI des scénarios 2 et 3 ne prennent pas en compte les gains du scénario 1.

Remarques : Les prix affichés sont des estimations et ne sont pas comparables à des devis professionnels. Les couts présentés dans le tableau ci-dessus sont calculés à partir d'une estimation du prix du matériau et de la main d'œuvre. Ils excluent toutes études complémentaires (Ex : étude de structure, Impact sur installation intérieures etc..) à réaliser concernant la faisabilité des travaux.

Ainsi les TRI présentés ci-dessus sont également calculés sur la base de ces estimations. Ils sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'évolution des couts des travaux.



A ce jour, l'objectif de 2030 peut être atteint :

- En valeur **absolue par le scénario** 1

L'objectifs **relatif** pour 2040 peut être atteint par **le scénario 2**

L'objectifs **relatif** pour 2050 ne peut pas être atteint.

Modulation des objectifs

1. **Contraintes techniques et architecturales**

Des actions (de rénovation en particulier) dégradant dangereusement l'architecture du bâtiment ou son esthétique, dans le cas d'un patrimoine remarquable ; ou actions non conformes au droit des sols et de propriété.

Sans objet.

2. **Disproportion des temps de retour sur investissement**

Des retours sur investissements disproportionnés, financièrement ou en termes d'efficacité énergétique.

Sans objet.

6. CONCLUSION

Le site CCI 77 Serris construit en 2012. Avec 12 DRV réversibles comme source d'énergie de chauffage et de refroidissement, et parois extérieures comprenant les murs extérieurs, le plancher bas et le plancher haut, bénéficient d'une isolation efficace, ce qui se traduit par une performance énergétique globalement satisfaisante. Néanmoins, les analyses thermographiques et de sondes de température ont révélé plusieurs défauts affectants à la fois l'enveloppe et la gestion de température intérieure.

- La performance de l'enveloppe est globalement bonne, cependant, les analyses thermographiques nous ont montré qu'il existe de déperditions importantes à savoir :
    - Parois intérieures froides,
    - Problèmes d'étanchéité au niveau des menuiseries, (Joints)
    - Ponts thermiques au niveau des cadres des menuiseries (fenêtres et portes-fenêtres),
    - Ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires des façades,
    - Ponts thermiques liés à l'angle rentrant au niveau de la façade donnant sur l'entrée principale,
    - Ponts thermiques liés au raccord Plancher-Mur extérieur, au niveau des toitures terrasses.
    - Ponts thermiques liés au raccord Plancher bas – Mur extérieur.

  Afin d'éliminer ces ponts thermiques, d'améliorer la performance de l'enveloppe et d'éviter les sensations de parois froides, **une isolation par l'extérieur avec un changement des menuiseries** est indispensable. Cela vise à améliorer la performance énergétique du bâtiment en garantissant une étanchéité des joints de menuiseries et le retour d'isolant lors des travaux de rénovation. Ces travaux sont à réaliser lors d'un ravalement de façade par exemple.

- **Les systèmes sont globalement performants et affichent une performance globale satisfaisante.** Un plan de remplacement est prévu en raison de leur utilisation du fluide frigorigène R410A et pour d'autres systèmes à cause de la fin de leur durée de vie. Parallèlement à ces remplacements, des améliorations doivent être apportées à l'éclairage.

- Concernant la régulation thermique, l'analyse des sondes de températures montre des fluctuations anormales au niveau de la température intérieure aussi bien en période d'occupation que d'inoccupation. Et par conséquent, la gestion actuelle via une GTC se considère insuffisante pour une adaptation précise aux besoins réels des occupants en fonction des différentes zones du bâtiment. L'implémentation d'une GTB est donc fortement recommandée pour une régulation plus fine et automatisée des températures, afin de permettre d'adapter les consignes de température en fonction des orientations des différentes salles, de la température ambiante et de la rigueur climatique. Il pourra être mis en place un écart d'1°C entre les consignes de température des bureaux situés au nord par rapport à ceux situés au sud. De plus la GTB pilotera également l'éclairage, ce qui alignerait également le site avec les exigences du décret Bacs, actuellement non respectées.

L'objectif absolu de l'année 2030 est presque atteint (-30% en 2021), et par conséquent, de légères améliorations sont tout ce qui est nécessaire pour l'objectif 2030 du décret tertiaire. Cependant, un problème persistant demeure au niveau du confort thermique ressenti par les occupants du site. L'introduction d'une GTB dans le scénario 1 apparaît comme une solution optimale pour réguler la température intérieure. Cette mesure ne se contente pas de garantir un confort uniforme à travers le site, mais elle ouvre également la voie à la réalisation des objectifs plus ambitieux de 2040, envisageant un gain supplémentaire de -46% qui se rapproche de l'objectif prévu pour cette échéance.

Les différentes opportunités d'économies d'énergie permettent de **respecter l'objectif de 2030** en **valeur absolue**. De plus, l'ensemble des préconisations énoncées devrait permettre d'atteindre les objectifs avant même un potentiel ajustement.

<table>
<tr><th>Respect des objectifs 2030</th><th>Economies par rapport à l'année de référence</th><th>Objectif valeur absolue par rapport à l'année de référence</th><th>Atteinte de l'objectif</th></tr>
<tr><td>Scénario 1</td><td>-43%</td><td rowspan="6">-31%</td><td rowspan="2">Valeur absolue atteinte</td></tr>
<tr><td>Scénario 1 avec GTB</td><td>-46%</td></tr>
<tr><td>Scénario 2</td><td>-50%</td><td rowspan="2">Valeur relative 2040 validée</td></tr>
<tr><td>Scénario 2 avec GTB</td><td>-54,5%</td></tr>
<tr><td>Scénario 3</td><td>-53%</td><td rowspan="2">Valeur relative 2050 non atteinte</td></tr>
<tr><td>Scénario 3 avec GTB</td><td>-56%</td></tr>
</table>

7. ANNEXES

Potentiel CEE

Les Certificats d'Économies d'Energie (ou CEE) sont un dispositif au bénéfice des ménages et des entreprises pour la transition énergétique et la croissance verte. Créé par les articles 14 à 17 de la loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 du programme fixant les orientations de la politique énergétique (loi POPE), ce dispositif constitue l'un des principaux instruments de la politique de maîtrise de la demande énergétique.

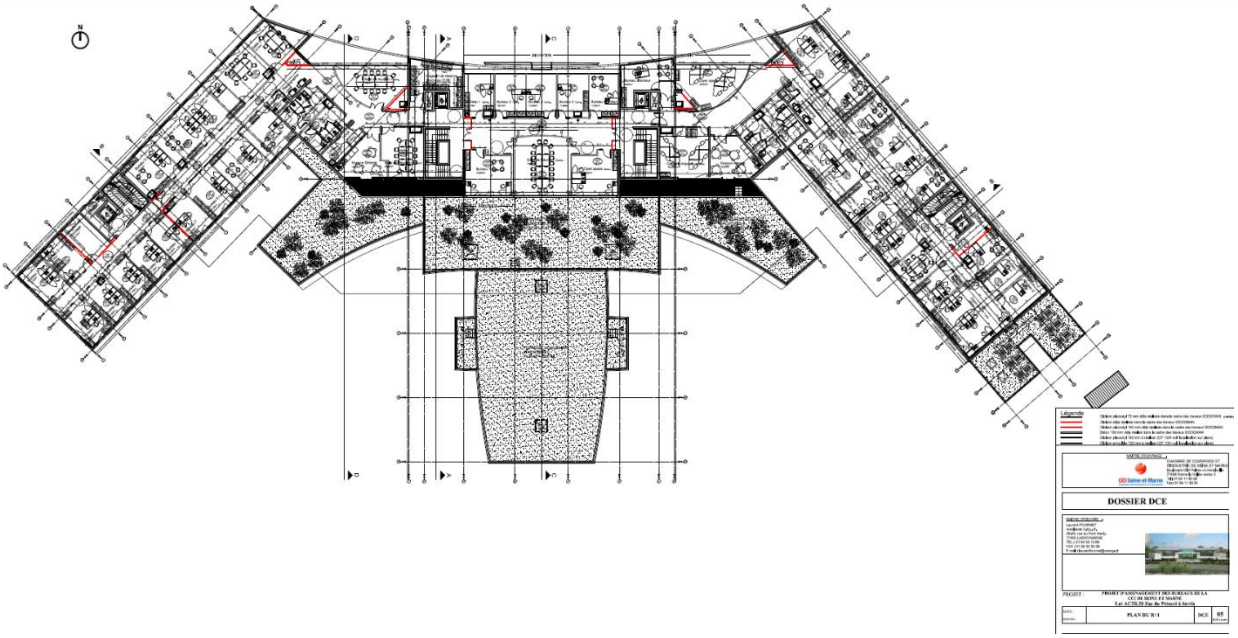
Des fiches d'opérations standardisés sont mises à disposition afin de recenser les travaux éligibles et de calculer les aides associées. (*https://calculateur-cee.ademe.fr/user/fiches/BAT*)

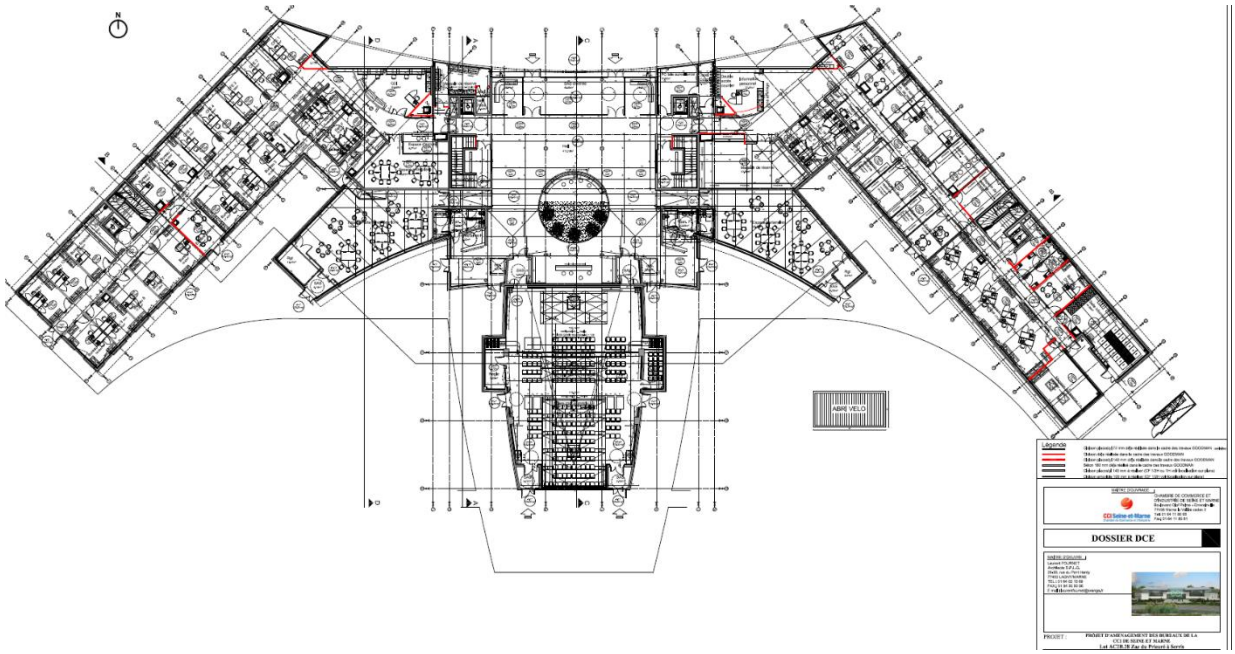
Les économies potentielles décrites dans les fiches CEE ci-dessous ne sont pas pris en compte dans le calcul des temps de retour sur investissement. Le prix de vente des CEE pour l'étude est de 6,8 €/MWh Cumac.

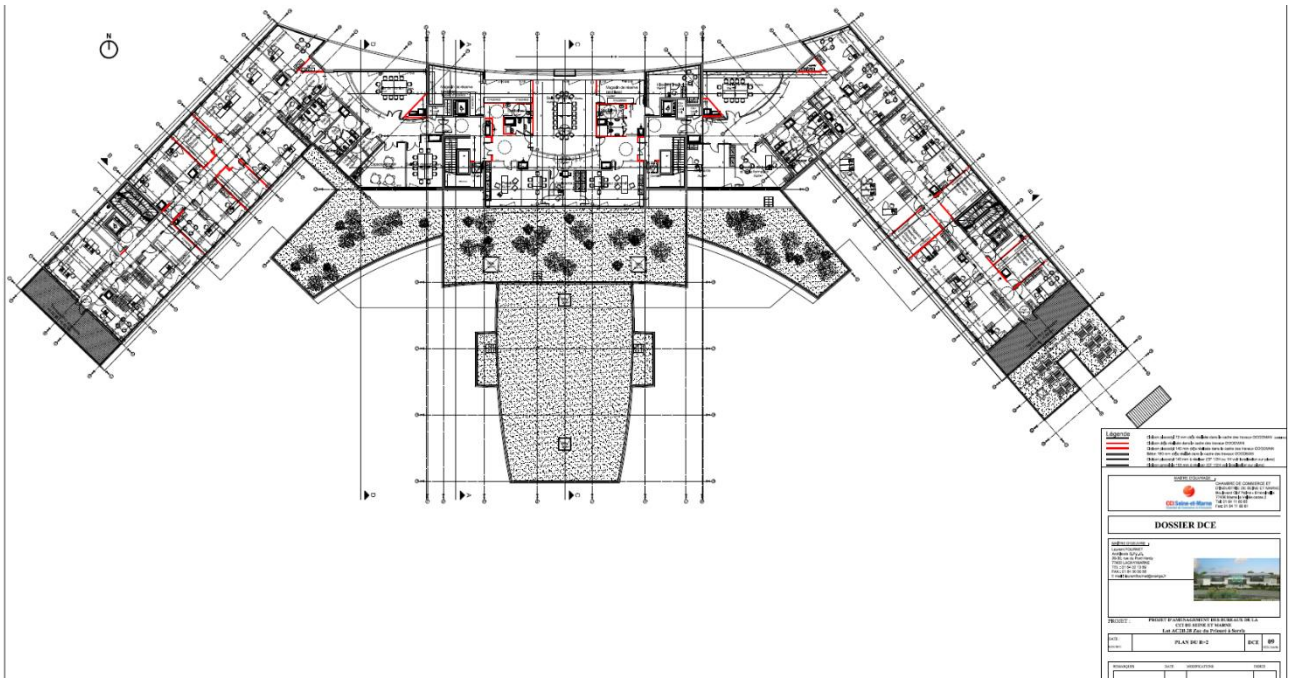
Détail chiffrage

	PRODUIT FOURNI POSÉ				
Préconisation	**Nombre**	**Unité**	**Cout unitaire €**	**Coût total €**	**Cout total après aides €**
Éclairage	420	Lampe	200	84 000	83 470
Sensibilisation du personnel aux consommation d'énergie	1	Pack	500	500	500
Remplacement des menuiseries	1 029	m²	500	514 500	501 550
Isolation des murs extérieurs	2 751	m²	90	247 600	217 880
Isolations des toitures	823	m²	150	123 450	118 120
Installation d'une GTB	1	GTB	220 000	220 000	189 145
Remplacement de la CTA	1	CTA	55 000	55 000	37 510
Remplacement du Roof Top	1	Roof Top	78 970	78 970	78 970
Remplacement des DRV	4	REYA8A	15 000	538 750	524 500
	2	REYA10A	16 000		
	5	REYA12A	20 000		
	1	REYA14A	23 500		

Plans


Légende
DOSSIER DCE
PLAN DCE R+1


ABRI VELO
Légende
DOSSIER DCE


DOSSIER DCE