



CPAM Siège Social d'Orléans

PL. DU GENERAL DE GAULLE,
45000 ORLEANS

AUDIT ENERGETIQUE

ETUDE DE CONFORT D'ETE

MAITRISE D'OUVRAGE :



CPAM SIEGE SOCIAL D'ORLEANS
PL. DU GENERAL DE GAULLE,
45000 ORLEANS

ASSISTANT MOA :



ALTEREA AGENCE NANTES
26 Bd Vincent Gâche,
44200 Nantes
T 02 40 74 24 81

Mathieu PALNTE
Chef de projets
07 71 50 87 10
mplante@alterea.fr

Alexis Barbotin
Chargé d'études
abarbotin@alterea.fr

ALTEREA certifié par l'OPQIBI
Certificat de qualification N° 13 06 25 86

SUIVI DU DOCUMENT :

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	25/05/2022	Version initiale	ABAR	BBAC	MPLA

contact@alterea.fr – www.alterea.fr

Agence Ouest (siège)
26 bd Vincent Gâche CS 17502
44275 Nantes Cedex 2
T 02 40 74 24 81
f 02 51 84 16 33

Agence Ile-de-France
23 avenue d'Italie
75013 Paris
T 01 46 28 31 89
f 02 51 84 16 33

Agence Nord
21 rue Pierre Mauroy
59000 Lille
T 03 59 54 21 08
f 02 51 84 16 33

Agence Sud-Ouest
2 rue du Jardin de l'Ars
33800 Bordeaux
T 05 56 64 42 51
f 02 51 84 16 33

Agence Sud – Est
19 rue de la Villette
69003 Lyon
T 04 87 24 90 75
f 02 51 84 16 33

Agence Est
20 place des Halles
67000 Strasbourg
T 03 88 52 26 01
f 02 51 84 16 33

SOMMAIRE

1. SYNTHESE DE L'AUDIT ENERGETIQUE	7
1 INTRODUCTION	13
1.1 OBJECTIF DE L'AUDIT ENERGETIQUE	13
1.2 DECRET TERTIAIRE	13
1.3 METHODOLOGIE EMPLOYEE	14
1.3.1 Processus de l'audit énergétique	14
1.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie	15
1.4 LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS PAR LA MOA	16
1.5 HYPOTHESES PRISES POUR LA REALISATION DE L'ETUDE	16
1.6 ANOMALIES EVENTUELLES A FAIRE REMONTER	16
1.7 POINTS BLOQUANTS	16
1.8 ESTIMATIONS DES QUANTITES POUR LES DIFFERENTES PRESCRIPTIONS	16
2 DESCRIPTION DU SITE	17
2.1 INFORMATIONS GENERALES	17
2.1.1 Périmètre du diagnostic	17
2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs	17
2.1.3 Visite	17
2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés	18
2.1.5 Vue aérienne du site	18
2.2 DONNEES D'USAGE DU SITE	19
2.2.1 Bâtiments	19
2.2.2 Occupation du bâtiment	19
2.3 ANALYSE DU COMPORTEMENT DES USAGERS	20
3 DESCRIPTION DU BATIMENT	21
3.1 BATI	21
3.2 CHAUFFAGE	31
3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation	31
3.2.2 Description de la chaufferie	31
3.2.3 Description des émetteurs	37
3.2.4 Schéma de principe	38
3.2.5 Description de la régulation	39
3.3 VENTILATION	41
3.4 EAU CHAUDE SANITAIRE	44
3.5 ECLAIRAGE	45

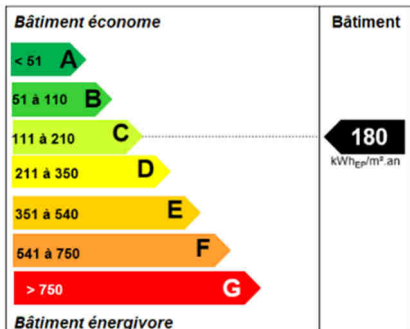
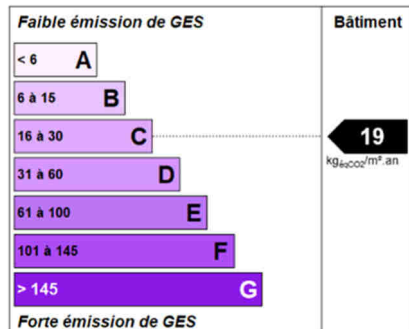
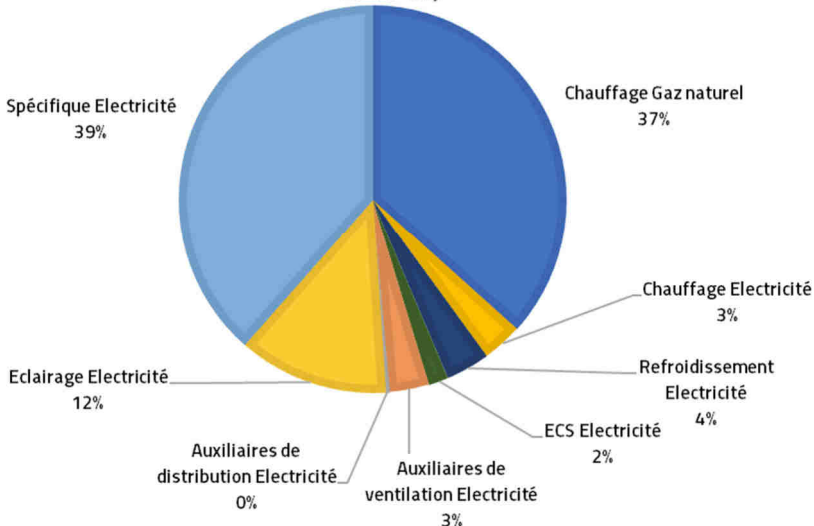
3.6	CLIMATISATION	48
3.7	AUTRES USAGES	50
4	ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE	51
4.1	USAGES ENERGETIQUES DU SITE	51
4.2	PLAN DE COMPTAGE DES ENERGIES	51
4.2.1	Description de l’approvisionnement en électricité	51
4.2.2	Schéma du plan de comptage proposé :	52
4.2.3	Description de l’approvisionnement en gaz naturel	53
4.3	HISTORIQUE DES CONSOMMATIONS	54
4.3.1	Gaz naturel	54
4.3.2	Electricité	55
4.3.3	Analyse des contrats de fourniture d’énergie	56
4.4	RESPECT DES EXIGENCES DU DECRET TERTIAIRE	57
4.4.1	Sélection de l’année de référence (Décret Tertiaire)	57
4.4.2	Objectifs de consommations énergétiques aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050	58
4.4.3	Contraintes techniques, architecturales et patrimoniales	59
5	ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	60
5.1	ANALYSE DES DEPERDITIONS THERMIQUES DU SITE	60
5.2	SYNTHESE DE L’ENVELOPPE	61
5.3	ANALYSE DES CONSOMMATIONS SIMULEES	62
5.4	COMPARAISON DES CONSOMMATIONS REELLES ET SIMULEES	63
5.5	PRESENTATION DES RESULTATS REGLEMENTAIRES (METHODE TH-C-E ex)	64
6	ENERGIES RENOUVELABLES	65
6.1	INSTALLATIONS D’ENERGIES RENOUVELABLES EXISTANTES	65
6.2	POTENTIELS D’ENR	65
7	GISEMENT DES POTENTIELS D’ECONOMIE D’ENERGIE	67
7.1	INTRODUCTION	67
7.2	SYNTHESE DES INTERVENTIONS SIMULEES	69
8	SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE	72
8.1	SCENARIO 1 : ACTION A FAIBLE INVESTISSEMENT	72
8.1.1	Synthèse	72
8.1.2	Données détaillées des performances du scénario	73
8.1.3	Analyse en coût global	74
8.2	SCENARIO 2 : -40% SUR ENERGIE FINALE	75
8.2.1	Synthèse	75

8.2.2	Données détaillées des performances du scénario	76
8.2.3	Application de la réglementation thermique	76
8.2.4	Analyse en coût global	77
8.3	SCENARIO 3 : -50% SUR ENERGIE FINALE	78
8.3.1	Synthèse	78
8.3.2	Données détaillées des performances du scénario	79
8.3.3	Application de la réglementation thermique	80
8.3.4	Analyse en coût global	80
8.4	COMPARAISON DES SCENARIOS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DU DECRET TERTIAIRE	81
9	DESCRIPTIF DES INTERVENTIONS SIMULEES	82
10	CONTEXTE DE LA MISSION DE L'ETUDE DU CONFORT D'ETE	96
10.1	DEROULEMENT DE LA MISSION	96
10.2	OBJECTIFS DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE	96
10.3	OUTIL DE SIMULATION	96
10.4	HYPOTHESES DE CALCUL	96
11	DESCRIPTION DU SITE	97
11.1	DONNEES METEOROLOGIQUES	97
12	MODELISATION DU BATIMENT ET USAGE	98
12.1	REPRESENTATION 3D	98
12.2	ZONAGE THERMIQUE	99
12.3	CHAUFFAGE	101
12.4	CLIMATISATION	101
12.5	RENOUVELLEMENT D'AIR MECANIQUE	101
12.6	ÉTANCHEITE A L'AIR	101
12.7	OCCUPATION	102
12.8	ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL	103
12.9	EQUIPEMENTS « SPECIFIQUES »	103
12.10	PAROIS VITREES ET OCCULTATIONS	104
12.11	AERATION	104
13	SIMULATIONS ET RESULTATS	105
13.1	ANALYSE DES OMBRES PORTEES	105
13.2	BILAN ESTIVAL DES APPORTS THERMIQUES	106
13.3	ANALYSE DU CONFORT ESTIVAL	108
14	INTERVENTIONS ET SCENARIO	109
14.1	CHOIX DES INTERVENTIONS	109
14.1	MISE EN PLACE DE FILM SOLAIRE SUR LES VITRAGES	109

14.2 INTERVENTION 2 : MISE EN PLACE DE STORES EXTERIEURS	113
14.3 INTERVENTION 3 : MISE EN PLACE DE BRISES SOLEIL ORIENTABLES	116
14.4 INTERVENTION 4 : ITE AVEC ISOLANT A FORTE INERTIE (EX : OUATE DE CELLULOSE) SUR LA FAÇADE SUD EST + REMPLACEMENT DES MENUISERIES.	119
14.5 INTERVENTION 5 : VENTILATION DOUBLE FLUX AVEC SUR-VENTILATION NOCTURNE	122
14.6 SCENARIO	125
14.7 SYNTHÈSE DES SIMULATIONS	128
15 CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE CONFORT D'ETE	129
16 ANNEXES	130
16.1 GRANDEURS UTILES AU DIAGNOSTIC	130
16.1.1 Conversion des unités énergétiques	130
16.1.2 Émissions de CO ₂	130
16.1.3 Lexique de quelques abréviations	131
16.1.4 Facteur de conversion énergie finale / énergie primaire	131
16.1.5 Réglementation thermique	132

1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

	Année de construction	1962
	Type	Catégorie DPE : 6.1
	Surface plancher	12 416 m ²
	SHON	13 080 m ²
	Nombre de niveaux	8 Niveaux

Performance énergétique ¹	 Cette étiquette n'a pas valeur de DPE	 Cette étiquette n'a pas valeur de DPE
	107 468 €^{TTC}/an dont gaz naturel 46 117 €^{TTC}/an dont électricité 61 351 €^{TTC}/an	
Coût énergétique simulé au réel ²		
Consommations par usage (kWhEF)	RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS PAR POSTE (KWH EP/PCI) 	

¹ Les résultats sont issus de la simulation énergétique réelle, réalisée à partir des observations de la visite et des documents fournis.

² Dépenses énergétiques hors maintenance des installations issues de la simulation énergétique réelle.

Objectif des scénarios proposés :

Les scénarios sont basés sur une approche technique mêlant besoins énergétiques et fonctionnels. L'ensemble des postes de consommation est considéré. Les scénarios sont cumulatifs.

- Scénario 1 : ce scénario correspond aux travaux prévus par l'organisme ou travaux « urgents » ou actions à faible temps de retour.
Il sera intégré dans ce scénario :
 - les objectifs de densification prévus par le maître d'ouvrage
 - des actions comportementales : sensibilisation des usagers aux Eco-gestes (température de consigne, extinction de l'éclairage, ouverture des fenêtres, etc.)
 - des actions réglementaires : mise en sécurité, préconisation si nécessaire d'une inspection par un organisme de contrôle agréé, etc.
 - des actions urgentes : réglage des installations (horloge de programmation, régulateurs, etc.) et installations de matériels à faibles investissements (minuteurs, détecteurs, etc.), renouvellement des équipements vétustes, actions indispensables à la pérennité des installations et du bâti
 - des actions d'entretien : nettoyage des conduites, désembouage, dépoussiérage des luminaires, préconisation d'améliorations en fonction des manques constatés sur l'exploitation, réglages divers, etc
- Scénario 2 « - 40% EF » : ce scénario correspond, dans la mesure du possible, à une réduction de 40% de la consommation globale d'énergie finale du bâtiment basée sur la consommation de référence, ou le niveau de consommation cible en valeur absolue.
- Scénario 3 « - 50% EF » : ce scénario correspond, dans la mesure du possible, à une réduction de 50% de la consommation globale d'énergie finale du bâtiment basée sur la consommation de référence.

Ces scénarios sont en phase avec le « Décret tertiaire » qui fixe des objectifs de réduction -40%, -50% et -60% de la consommation d'énergie finale en 2030, 2040 et 2050

Le scénario 1 prévoit :

- Modification des réglages de la régulation
- Installation d'un désemboueur

Le scénario 2 prévoit en complément du scénario 1 :

- Mise en place d'une GTB/GTC
- Reprise de l'isolation des planchers hauts TT ($R=6,95 \text{ m}^2.K/W$)
- Isolation de tous les planchers bas donnant un volume non chauffé ou l'extérieur ($R=4 \text{ m}^2.K/W$)
- Reprises de l'isolation des façades isolé par l'extérieur ($R=5,0 \text{ m}^2.K/W$)
- Isolation des murs par l'intérieur du bâtiment D et des murs enterrés et des murs donnant sur LNC ($R=5,0 \text{ m}^2.K/W$)
- Remplacement des ouvrants par des menuiseries Aluminium ($U=1,2 \text{ W/m}^2.K$)
- Mise en place d'une VMC Simple Flux sur tout le site avec horloge selon occupation
- Installation d'un désemboueur
- Installation de radiateurs "basse température"
- Amélioration des performances de l'éclairage par des technologies LED

Le scénario 3 prévoit en complément du scénario 1 et 2 :

- Reprise de l'isolation des planchers hauts du bâtiment A et du bâtiment D ($R=7,5 \text{ m}^2.K/W$)
- Ajout d'un complément d'isolation des murs du bâtiment A par l'extérieur ($R=5,0 \text{ m}^2.K/W$)
- Mise en place d'une VMC Double Flux avec récupération de chaleur sur tout le site avec horloge selon occupation et sonde CO_2 dans les open-space
- Remplacement des CTA de soufflage + extracteur dans les salles de réunions par des CTA DF avec récupération de chaleur
- Installation d'une pompe à chaleur air/eau en complément des chaudières gaz pour assurer le chauffage lorsque $T^{\circ}ext > 5^{\circ}C$

APPROCHE ECONOMIQUE						
Scénario	Economie d'énergie				Coût (€ ^{TTC})	TRI
	(kWh _{EP} /an)	(€ ^{TTC} /an)	%EP	%EF		

Scénario 1	93 708	4 909	4%	6%	6 000	1
------------	--------	-------	----	----	-------	---

Scénario 2	522 247	26 465	23%	31%	2 652 320	>30 ans
------------	---------	--------	-----	-----	--------------	---------

Scénario 3	682 416	32 694	31%	53%	3 337 754	>30 ans
------------	---------	--------	-----	-----	--------------	---------

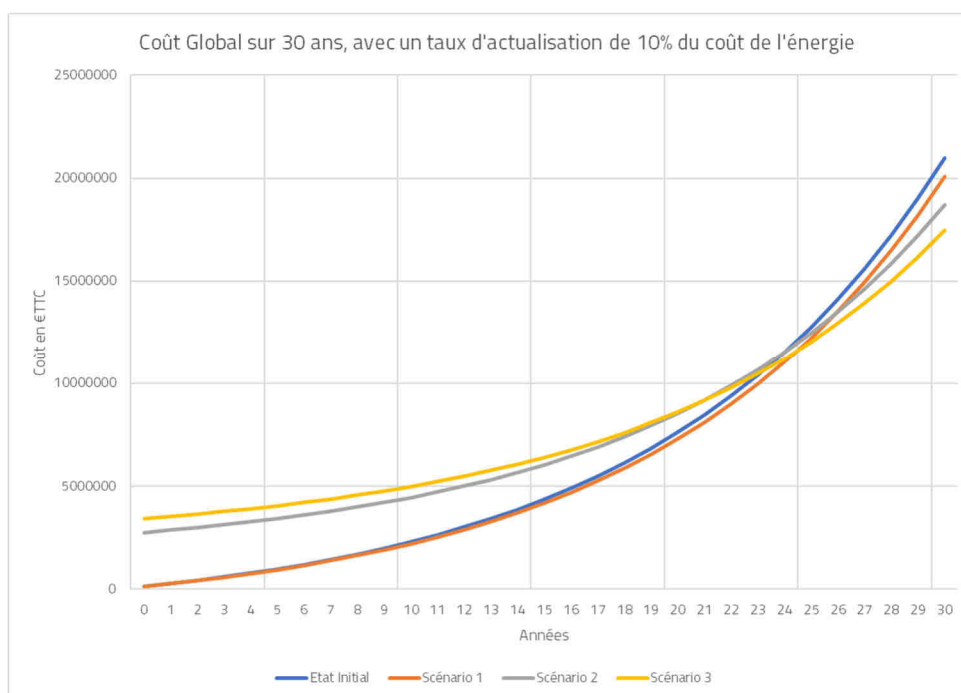
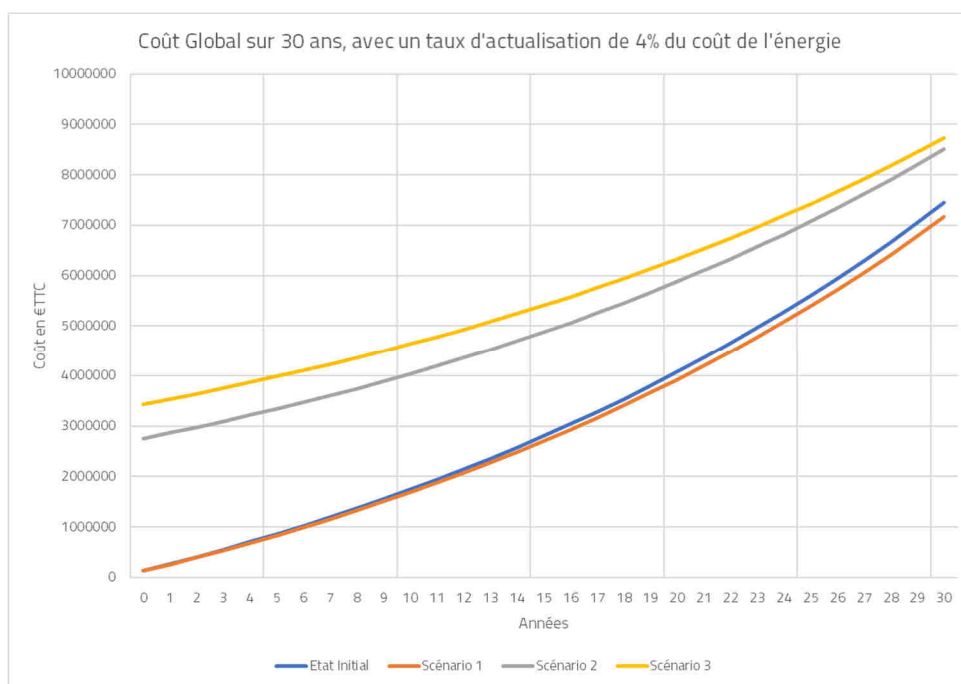
APPROCHE ENERGETIQUE								
Scénario	Consommation énergétique simulée En kWh _{ep} /m² _{SHON}	Emissions de CO ₂ En kg CO ₂ /m² _{SHON}	Optimisation	Amélioration des systèmes		Traitement du bâti		EnR
				léger	lourd	léger	lourd	

Etat initial	111 à 210 C 180	16 à 30 C 19	X	X	X	X	X	X
Scénario 1	111 à 210 C 172	16 à 30 C 18						
Scénario 2	111 à 210 C 138	6 à 15 B 12						
Scénario 3	111 à 210 C 125	6 à 15 B 6						

Désignation	Unité	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Investissements	€HT	0	6 000	2 652 320	3 337 754
Economie annuelle d'énergie primaire	%	0	4%	23%	31%
Economie annuelle d'énergie finale	%	0	6%	31%	53%
Emissions de CO ₂ évitées	%	0	8%	38%	70%
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	€TTC	0	-5 009	-27 365	-39 294
Impact sur la maintenance (P2) ³	€TTC	0	100	900	6 600
CEE Mobilisables	kWh CUMAC	0	0	25 325 920	32 309 354
Valorisation CEE	€	0	0	177 281	226 165
Temps de retour sur investissement actualisé	années	0	1	41	41
Dépenses annuelles énergétiques	€TTC	110 379	105 369	83 013	71 085
Dépenses annuelles de maintenance	€TTC	21 242	21 342	22 142	27 842
Dépenses énergétiques sur 30 ans (Actualisation des coûts d'énergie de 4%)	€TTC	6 548 573	6 251 388	4 925 030	4 217 332
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	€TTC	900 207	904 445	938 349	1 179 911
Coût global⁴ (avec investissements)	€TTC	7 448 781	7 161 833	8 515 699	8 734 997

³ Origine du P2 (organisme ou base ALTEREA)

⁴ La notion de coût global permet d'intégrer l'ensemble des coûts de fonctionnement du site sur les 30 prochaines années. Cela englobe les coûts liés à la facture énergétique du site mais également les coûts liés à la maintenance et au renouvellement des équipements (coût P2, P3).



Commentaires

- > Dans le cas où le taux d'actualisation serait de 4% pour le coût de l'énergie, les scénarios 2 et 3 ont un temps de retour supérieur à 30 ans car les investissements sont conséquents. Cependant, ils permettent de réduire considérablement les coûts de fonctionnement et les émissions de gaz à effet de serre. Seul le scénario 1, qui n'engage pas de coût important, possède un retour sur investissement quasi instantané.
- > Avec une vision plus large sur l'évolution des coûts de l'énergie à 10% au lieu de 4%, nous constatons que le scénario 2 permet un retour sur investissement de 24 ans. Le scénario 3 permet un retour sur investissement au bout de 22 ans.
- > Le scénario 2 permet une réduction forte des consommations de chauffage et d'électricité. Le scénario 3 combine réductions de la consommation et réduction des émissions de CO2 avec la sortie des énergies fossiles de la CPAM d'Orléans site Place de Gaule.

1 INTRODUCTION

1.1 Objectif de l'audit énergétique

L'audit énergétique consiste à réaliser un état des lieux du site (sur le bâti et les systèmes) dans le but d'identifier les gisements d'économies d'énergies possibles et de proposer des solutions d'amélioration efficaces et rentables à court, moyen et long terme (investissements, gains énergétiques, confort, etc.). L'audit justifie ces propositions alternatives en chiffrant l'investissement nécessaire et en présentant les gains énergétiques auxquels il est possible de prétendre. Par conséquent, il est possible de présenter les marges de progrès du site avec une analyse multicritère (TRI, investissements, gains, etc.).

Les principaux objectifs auxquels devra répondre la mission d'audit énergétique sont les suivants :

- Une diminution des consommations à travers la mise en place de systèmes performants,
- L'amélioration du confort intérieur pour les occupants,
- La diminution des émissions de CO₂
- Si justifié, utilisation d'une ou plusieurs énergies renouvelables.

1.2 Décret tertiaire

La loi n° 2015-992 du 17/08/2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe les objectifs de la politique énergétique française à horizon 2030 et 2050 :

Pour répondre à ces objectifs, les actions de maîtrise de l'énergie sont indispensables et le secteur du bâtiment est prioritaire. En effet, ce dernier représente plus de 40 % de la consommation d'énergie nationale et est responsable de 25 % des émissions de gaz à effet de serre. Le parc tertiaire existant est très hétérogène (ERP, IGH, bureaux, entrepôts...) et ne se renouvelle que de 1 % par an. La programmation de la rénovation énergétique des bâtiments existants constitue donc un des enjeux majeurs de la décennie en cours.

Le décret dit « décret tertiaire » ou « dispositif Eco Energie Tertiaire » précise les modalités d'application de l'article 55 de la loi ÉLAN (Évolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique). Cet article impose une réduction de la consommation énergétique du parc tertiaire français.

Cet objectif se traduit plus concrètement, pour tous les propriétaires et occupants des bâtiments tertiaires, par une réduction de 60% de la consommation d'énergie des bâtiments de plus de 1 000 m² de surface de plancher composant leur parc à l'horizon 2050 par rapport à celle constatée pendant l'année de référence, choisie entre 2010 et 2020. Cette année de référence devra être déterminée et renseignée par les Maitre d'Ouvrage avant septembre 2022.

Cette obligation est assortie de deux objectifs intermédiaires en 2030 et 2040 où les consommations devront être réduites respectivement de 40% et 50% par rapport à l'année de

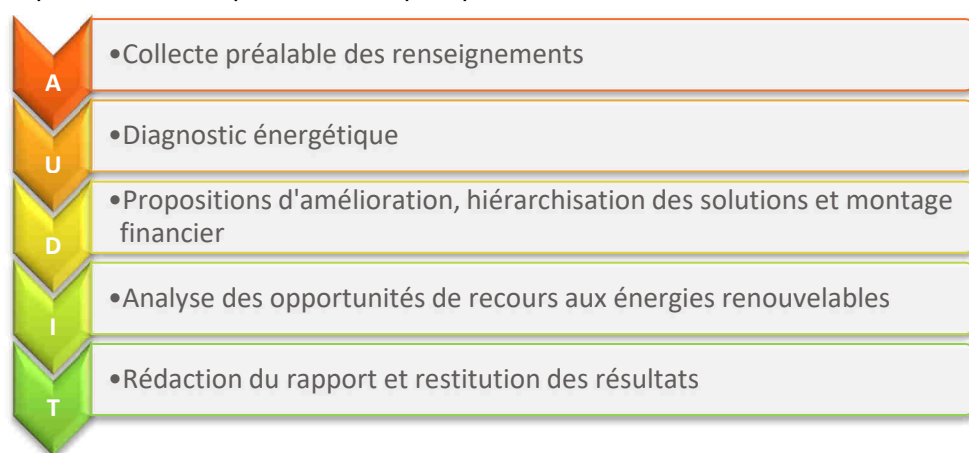
référence. Le dispositif prévoit un assouplissement permettant l'atteinte de ces objectifs à l'échelle d'un patrimoine.

La plateforme OPERAT gérée par l'ADEME permettra de renseigner l'ensemble des consommations de manière annuelle afin de suivre l'atteinte des objectifs précédemment évoqués.

1.3 Méthodologie employée

1.3.1 Processus de l'audit énergétique

Le diagnostic peut se décomposer en cinq étapes distinctes :



1.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie

Sur la base des éléments techniques, architecturaux et fonctionnels de l'état de lieux et de l'analyse rétrospective des consommations et des usages énergétiques, un modèle thermique des bâtiments existants a été construit à l'aide du logiciel Pléiades+Comfie. Ce dernier permet de réaliser, sur la base d'une saisie unique des caractéristiques thermiques des bâtiments et des caractéristiques techniques des systèmes, trois types d'évaluations :



1. La méthode conventionnelle par le logiciel Pléiades de IZUBA utilisant la méthode TH-C-E ex (calcul réglementaire) établie par le CSTB, permet de simuler un bâtiment de manière conventionnelle (ou intrinsèque) en fonction de scénarios d'occupation prédéfinis et fixes, qu'il n'est pas possible de moduler (température intérieure de référence, occupation du bâtiment, etc.). Cette méthode est utilisée par tous les bureaux d'études thermiques et ainsi,

il est possible de conserver les mêmes résultats sur toutes les étapes d'un projet (de l'audit énergétique à la phase travaux). Cette méthode permet ainsi d'épurer la simulation des comportements d'usage du bâtiment et d'occupation (par exemple : température de consigne élevée, ouverture des ouvrants pour réguler le chauffage, etc.). Ainsi, il est possible de comparer de manière objective les bâtiments d'un même usage (bâtiment collectif, maison individuelle, enseignement, etc.).

Cette simulation présente les consommations de 5 usages (chauffage, refroidissement, ECS, éclairage, auxiliaires (de ventilation et de chauffage). C'est sur cette simulation que sont basées les subventions qu'il est possible d'obtenir.

2. La méthode par simulation thermique dynamique (STD). Cette méthode permet de caler le modèle thermique du bâtiment au plus près des consommations énergétiques réelles issues des factures. Les résultats du modèle thermique élaboré et les consommations énergétiques réelles sont confrontés, les hypothèses de calcul sont modifiées par essai-erreur en vue de réduire autant que possible l'écart entre les deux. Cette méthode de calcul est utilisée pour évaluer le potentiel d'économies d'énergie des actions d'efficacité énergétique dans la suite du rapport. Au-delà de la possibilité de prendre en compte la spécificité des comportements et des usages, cette méthode a une plus-value certaine dans l'évaluation des problématiques de confort d'été et de mi-saison, et de mise en température des locaux.



1.4 Liste des documents transmis par la MOA

DOCUMENTS		FORMAT
Plans et surfaces	> Plans de niveaux des bâtiments	DWG
Consommations énergétiques	> Consommations et dépenses de gaz naturel des années 2012 à 2019.	Excel
	> Consommations et dépenses électriques des années 2012 à 2019.	
Divers	> Liste des installations techniques présentes sur site	PDF

1.5 Hypothèses prises pour la réalisation de l'étude

- Isolation des combles perdus du bâtiment D.
- Isolation des toitures terrasses avec toiles tendues.
- La régulation du chauffage depuis la GTC.
- La régulation des deux CTA double flux.
- La régulation des CTA de soufflage des salles de réunions.

1.6 Anomalies éventuelles à faire remonter

Sans objet.

1.7 Points bloquants

Le jour de la visite les étages 2 et 3 du bâtiment C n'ont pu être visités dû à des travaux de désamiantage dans les locaux.

1.8 Estimations des quantités pour les différentes prescriptions

La date de valeur des estimations correspond à la date de notre visite sur site, soit le 02/03/2022. Les quantités prescrites dans les interventions correspondent à des estimations réalisées à la suite de celle-ci.

2 DESCRIPTION DU SITE

2.1 Informations générales

2.1.1 Périmètre du diagnostic

CPAM SIEGE SOCIAL D'ORLEANS
PL. DU GENERAL DE GAULLE, 45000 ORLEANS

2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs

	CPAM SIEGE SOCIAL D'ORLEANS
Nom	Mme Isabelle JEZEQUEL MARTIN
Téléphone	02 38 79 57 68
Fonction	Responsable des Moyens Généraux
E-mail	isabelle.jezequelmartin@assurance-maladie.fr

2.1.3 Visite

La visite du bâtiment a été réalisée dans les conditions suivantes :

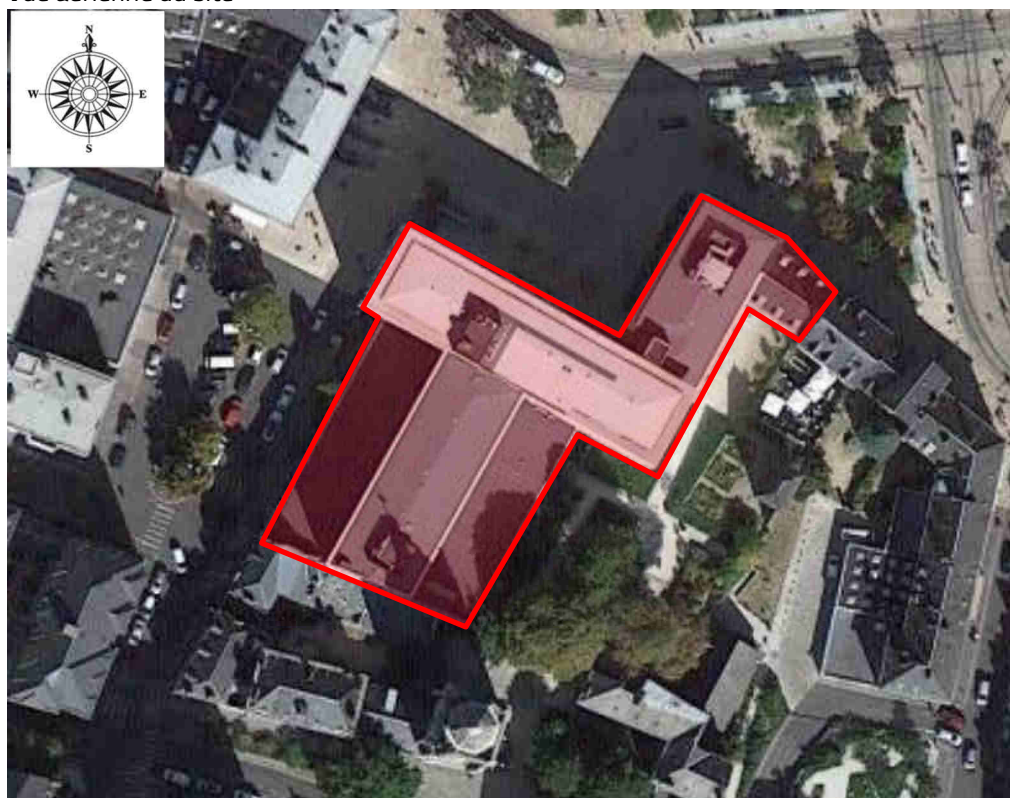
Situation	
Date de la visite :	02/03/2022
Diagnostiqueur :	Alexis BARBOTIN abarbotin@alterea.fr
Conditions climatiques :	T _{ext.} = 10°C, Ensoleillé

2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés

Les travaux antérieurs fournis sont les suivants :

Travaux	Date
Réfection totale de l'accueil public	2020
Remplacement des menuiseries	1970-1980

2.1.5 Vue aérienne du site



2.2 Données d'usage du site

2.2.1 Bâtiments

Bâtiment	Année de Construction	Niveaux	Surface plancher	Surface chauffée	Usages
CPAM SIEGE SOCIAL D'ORLEANS	1962	8	12 416 m ²	11 287 m ²	Immeuble de bureaux

2.2.2 Occupation du bâtiment

2.2.2.1 Horaires du site

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Ouverture	07h30	07h30	07h30	07h30	07h30	-	-
Fermeture	18h30	18h30	18h30	18h30	18h30	-	-

2.2.2.2 Fréquentation du site

Dénomination	Effectif
Nombre d'employés	450 personnes
Surface plancher	12 416 m ²
Densité surfacique (m ² surface de plancher/occupant)	27 m ² /occupant

Définition de surface plancher : = Surface chauffée x 1.10

2.3 Analyse du comportement des usagers

Inspection des comportements	
Comportement des usagers	
Le public est-il sensibilisé aux problématiques énergétiques ?	Oui, pour la plupart
Hiver : Comportement des usagers vis-à-vis de l'ouverture des Mex	Ouverture en début et fin de la journée
Hiver : Les portes d'accès aux bâtiments (halls, portes d'entrée, accès techniques, etc) sont	Fermées systématiquement
Comportement vis à vis de la bureautique	Extinction centralisée
Comportement vis à vis des radiateurs	Tendance à ouvrir les robinets
Comportement vis à vis de l'éclairage	Les usagers éteignent souvent les éclairages
Ressenti des usagers	
Les usagers ont-ils des sensations de froid en hiver ?	Oui au niveau des menuiseries
Les usagers ont-ils des sensations de chaud en été ?	Oui façade sud est
Les usagers ressentent-ils des courants d'air ?	Non
Les usagers mentionnent-ils des problématiques liées à la qualité de l'air (odeurs, air sec, air humide, ...) ?	Non
Si autre, préciser	-
Appréciation générale du comportement des usagers	
Performance	1
Commentaires	Les occupants sont peu soucieux des problématiques énergétiques. Des sensations d'inconforts sont ressenties sur l'ensemble du site en été et hiver. En effet, le site est très peu isolé pour la grande majorité du site. Des travaux sont nécessaires afin d'améliorer le confort des usagers.

3 Description du bâtiment

3.1 Bâti

Légende utilisée pour la suite de l'audit :

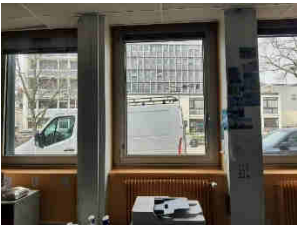
Performance	0	Très déperditif	1	Déperditif	2	Performant	3	Très performant
Vétusté	0	A remplacer	1	Etat d'usage	2	Bon état	3	Etat neuf

Paroi opaque						
Mur sur terre-plein			Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	14 m²	1.46	1	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Année :	1962				
	Position :	Enterré				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Isolant :	Aucun				
Mur sur extérieur ITE			Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	2 072 m²	0.74	1	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Année :	1962				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'extérieur				
	Isolant :	Laine de roche				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Pathologies :	Dégradation de l'isolation en place				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
	Localisation :		Bâtiment B, C et A (R+1, R+2, R+3)			
Mur sur extérieur ITI			Surface	U	P	V
	Type :	Béton creux (parpaing)	229 m²	0.3	2	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Année :	1962				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Polystyrène expansé				

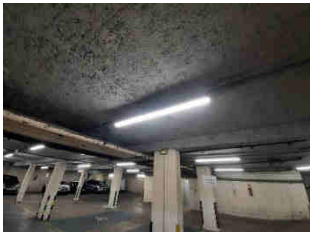
	Epaisseur d'isolation :	8 cm				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
	Localisation :	Bâtiment A (RDC haut)				

Mur sur bâtiment D		Surface	U	P	V
	Type : Béton plein	42 m ²	1.46	1	1
	Epaisseur : 20 cm				
	Année : 1962				
	Mise en œuvre de l'isolation : Aucune isolation				
	Isolant : Aucun				
	Garde-fou RTex 2018 (R) : 2.9				
Localisation : Bâtiment D					
Mur sur LNC		Surface	U	P	V
	Type : Béton plein	777 m ²	1.46	1	1
	Epaisseur : 20 cm				
	Année : 1962				
	Position : Sur LNC				
	Mise en œuvre de l'isolation : Aucune isolation				
Isolant : Aucun					

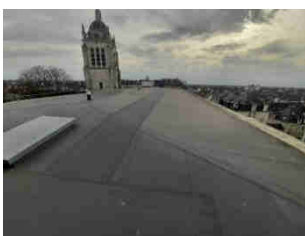
Commentaire par équipement	
Mur sur terre-plein	Les murs en béton sur terre-plein sont situés au sous-sol et ne sont pas isolés. Ils ne donnent que sur peu de locaux chauffés. Cependant, la mise en place d'une isolation viendra diminuer les pertes thermiques engendrées par ces murs.
Mur sur extérieur ITE	Les murs sont isolés par l'extérieur. Seulement, l'isolant est dégradé et a une faible épaisseur. La reprise de cette isolation par l'extérieur réduirait grandement les consommations de chauffage de tout le site.
Mur sur extérieur ITI	Seul les murs du RDC haut du bâtiment A sont isolés par l'intérieur. L'isolation du bâtiment est moyennement performante. L'ajout d'un complément d'isolation par l'extérieur permettrait de réduire les déperditions tout en traitant certains ponts thermiques.
Mur sur bâtiment D	Les murs ne sont pas isolés. Afin de diminuer les pertes thermiques par ses murs, une isolation par l'intérieur est préconisée.
Murs sur LNC	Les murs donnant sur locaux non isolés donnent majoritairement sur des locaux de stockage.

Menuiserie					
Aluminium 4/6/4		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 6 mm	1 475 m ²	4.0	0
	Etanchéité :	Mauvaise			
	Remplissage :	Air			
	Occultation :	Stores intérieurs			
	Matériau occultation :	Aluminium			
	Position :	Nu extérieur			
	Fermeture :	Battante			
	Pathologies :	Présence de défauts d'étanchéité à l'air généralisés au niveau du cadre			
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :		1.9			

Commentaire par équipement	
Fenêtre sur extérieur	L'ensemble des menuiseries du site de la CPAM ont fait l'objet d'une rénovation dans les années 70-80. Ces menuiseries sont en état d'usage et sont énergivores. Le remplacement de toutes les menuiseries du site est à prévoir pour améliorer considérablement les consommations de chauffage ainsi que le confort des occupants.

Plancher bas					
Plancher bas sur LNC		Surface	U	P	V
-	Type : Poutrelle hourdis en parpaing	1 373 m ²	0.24	1	1
	Epaisseur : 20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation : Aucune isolation				
	Isolant : Aucun				
	Année : 1962				
	Position : Local de stockage				
	Ventilation du local non chauffé : Local peu ventilé				
	Garde-fou RTex 2018 (R) : 2.7				
Localisation : Plancher donnant sur le sous-sol					
Plancher bas sur parking		Surface	U	P	V
	Type : Poutrelle hourdis en parpaing	806 m ²	0.22	1	1
	Epaisseur : 20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation : Isolation en sous face				
	Isolant : Isolant projeté				
	Epaisseur d'isolation : 5 cm				
	Position : Sur parking enterré				
	Ventilation du local non chauffé : Local peu ventilé				
	Garde-fou RTex 2018 (R) : 2.7				
Localisation : Plancher donnant sur le parking					
Plancher bas sur extérieur		Surface	U	P	V
	Type : Dalle béton	89 m ²	0.62	1	1
	Epaisseur : 20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation : Isolation en sous face				
	Isolant : Isolant projeté				
	Epaisseur d'isolation : 5 cm				
	Garde-fou RTex 2018 (R) : 2.7				
Localisation : Bâtiment D					

Commentaire par équipement	
Plancher bas sur LNC	Le plancher bas sur LNC donne sur les archives du sous-sol. Il n'est pas isolé et engendre des déperditions par le plancher. L'isolation de celui-ci permettrait une réduction des déperditions.
Plancher bas sur parking	Le plancher bas donne sur le parking du la CPAM situé au sous-sol du site. Son isolation est faible et engendre des déperditions par le plancher bas. Une reprise de l'isolation de celui-ci permettrait une réduction des déperditions.
Plancher bas sur extérieur	Le plancher bas donne sur l'extérieur. Il est très peu isolé et engendre des déperditions par le plancher. Une reprise de l'isolation de celui-ci permettrait une réduction des déperditions.

Plancher Haut						
Bac acier bâtiment A		Surface	U	P	V	
	Type :	Charpente métallique	740 m²	0,19	3	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	20 cm				
	Etanchéité :	Zinc				
	Pathologies :	Présence de défaut d'étanchéité				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3				
	Localisation :		RDC haut Est et Ouest du bâtiment A			
Toiture-terrasse toile tendue		Surface	U	P	V	
	Type :	Dalle béton	1 403 m²	0.43	2	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	8 cm				
	Etanchéité :	Membrane PVC				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3				
	Localisation :		Bâtiment A (centre), B et C			
Combles perdus		Surface	U	P	V	
	Type :	Charpente bois	88 m²	0.19	2	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	20 cm				
	Etanchéité :	Ardoise				

	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	4.8				
	Localisation :	Bâtiment D				

Commentaire par équipement	
Bac acier bâtiment A	Bac acier isolé en faux plafond. L'isolation est performante, mais des problèmes d'étanchéité ont été constatés.
Toiture-terrasse toile tendue	Le reste des toitures est en bon état. N'ayant pas de DOE d'isolation du site, l'épaisseur d'isolation a été récupérée sur un précédent audit de site. L'ajout d'un complément d'isolation permettrait de réduire les pertes par ces planchers hauts qui représentent une surface déperditive conséquente.
Combles perdus	La toiture du bâtiment D est en combles et n'a pu être visitée à la suite des travaux de désamiantage. N'ayant pas de DOE d'isolation du site, l'épaisseur d'isolation a été récupérée sur un précédent audit de site. L'ajout d'un complément d'isolation permettrait de réduire les pertes par ces planchers hauts.

3.2 Chauffage

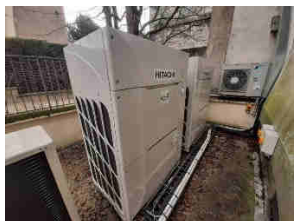
3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation

Description de l'exploitation	
Type d'exploitation	Prestataire privé avec visites contractuelles.
Société de maintenance	EIFFAGE
Périmètre	Chauffage / Ventilation / ECS
Appréciation de la conduite des installations	Bonne qualité de la prestation de maintenance. Lors de la visite il a été remonté un problème de la gestion de la GTC qui est obsolète et qui n'est plus utilisée.

3.2.2 Description de la chaufferie

Production de chaleur			
Chaudière gaz		P	V
	Locaux desservis :	Tout le bâtiment	
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique :	330 kW	
	Puissance électrique :	0.62 kW	
	Classement ICPE :	Non	
	Rendement :	95.5 % (108,5% en basse température)	
	Technologie :	Condensation	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Position :	Au sol	
	Année :	2011	
	Marque :	Atlantic Guillot	
	Modèle :	M 330 Type B23	
	Nombre :	2	
Localisation :		Chaufferie	
PAC chaud/froid 1		P	V
	Locaux desservis :	Salle réunion Nouvelle Orléans	
	Energie :	Electricité	
	Puissance chaud :	12 kW	
	Puissance froid :	12 kW	
	COP chaud :	3.62	
	EER :	3.62	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Marque :	DAIKIN	

	Modèle :	RZQSG125L8V1B		
	Nombre :	1		
	Localisation :	Cours anglaise		

PAC chaud/froid 2			P	V
	Locaux desservis :		Salle Saint Paul	
	Energie :		Electricité	
	Puissance chaud :		7 kW	
	Puissance froid :		6 kW	
	COP chaud :		3.4	
	EER :		3.02	
	Type d'échange :		Air/air	
	Fluide frigorigène :		R410A	
	Marque :		DAIKIN	
	Modèle :		RXS60F2V1B	
	Nombre :		1	
Localisation : Cours anglaise				
PAC chaud/froid 3			P	V
	Locaux desservis :		RDC haut	
	Energie :		Electricité	
	Puissance chaud :		18 kW	
	Puissance froid :		16 kW	
	COP chaud :		4.19	
	EER :		3.68	
	Type d'échange :		Air/air	
	Fluide frigorigène :		R410A	
	Année :		2021	
	Marque :		HITACHI	
	Modèle :		RAS-6FSNME	
Nombre :		2		
Localisation : Cours anglaise				
PAC chaud/froid 4			P	V
	Locaux desservis :		RDC haut	
	Energie :		Electricité	
	Puissance chaud :		56 kW	
	Puissance froid :		50 kW	
	COP chaud :		3.29	
	EER :		3.35	
	Type d'échange :		Air/air	
	Fluide frigorigène :		R410A	
	Année :		2020	
	Marque :		HITACHI	
	Modèle :		RAS-18FSXNSE	
Nombre :		2		
Localisation : Cours anglaise				

PAC chaud/froid 5		P	V
	Locaux desservis :	Salle de réunion Cotignac	
	Energie :	Electricité	
	Puissance chaud :	5.8 kW	
	Puissance froid :	5 kW	
	COP chaud :	3.35	
	EER :	3.34	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Marque :	DAIKIN	
	Modèle :	RXS50L2V1B	
	Nombre :	1	
Localisation :		Cours anglaise	

Commentaire par équipement	
Chaudière gaz à condensation	La chaudière gaz condensation assure la production de chauffage du site de la CPAM. Celle-ci a été mise en place en 2012. Dans une démarche de réduction des émissions des gaz à effet de serre, nous préconisons son remplacement par la mise en place d'une pompe à chaleur. Cette amélioration sera mise en place dans le cadre d'une rénovation globale avec amélioration de la performance thermique en amont. Cette intervention est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompes à chaleur 3 et 4	Des pompes à chaleur AIR/AIR sont actuellement installées pour le RDC haut en appoint du chauffages actuel. En effet, le RDC haut a subi toute une restructuration. Ainsi, afin d'assurer les besoins en chaut, ces PAC ont été ajoutées. Ces PAC font aussi climatisation en été.
Pompes à chaleur 1, 2 et 5	Des pompes à chaleur AIR/AIR sont actuellement installées pour satisfaire les besoins en chauffage des salles réunions du RDC bas.

Auxiliaire de chauffage			
Pompe chauffage CTA		P	V
	Puissance électrique :	180 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ constant	
	Nom du départ :	CTA	
	Marque :	Grundfos	
	Modèle :	MAGNA D 40 100	
	Nombre :	1	
Localisation :		Sous station	
Pompe chauffage radia		P	V
	Puissance électrique :	1500 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Radiateurs	
	Marque :	Grundfos	
	Nombre :	1	
Localisation :		Sous station	

Distribution de chaleur			
Embouage		P	V
	Équipement :	Pot de désembouage	
	Technologie :	Etat moyen	
	Localisation :	Sous station	

Commentaire par équipement	
Pompe de chauffage	Les pompes sont situées en sous-station et ne sont donc pas en chaufferie. En effet, la chaufferie se trouve au dernier étage tandis que les différents départs sont situés au sous-sol. Cette disposition vient du fait qu'avant d'être sur une chaudière gaz, la CPAM était reliée au réseau de chaleur urbain d'Orléans. Pour des raisons financières, le site est passé en chaudière gaz en 2012. Les pompes de circulation sont « à vitesse variable » ce qui est performant. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Désemboueur	Le désemboueur est à l'arrêt depuis 1 an.

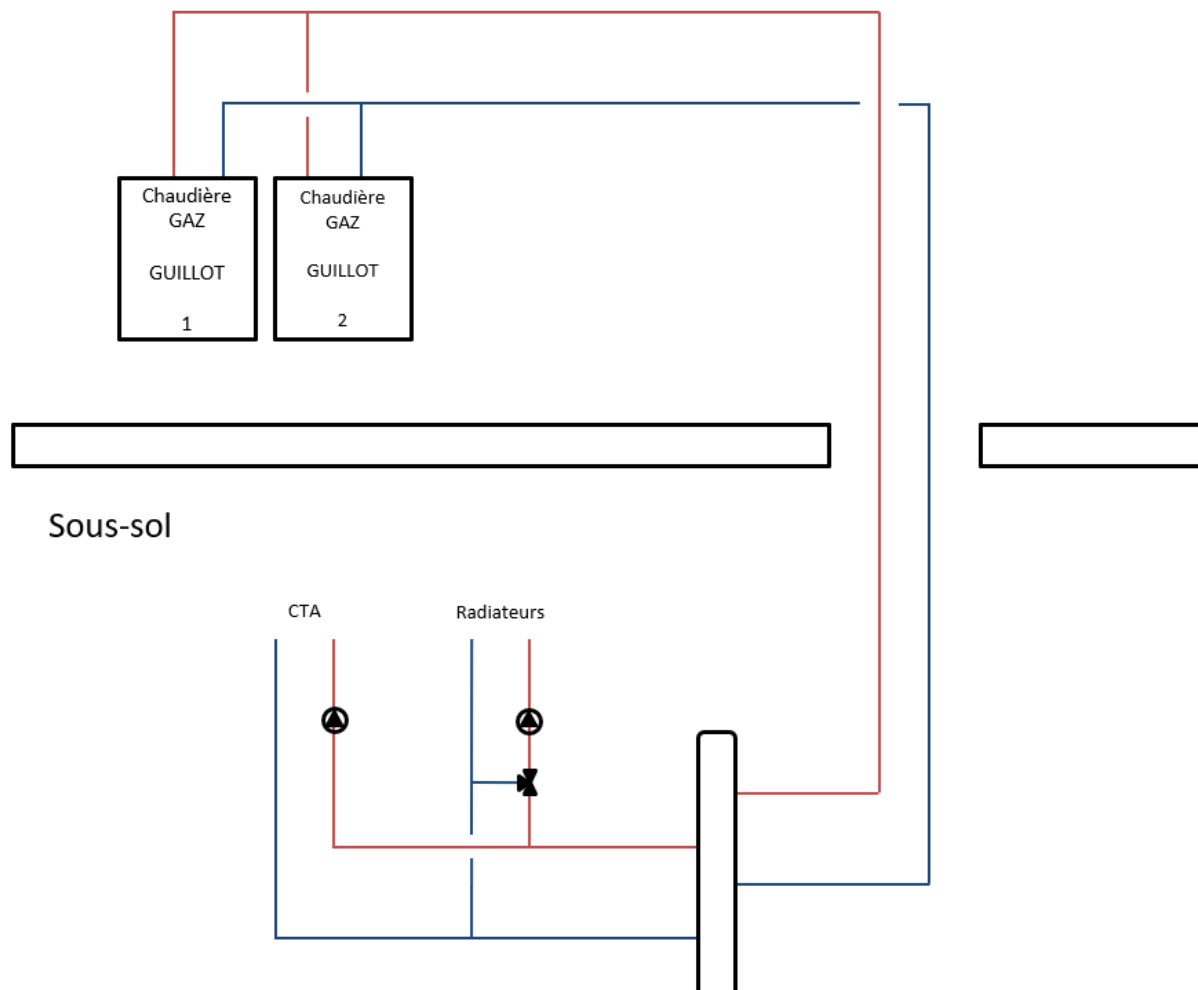
3.2.3 Description des émetteurs

Emission de chaleur				
Rideau d'air chaud			P	V
	Locaux desservis :	Sas d'accueil du public	1	2
	Energie :	Electrique		
	Technologie :	2 fils (chauffage électrique)		
	Puissance électrique :	18 kW		
	Position :	Murale		
	Pathologies :	Absence de pathologie		
	Année :	2012		
	Nombre :	1		
Cassette			P	V
	Locaux desservis :	RDC haut et salles de réunion RDC bas	3	2
	Energie :	Electrique		
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)		
	Position :	Plafonnière		
	Pathologies : Absence de pathologie			
Radiateur Acier			P	V
	Locaux desservis :	Tout le bâtiment	3	1
	Energie :	Hydraulique		
	Technologie :	Radiateur		
	Matériau :	Acier		
	Pathologies : Absence de pathologie			

Commentaire par équipement	
Rideau d'air chaud	Le SAS de l'accueil dispose de ce rideau d'air chaud. Ce système est économe.
Cassette	Tous les locaux du RDC haut sont équipés de cassette permettant l'appoint des radiateurs aciers mais aussi le refroidissement des locaux en été (réversible). Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.
Radiateur Acier	Tout le bâtiment est équipé de radiateurs à eau permettant le chauffage. Ils sont équipés de robinets thermostatiques récents et permettent une meilleure régulation du chauffage. Le remplacement des radiateurs par des nouvelles générations qui plus est en basse température permettrait d'améliorer le confort des occupants tout en diminuant les consommations de chauffage.

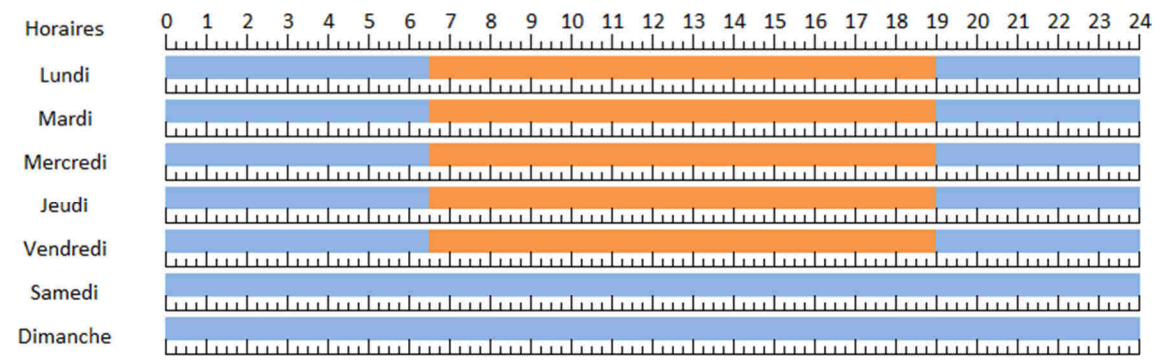
3.2.4 Schéma de principe

5^{ème} étage

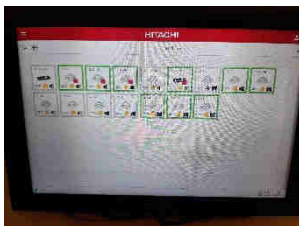


Le schéma de principe était bien accessible et à jour dans le local chaufferie. Ce schéma de principe est important pour assurer une bonne maintenance des équipements avec une compréhension rapide de l'installation.

3.2.5 Description de la régulation

Caractéristiques de la régulation en chaufferie :			Vétusté	Perf.
Régulation		La régulation des réseaux de chauffage de la chaufferie est réalisée à partir d'une GTC. Cependant, n'ayant aucune possibilité d'accéder à la GTC ou données de régulation, une hypothèse est prise sur la régulation du bâtiment. Hypothèses : La régulation est régie selon des plannings horaires et des lois d'eau sur la température extérieure. Les plannings horaires sont réglés sur l'occupation du bâtiment.	1	0
	Départ Chauffage			
	Horaires	 Consignes : ■ Confort 20,0 °C ■ Réduit 16,0 °C		

Commentaires
> Le système GTC actuellement utilisé n'est plus accessible et est obsolète car les accès ont été perdus. Son remplacement est à prévoir.

Caractéristiques de la régulation de l'appoint des PAC :		Vétusté	Perf.
Régulation	 La régulation des réseaux de chauffage et de refroidissement des PAC utilisées pour tout le RDC haut est réalisée à partir d'une GTC. La régulation est régie selon des plannings horaires sur la température intérieure. Les plannings horaires sont adaptés à l'occupation du bâtiment.	3	3
	Mode chauffage du 22/09 au 31/03		
	Horaires 0123456789101112131415161718192021222324 Lundi Mardi Mercredi Jeudi Vendredi Samedi Dimanche Consignes : Confort 20,0 °C Réduit 18,0 °C Arrêt		
Mode refroidissement du 01/06 au 01/09			
Horaires 0123456789101112131415161718192021222324 Lundi Mardi Mercredi Jeudi Vendredi Samedi Dimanche Consignes : Refroidissement : > 25°C			

Commentaires
> Le système GTC actuellement utilisé ne permet que de gérer les pompes à chaleur et les cassettes plafonnieres disposés dans tout le RDC haut. > Le chauffage est réalisé en appoint des radiateurs hydrauliques. Le chauffage pourrait être coupé de 19h à 24h car le bâtiment n'est plus occupé. De même, le refroidissement pourrait être coupé à partir de 19h.

3.3 Ventilation

Performance	0	Très déperditif	1	Déperditif	2	Performant	3	Très performant
Vétusté	0	A remplacer	1	Etat d'usage	2	Bon état	3	Etat neuf

Equipement de ventilation						
Extracteurs simple flux salle du conseil				P	V	
	Technologie :		Autoréglable		1	2
	Extracteur :		Classique			
	Pathologies :		Absence de pathologie			
	Locaux desservis :		Salle du conseil (R+5)			
	Nombre :		1			
	Fonctionnement :		Permanent			
Extracteurs simple flux cuisine/réfectoire				P	V	
	Technologie :		Autoréglable		1	2
	Extracteur :		Classique			
	Pathologies :		Absence de pathologie			
	Locaux desservis :		Cuisine / Réfectoire			
	Nombre :		1			
	Fonctionnement :		Horloge			
Extracteurs simple flux sanitaires				P	V	
	Technologie :		Autoréglable		1	2
	Extracteur :		Classique			
	Pathologies :		Absence de pathologie			
	Locaux desservis :		Blocs sanitaires			
	Nombre :		4			
	Fonctionnement :		Permanent			
CTA soufflage salles réunions				P	V	
	Puissance électrique :		0.23 kW		1	2
	Technologie :		CTA SF soufflage			
	Débit d'air soufflé :		700 m3/h			
	Batterie chaude :		Electrique			
	Puissance batterie chaude :		3.3 kW			
	Pathologies :		Absence de pathologie			
	Marque :		FRANCE AIR			
	Modèle :		Tempérys 800 Mono 3,3 kW			

	Locaux desservis :	Salle de réunions RDC bas		
	Nombre :	6		
	Fonctionnement :	Horloge		

Extracteurs simple flux salle de réunions		P	V
	Puissance électrique :	0.23 kW	12
	Technologie :	Autoréglable	
	Extracteur :	Classique	
	Débit d'air :	800 m3/h	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Locaux desservis :	Salle de réunions RDC bas	
	Nombre :	6	
	Fonctionnement :	Horloge	
CTA 1 & 2		P	V
	Puissance électrique :	3.7 kW	33
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et sans caisson de mélange	
	Echangeur :	Echangeur rotatif	
	Rendement échangeur :	80 %	
	Débit d'air soufflé :	CTA 1 : 4 070 m3/h CTA 2 : 4 180 m3/h	
	Débit d'air repris :	CTA 1 : 4 100 m3/h CTA 2 : 4 340 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	2020	
	Marque :	VIM	
	Modèle :	CAD O INTEGRAL EC45 VT	
	Locaux desservis :	CTA 1 : RDC haut Bat A CTA 2 : RDC haut bat B et C	
	Nombre :	2	
	Fonctionnement :	Horloge	
Aucun (ventilation naturelle)		P	V
	Technologie :	Ouverture des fenêtres + Infiltration d'air par défauts d'étanchéité de l'enveloppe	01
	Localisation :	Bureaux	

Commentaire par équipement	
Extraction SF des sanitaires	Les sanitaires disposent de caissons d'extraction simple flux. Ils sont en fonctionnement permanent et servent à évacuer l'air vicié des locaux à pollution

	spécifique. Les caissons sont standards, leur remplacement par des caissons basse consommation réduirait la consommation électrique des auxiliaires de ventilations.
Extraction SF réfectoire/cuisine	Le réfectoire/cuisine dispose d'un caisson d'extraction simple flux. Il est en fonctionnement sur horloge allumé de 11h à 16h du lundi au vendredi. Le caisson est standard, son remplacement par un caissons basse consommation réduirait la consommation électrique des auxiliaires de ventilations.
Extractions SF et CTA de soufflage	Les salles de réunions du RDC bas sont sur ventilations DF réalisé par deux systèmes séparés. D'un coté une CTA de soufflage sur batterie chaude électrique et d'un autre un extracteur simple flux. Ce système n'est pas optimal car aucune récupération d'énergie n'est possible sur l'air extrait. La régulation de la ventilation n'a pas été fournie, une hypothèse de fonctionnement est prise en considérant que la ventilation est active de 6h à 19h en semaine.
CTA DF 1 & 2	Les deux grosses CTA ont été installées en 2020 afin de ventiler les locaux du RDC haut. Cette disposition amène une ventilation efficace afin d'améliorer les confort des occupant. Le système dispose d'un échangeur afin de récupérer l'énergie de l'air extrait. La régulation de la CTA n'a pas été fournie, un hypothèse de fonctionnement est prise en considérant que les CTA fonctionnent de 6h à 19h en semaine.

3.4 Eau Chaude Sanitaire

Production ECS				
Ballon électrique		P	V	
-	Nombre :	22	2	2
	Type de production :	Décentralisée		
	Puissance électrique :	2000 kW		
	Volume :	30 L		
	Technologie :	Adaptée à l'usage		
	Locaux desservis :	Sanitaires		
Commentaire par équipement				
Ballon ECS	Aucune liste n'a été transmise sur le nombre de ballons ECS. Une hypothèse est prise en estimant la présence d'un ballon ECS de 30L par bloc sanitaire.			

3.5 Eclairage

Source d'éclairage			
Tubes fluorescent T5		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T5	
	Type de luminaire :	Tube	
	Localisation :	RDC bas (Salle de réunion Martroi et Saint Paul), R+1 (bureaux bâtiment B), R+2 (bureaux bâtiment B), R+5 (tous les bureaux, réfectoire et cuisine)	
Spot LED		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Spot	
	Localisation :	RDC bas (Circulations, sanitaires), RDC haut (Circulations, sanitaires, accueil, box CPAM), R+1 (sanitaires), R+2 (Circulations, sanitaires), R+3 (sanitaires), R+4 (Circulations, sanitaires), R+5 (sanitaires)	
Fluocompacte		P	V
	Technologie :	Lampe fluocompacte	
	Type de luminaire :	Ampoule	
	Localisation :	R+1 (Circulations), R+3 (Circulations, bâtiment A et C), R+5 (Salle de réunion)	
Dalle LED		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Localisation :	RDC bas (Circulations, salles du courrier), RDC haut (bureaux ELSM, Bureaux Carsat), R+1 (bureaux ELSM), R+2 (tous les bureaux), R+4 (tous les bureaux)	

Commentaire par équipement	
Dalles LED	La zone accueil de la CPAM a fait l'objet d'une rénovation récente sur son éclairage avec la mise en place de dalles LED en plafond. Une partie des bureaux du site en est équipée. Aucune préconisation n'est envisagée sur les luminaires LED.
Spot LED	Les spots LED sont utilisés dans les sanitaires et dans les circulations. Aucune préconisation n'est envisagée sur les luminaires LED.
Tubes Fluorescents T5	Une partie des bureaux du site est équipée de tubes fluorescents T5. Ces luminaires sont moyennement économes. Cependant, leur remplacement par des luminaires LED aiderait à diminuer les consommations électriques des éclairages.
Lampes Fluocompactes	Certaines circulations sont toujours équipées de lampes fluocompactes. Ces luminaires sont économes. Leur remplacement par des luminaires LED aiderait à diminuer les consommations électriques des éclairages.

Pilotage terminal éclairage				
Détections de présence			P	V
-	Technologie :	Détection de présence	3	2
	Locaux desservis :	Parking, circulations et accueil RDC haut, sanitaires, réfectoire et cuisine, 20% des bureaux		
Minuteur			P	V
-	Technologie :	Interrupteur avec minuterie	2	2
	Locaux desservis :	Circulations (RDC bas, R+1, R+2, R+3, R+4, R+5)		
Interrupteur Manuel			P	V
-	Technologie :	Interrupteur manuel	1	2
	Locaux desservis :	Open space, salle de réunion, salle de stockage, 80% des bureaux		

Commentaire par équipement	
Pilotage central éclairage intérieur	Actuellement aucune coupure centralisée de l'éclairage du site n'est installée. La mise en place d'une coupure centralisée et programmée sur les horaires d'occupation permettrait d'éviter les dérives de consommations.
Pilotage terminal	Certaines circulations et certains sanitaires sont équipés de détecteurs de présence. Ceci permet d'éviter les dérives de consommations. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste. Le remplacement des minuteurs par des détections de présence diminuerait les consommations des éclairages. Les bureaux de tout le site disposent d'un très bon accès à la lumière naturelle. La mise en place de détection d'absence et de sondes photométriques dans tous les bureaux réduirait les consommations électriques tout en améliorant le confort des usagers.

3.6 Climatisation

PAC chaud/froid 1		P	V
	Locaux desservis :	Salle réunion Nouvelle Orléans	
	Energie :	Electricité	
	Puissance chaud :	12 kW	
	Puissance froid :	12 kW	
	COP chaud :	3.62	
	EER :	3.62	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Marque :	DAIKIN	
	Modèle :	RZQSG125L8V1B	
	Nombre :	1	
Localisation :		Cours anglaise	
PAC froid 2		P	V
	Locaux desservis :	Salle serveur	
	Energie :	Electricité	
	Puissance froid :	10 kW	
	EER :	4.16	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Marque :	MITSUBISHI ELECTRIC	
	Modèle :	PUHZ-RP100VKA	
	Nombre :	1	
Localisation :		Toiture bac acier	
PAC froid 3		P	V
	Locaux desservis :	Salle serveur	
	Energie :	Electricité	
	Puissance chaud :	5.8 kW	
	Puissance froid :	5 kW	
	COP chaud :	3.35	
	EER :	3.34	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Marque :	DAIKIN	
	Modèle :	RXS50L2V1B	
	Nombre :	1	
Localisation :		Toiture bac acier	

PAC froid 4		P	V	
	Locaux desservis :	Bureau R+1	3	2
	Energie :	Electricité		
	Puissance chaud :	7.2 kW		
	Puissance froid :	5.4 kW		
	COP chaud :	3.4		
	EER :	3		
	Type d'échange :	Air/air		
	Fluide frigorigène :	R410A		
	Marque :	HITACHI		
	Modèle :	RAM-55QH4		
	Nombre :	3		
Localisation : Toiture bac acier				
Groupe froid salle du conseil		P	V	
	Type :	Groupe froid basique	1	0
	Technologie :	EER < 3		
	Nombre :	1		

Commentaire par équipement	
Groupe froid	Le groupe froid va bientôt être remplacé car il ne fonctionne plus très bien et parce qu'il engendre de grosse consommation.
PAC	Le RDC haut et les salles de réunions du RDC bas sont équipés de cassettes plafonnières. Les équipements sont en bon état et ne nécessitent pas d'intervention particulière.

Emission de froid				
Monosplit mural		P	V	
	Locaux desservis :	Salle serveur	2	2
	Energie :	Electrique		
	Technologie :	2 tubes (refroidissement)		
	Position :	Murale		
	Pathologies :	Aucune dégradation		
	Marque :	Daikin et Mitsubishi		
	Nombre :	2		

Commentaire par équipement	
Monosplit Mural	La salle de serveur est équipée de deux monosplits muraux permettant le refroidissement de la pièce. Trois bureaux du R+1 étaient anciennement des salles de réunions, ainsi, ces bureaux sont toujours équipés monosplit muraux.

3.7 Autres usages

Autres usages				
Baie de brassage			P	V
	Durée de fonctionnement quotidien :	24 h	3	2
	Nombre :	8		
	Type :	Baie de brassage		
	Extinction hors utilisation :	Fonctionnement permanent		
	Localisation :	Salle serveur		
Equipements de bureautique			P	V
	Type :	PC fixe	3	2
	Nombre :	425		
	Type :	Écran		
	Nombre :	810		
	Type :	Imprimantes		
	Nombre :	25		

Commentaire par équipement	
Baie de brassage	Les baies de brassage fonctionnent de manière permanente sur le site de la CPAM. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Equipement de Bureautique	L'ensemble des bureaux sont équipés d'ordinateurs composés d'une unité centrale et d'écrans. Lors de la visite, certains équipements étaient en veille. Nous préconisons la mise en place d'une extinction généralisée de la bureautique.

4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE

4.1 Usages énergétiques du site

	Gaz naturel	Electricité
Chauffage	X	X
Refroidissement		X
ECS		X
Auxiliaires		X
Eclairage		X
Usages spécifiques		X

4.2 Plan de comptage des énergies

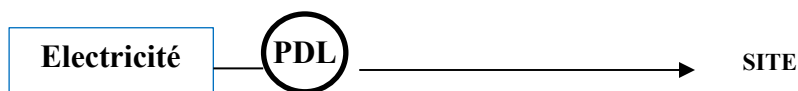
Les schémas du plan de comptage sont idéaux et peuvent être ajustés selon les besoins.

4.2.1 Description de l'approvisionnement en électricité

- > Le site dispose d'un seul compteur général qui dessert l'ensemble du bâtiment
- > Aucune présence de sous-compteur pour l'électricité.

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PDL	Fournisseur	Puissance souscrite
CPAM SIEGE SOCIAL D'ORLEANS	Fournisseur	30000950063589	-	ENGIE	220

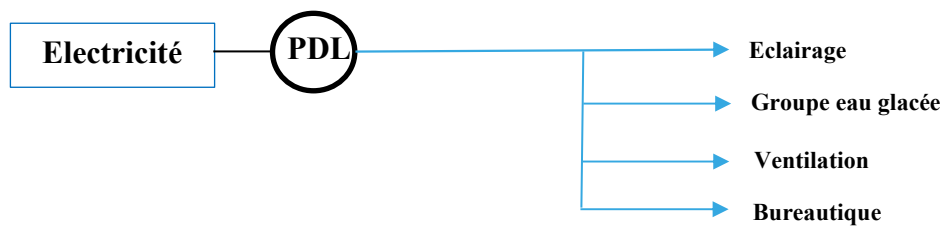
Le schéma ci-dessous présente le système de comptage actuel :



PDL : Point De Livraison

Aucun sous compteur n'est présent sur site afin d'indiquer avec précision les consommations spécifiques des différents usages du bâtiment de La CPAM d'Orléans site Place De Gaule. La mise en place de sous-compteurs électriques permettrait d'identifier précisément les consommations et de limiter le risque de dérives énergétiques.

4.2.2 Schéma du plan de comptage proposé :

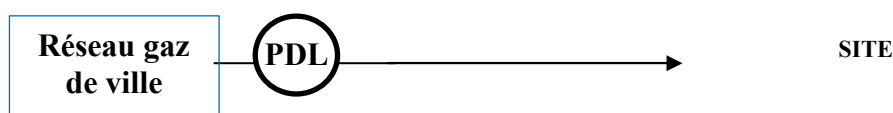


4.2.3 Description de l'approvisionnement en gaz naturel

Le site dispose d'un seul compteur général pour le gaz naturel.

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PCE	Fournisseur
CPAM SIEGE SOCIAL D'ORLEANS	Fournisseur	NC	NC	NC

Le schéma ci-dessous présente le système de comptage actuel :



PDL : Point De Livraison

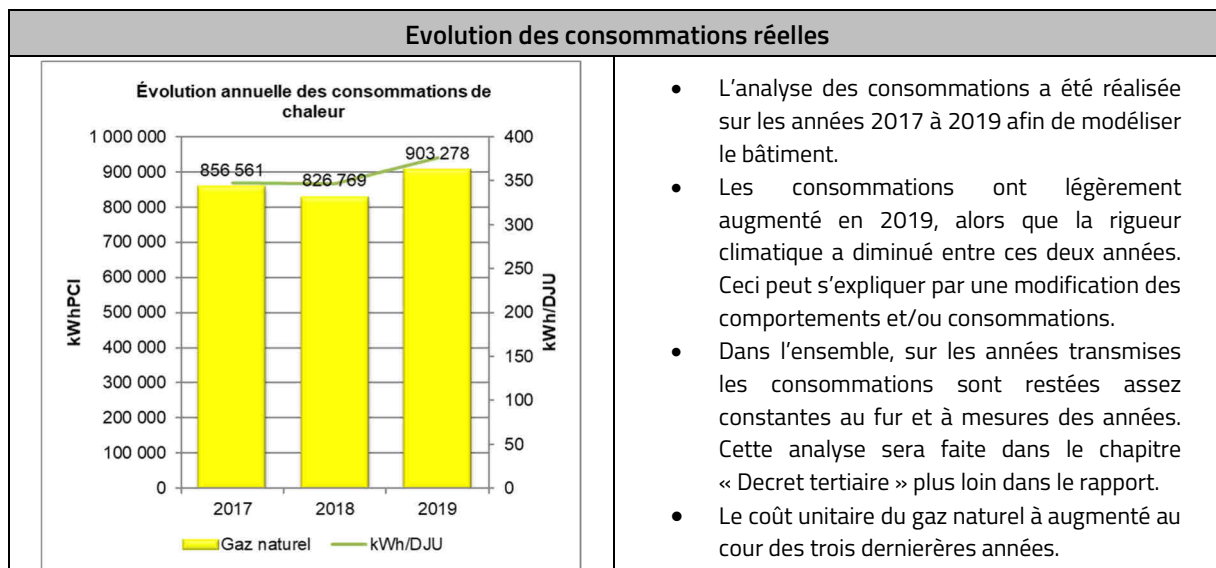
Actuellement il n'y a pas la nécessité d'installer un sous-comptage supplémentaire concernant le gaz naturel car cette énergie n'est utilisée que pour le chauffage. Aucune préconisation de comptage ne sera envisagée sur ce réseau.

4.3 Historique des consommations

4.3.1 Gaz naturel

Les consommations ci-dessous nous ont été transmises par le Maître d'Ouvrage :

Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{shon}
Gaz naturel	Consommations (kWh _{EP})	856 561	826 769	903 278	891 601	71,8
	Emissions de CO ₂ (T _{eq-CO2})	200	193	211	208	
	Dépenses (€ ^{TTC})	41 961	47 300	56 307	50 233	
	Coût unitaire (€TTC/kWh)	4,9	5,7	6,2	5,6	
	DJU (Station : Orléans)	2 462	2 384	2 400		
	DJU Décennaux : 2 497					

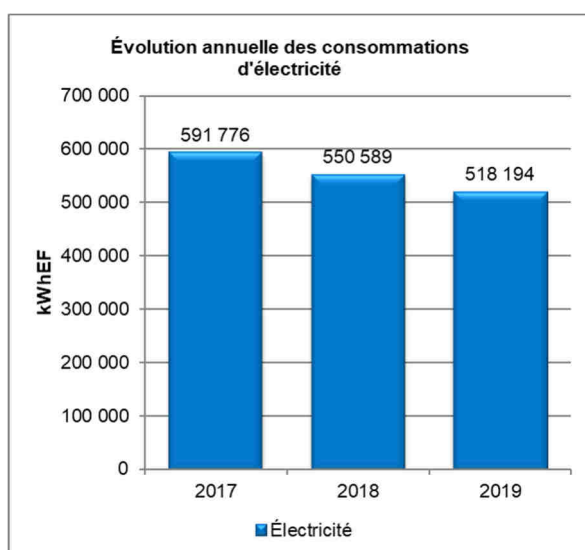


4.3.2 Electricité

Les consommations ci-dessous sont issues des relevés fournis par la Maîtrise d'Ouvrage.

Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{shon}
Électricité	Consommations (kWh _{EF})	591 776	550 589	518 194	553 520	115,0
	Emissions de CO ₂ (T _{eq-CO2})	49 709	46 249	43 528	46 496	
	Dépenses (€ ^{TTC})	63 287	58 012	64 269	61 856	
	Coût unitaire (€TTC/kWh)	10,7	10,5	12,4	11,2	
	DJU (Station : Orléans)	2 462	2 384	2 400		
	DJU Décennaux : 2 497					

Evolution des consommations réelles



- L'analyse des consommations a été réalisée sur les années 2017 à 2019 afin de modéliser le bâtiment.
- Les consommations ont diminué entre 2017 et 2019. Cette baisse peut s'expliquer par un changement de comportement des usagers et le par la refecton progressive des luminaires depuis quelques années.
- Dans l'ensemble, sur les années transmises les consommations sont restées assez constantes au fur et à mesures des années. Cette analyse sera faite dans le chapitre « Decret tertiaire » plus loin dans le rapport.
- Les données transmises de manière annuelle ne nous permettent pas de constater le talon de consommation du siège social de la CPAM d'Orléans.
- Le coût unitaire de l'électricité est conforme à celui rencontrés habituellement.

4.3.3 Analyse des contrats de fourniture d'énergie

Les contrats d'énergie du site présentent les caractéristiques suivantes :

Energie	Fournisseur	Type de contrat
Electrique	ENGIE	Longue utilisation Puissance souscrite 220 kVA
Gaz naturel	-	-

Commentaires :

Les contrats sont adaptés aux consommations énergétiques du site.

4.4 Respect des exigences du Décret Tertiaire

4.4.1 Sélection de l'année de référence (Décret Tertiaire)

La sélection de l'année de référence s'effectue sur les 10 dernières années, soit entre 2010 et 2019. Pour cela, nous analysons les consommations d'énergie sur ces 10 années, issues des relevés de consommations fournis par la Maîtrise d'Ouvrage. Les consommations de 2010 à 2014 n'étant pas exploitable, seules les consommations de 2015 à 2019 seront analysées. Ensuite, une modulation des consommations d'énergie vis-à-vis de la rigueur climatique (DJU) pour les postes chauffage et climatisation est effectuée. Les années non renseignées dans le tableau ci-après sont liées à des données non exploitables ou non disponibles.

Consommations énergétiques corrigées à la rigueur climatique (en kWh_{ef}) (Toutes énergies confondues)									
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
					1 381	1 431	1 543	1 556	1 615
					848	882	785	840	506
					111	115	125	125	130

Seuls les consos de 2015 ont été fournies pour l'analyse des consommations du décret tertiaire. L'année la plus consommatrice est la dernière connue à savoir 2019 avec 1 615 506 kWh_{EF} consommés.

La consommation de référence associée est de 130 kWh_{EF}/m²SP.an

4.4.2 Objectifs de consommations énergétiques aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050

Calcul des objectifs « décret tertiaire » :

Les objectifs de consommation d'énergie calculés⁵ sont :

- Objectif absolu 2030 = 84 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2030 (-40%) = 73 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 61 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 49 kWhEF/m²

L'objectif en valeur absolue pour 2030 est déterminé suivant l'arrêté du 24 novembre 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale des bâtiments à usage tertiaire, catégorie « Bureaux Services Publics », sous-catégorie « Bureaux Standards (cloisonnés-attribués) » et « Open Space (non cloisonné-attribué) ». Les objectifs en valeur absolue pour 2040 et 2050 ne sont pas encore disponibles.

Objectifs « décret tertiaire » retenus :

Ainsi, les objectifs « décret tertiaire » retenus dans le cadre de cette étude sont :

- Objectif absolu 2030 = 84 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 61 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 49 kWhEF/m²

⁵ Les hypothèses suivantes ont été prises pour le calcul de l'objectif absolu :

- Indicateur d'intensité d'usage temporel = 3120 h/an
- Indicateur d'intensité d'usage surfaciques = 27 m²/poste (Surface plancher = 12 416 m², 450 usagers)

Taux d'occupation nominal = 70%

4.4.3 Contraintes techniques, architecturales et patrimoniales

Plusieurs contraintes peuvent compromettre l'atteinte des objectifs énergétiques :

- Contraintes techniques
- Contraintes architecturales
- Contraintes patrimoniales

Coûts manifestement disproportionnés des actions par rapport aux avantages attendus en termes de consommations d'énergie finale.

Dans le cas où celles-ci sont avérées, elles devront être justifiées par un dossier technique. Le bâtiment concerné pourra donc faire l'objet d'une demande de modulation des objectifs.

Voici un bilan dressant par type de contrainte les difficultés éventuelles du site audité.

Contrainte décret tertiaire	
Contraintes techniques	
Façade incompatible avec ITE ?	Non
Façade perspirante / en pans de bois	Non
Impossibilité de placer un équipement sur façade (conduit fumée, groupe ext., ...)	Oui
Plancher non isolable (tel voute en pierre/moellon, plancher métallique...)	Non
Retour d'isolant sur fenêtre complexe ?	Non
Pas de surface extérieure pour technologie potentiel/nécessaire	Oui
Contraintes architecturales	
Problème de surplomb de la parcelle voisine	Non
Façade ouvragée/complexe ?	Non
Homogénéité des menuiseries ?	Non
Descente EP complexe à modifier	Non
Absence d'entrée d'air ?	Non
Contraintes patrimoniales⁶	
Bâtiments classés ?	Non
Bâtiment d'avant 1930 (bâtiment qualitatif) ou matériaux noble (pierre de taille/brique/ardoise/zinc)	Non
Présence de surélévation ou d'extension ?	Non
Environnement du bâtiment à valeur patrimoniale importante ?	Non
Coûts disproportionnés	
Action de rénovations relatives à l'enveloppe : TRI ⁷ > 30ans ?	Oui
Travaux de renouvellement des équipements énergétiques : TRI > 15ans ?	Oui
Mise en place de système d'optimisation et d'exploitation des systèmes : TRI > 6ans ?	Oui

⁶ L'analyse du périmètre classé a été réalisée depuis le site <http://atlas.patrimoines.culture.fr>

⁷ TRI : Temps de retour sur investissement

5 ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

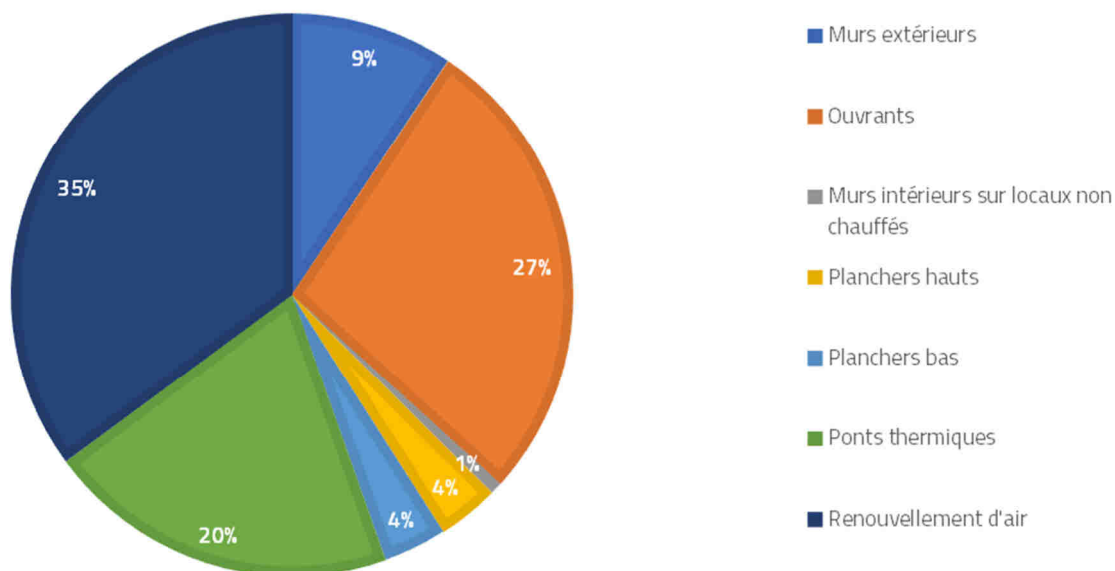
5.1 Analyse des déperditions thermiques du site

A partir des relevés effectués sur le bâti et sur les installations techniques, une étude des déperditions a été réalisée. Les résultats sont exposés ci-après.

Les déperditions ci-dessous sont données pour une température intérieure de 20°C et une température extérieure de -7°C.

Déperditions en kW							Pertes totales en kW
Murs extérieurs	Ouvrants	Murs intérieurs sur locaux non chauffés	Planchers hauts	Planchers bas	Ponts thermiques	Renouvellement d'air	
55 9%	160 27%	4 1%	21 4%	21 4%	119 20%	206 35%	586

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS DU BÂTIMENT



Commentaire

Les déperditions sont réparties majoritairement sur trois grands postes. Le poste le plus déperditif est le renouvellement d'air avec 35% des déperditions totales. La mise en place d'une ventilation double flux diminuera grandement ces déperditions.

Les ouvrants du site représentent 27% des déperditions totales du bâtiment. Les menuiseries sont énergivores, peu étanches et provoquent de fortes déperditions ainsi que de l'inconfort chez les usagers. Le renouvellement des menuiseries apportera des gains significatifs sur les consommations et améliorera le confort interne.

Le troisième poste le plus déperditif est le poste des ponts thermiques. Plus de la moitié des ponts thermiques du site est provoquée par le cadre des menuiseries qui génère un arrêt de l'isolant sur toute les façades. Ce poste sera traité avec la reprise de l'isolation des planchers haut et le renouvellement des menuiseries.

Les murs extérieurs représentent 9% des déperditions totales du site. Une reprise de l'isolation diminuera ce poste déperditif.

Les planchers bas et les planchers hauts représentent chacun 4% des déperditions totales. L'isolation des plancher bas et la reprise de l'isolation des planchers haut réduira les consommations de chauffage.

5.2 Synthèse de l'enveloppe

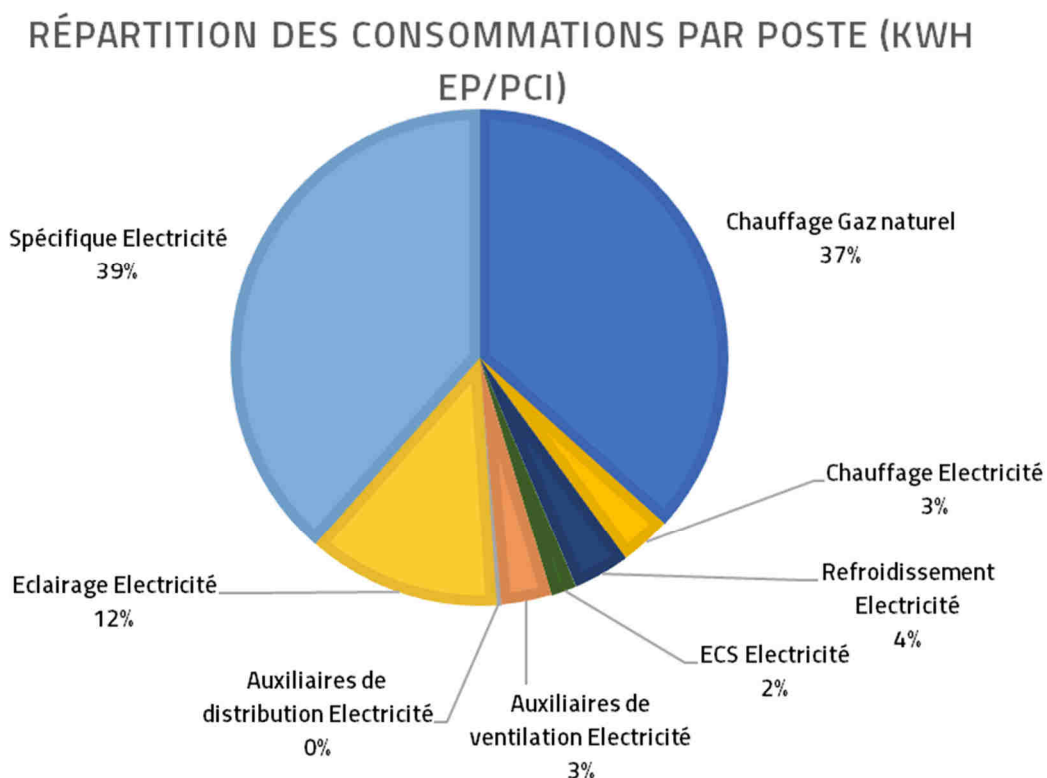
Sur la base des relevés effectués sur le bâti, une étude des déperditions a été réalisée à partir de Pléiades-Comfie, aboutissant aux résultats suivants :

Ubat (W/m².K)	1.5	Le bâtiment est moyennement isolé
Svitrage / Sfaçade	36%	Les façades sont grandement vitrées
Inertie	Forte	Les murs, planchers haut et planchers bas sont tous des parois lourdes
Etanchéité à l'air	Faible	Etanchéité des ouvrants mauvaises

5.3 Analyse des consommations simulées

Le récapitulatif des simulations est présenté dans le tableau suivant :

Répartition des consommations		kWh EF/PCI	kWh EP/PCI	kg CO ₂	€TTC
Usage	Energie				
Chauffage	Gaz naturel	818 634	818 634	191 560	46 117
Chauffage	Electricité	29 108	75 099	5 239	3 253
Refroidissement	Electricité	31 641	81 634	1 266	3 536
ECS	Electricité	14 313	36 929	573	1 600
Auxiliaires de ventilation	Electricité	28 675	73 981	2 409	3 204
Auxiliaires de distribution	Electricité	2 968	7 657	249	332
Eclairage	Electricité	108 522	279 986	9 116	12 127
Spécifique	Electricité	333 774	861 136	28 037	37 299
TOTAL		1 367 634	2 235 055	238 449	107 468



CPAM Orléans site Place de Gaule	180 kWh _{EP} /m ² .an	111 à 210 C	16 à 30 C
	19 kg _{eqCO2} /m ² .an		

Commentaires
> La majorité des consommations est liée au chauffage du site (37%) et aux usages spécifiques (39%). > L'éclairage sur le site est énergivore et représente 12% des consommations totales du site. > La conversion en énergie primaire joue en défaveur des postes consommateurs d'électricité par rapport au poste consommateur de gaz naturel⁸. Cependant, l'énergie électrique est conventionnellement moins émettrice de CO₂ que le gaz naturel, ce qui est plus favorable à l'étiquette environnementale.

5.4 Comparaison des consommations réelles et simulées

Le tableau ci-dessous récapitule les écarts entre les consommations simulées et réelles sur la moyenne des consommations évoquées au paragraphe 3.4.

	Réelles	Théoriques (corrigées de la rigueur climatique)	Ecart
Consommations - Gaz naturel (kWh EF/PCI)	861 341	818 634	-5%
Consommations - Electricité (kWh EF/PCI)	553 520	549 000	-1%
Consommations totales (kWh _{EF})	1 414 860	1 367 634	-3%

Les consommations réelles et simulées (chauffage) sont neutralisées aux DJU de la période de chauffe équivalente (DJU décennaux pour les consommations réelles, et DJU de la période de chauffe issus du fichier météo pour les consommations simulées).

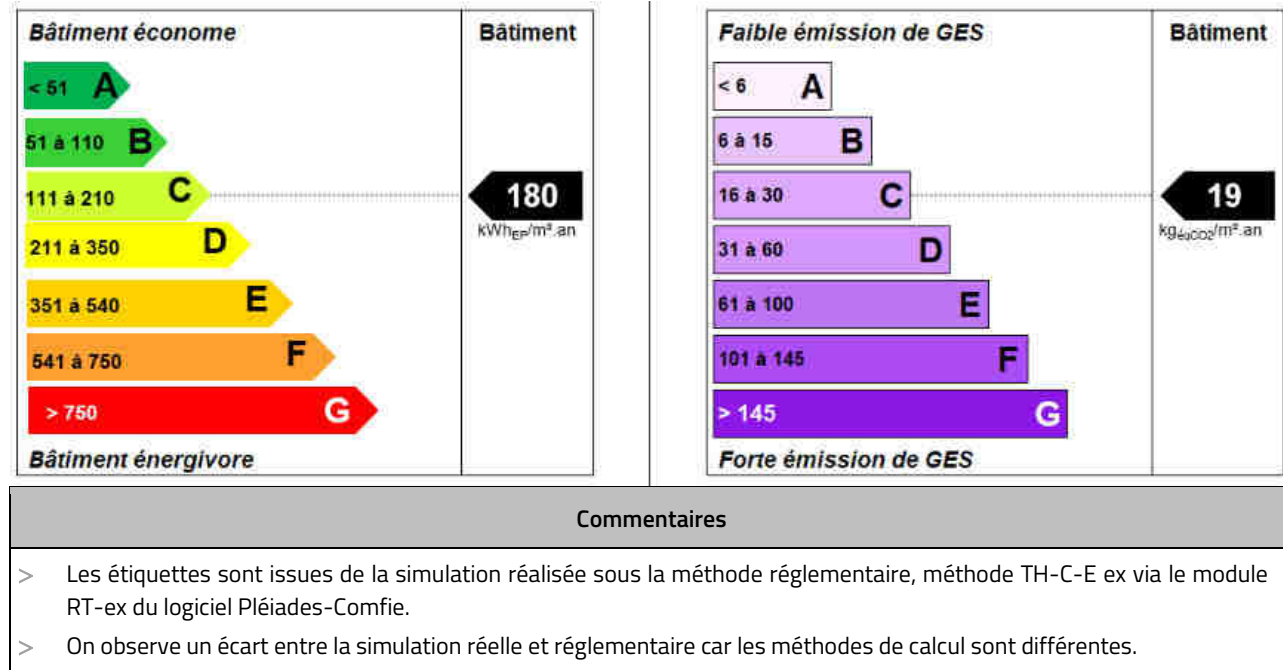
⁸ La conversion en énergie primaire de l'électricité entraîne l'apparition d'un coefficient de 2,58 dû à la prise en compte des pertes et des rendements lors de la production et la distribution de l'électricité.

5.5 Présentation des résultats réglementaires (Méthode TH-C-E ex)

Le calcul réglementaire permet de déduire les étiquettes C_{EP}^9 ci-dessous :



Etat initial :



⁹ Ces étiquettes présentent la consommation C_{EP} . Ce ne sont pas des étiquettes DPE officielles.

6 ÉNERGIES RENOUVELABLES

6.1 Installations d'énergies renouvelables existantes

Actuellement, le bâtiment dispose d'un groupe d'eau glacée thermodynamique.

Aucune autre énergie renouvelable n'est installée sur le site.

6.2 Potentiels d'ENR

Le tableau suivant permet de déterminer la faisabilité des différentes énergies renouvelables sur le site.

Biomasse	
Capacité de livraison	Non
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Foncier disponible pour un silo	Non
Surface disponible	0 m ²
Adéquation au besoin	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le site n'est pas propice à l'accueil d'une chaufferie biomasse par le manque de place pour le stockage et la non-possibilité d'installer une chaufferie.
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	Oui
Adéquation avec les équipements	Oui
Potentiel	Faible
Commentaires	La CPAM était anciennement raccordée au RCU de la ville. Pour des raisons financières, ils ont décidé de changer de système de production de chaleur.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Non
Surface disponible	0 m ²
Nature du sol	Sans objet
Présence d'une nappe	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Aucune nappe phréatique à proximité du site. Cette solution n'est donc pas étudiée.
Aérothermie (PAC)	
Surface disponible	30 m ²
Zone climatique favorable	Moyen
Technologie	Air/eau
Besoin rafraîchissement	Non
Potentiel	Fort
Commentaires	Les besoins en chauffage peuvent être réalisés par des PAC air/eau la majorité de la période de chauffage. En effet, en dessous de 5°C, une pompe à chaleur possède un rendement faible. La combinaison PAC (pour les températures extérieures supérieures à 5C) avec les chaudières gaz déjà existantes (pour les températures extérieures inférieures à 5°C) semble un bon compromis. Cette proposition permettra de réduire les consommations de chauffage tout en réduisant les émissions de GES.

Solaire thermique	
Présence de masque solaire	Oui
Surface disponible	280 m ²
Type de toiture	Toiture acier
Adéquation avec les besoins thermiques	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le site possède très peu de surface de toiture avec la possibilité d'installation de panneaux. De plus, les besoins en ECS sont très faibles et la surface disponible de toiture possède des masques solaires.
Solaire photovoltaïque	
Présence de masque solaire	Oui
Surface disponible	280 m ²
Type de toiture	Toiture acier
Potentiel	Faible
Commentaires	Le site possède très peu de surface de toiture avec la possibilité d'installation de panneaux. De plus, la surface disponible de toiture possède des masques solaires.
Eolien	
Potentiel	Nul
Commentaires	Aucune surface n'est disponible pour accueillir une éolienne. De plus, l'environnement urbain réduit considérablement la vitesse des vents.
Récupération de chaleur sur Eaux grises	
Source exploitable	Non
Besoin ECS instantanée concomitant	Non
Stockage ECS	Non
Mise en place facile	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le besoin en eau chaude sanitaire est faible durant la journée. Un système permettant la récupération de chaleur sur les eaux grises n'est pas intéressant.
Récupération de chaleur sur groupe froid	
Présence de groupe froid	Oui
Zone d'implantation des groupes froids accessible	Oui
Place disponible	Non
Groupe froid récent	Oui
Liaison groupe récupérateur/chaufferie pertinente	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	La production de froid actuelle n'est pas très forte et celle-ci est très éloignée de la chaufferie. Cette solution n'est donc pas envisagée.

7 GISEMENT DES POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE

7.1 Introduction

Chaque intervention est présentée sous forme de fiche comprenant trois parties :

- > Une partie « Problématiques traitées et points de vigilance ».
- > Une partie « Mise en œuvre proposée ».
- > Une partie « Remarque ».



Les « **Actions réglementaires** » visent la mise en conformité du bâtiment d'un point de vue réglementaire, par exemple la mise en place de garde-corps en toiture. Elles n'impactent pas les conclusions de l'étude sur ces aspects thermiques/énergétiques.

Les « **Actions urgentes** » concernent des interventions à réaliser à très court terme pour maintenir le bâti dans un contexte d'utilisation correct (par exemple le remplacement d'une chaudière ne fonctionnant plus), ou encore des préconisations à très faible temps de retour sur investissement (optimisation des équipements de régulation pour réduire la température de consigne, par exemple).

Les « **Actions d'entretien** » portent sur l'entretien des systèmes énergétiques et de équipements de ventilation : nettoyage des bouches de ventilation, remplacement des filtres, etc.

Les « **Actions de pilotage** » concernent les actions de gestion du bâtiment et des énergies : pose de sous-compteurs, installation de GTC, pose d'horloge pour la coupure centralisée des ordinateurs ou de l'éclairage, etc...

Les « **Travaux sur le bâti** » comprennent les interventions sur l'enveloppe du bâtiment (parois opaques et vitrées : isolation des murs ou de la toiture, remplacement des menuiseries, ...)

Les « **Travaux sur les systèmes** » point les préconisations relatives aux systèmes de chauffage, ventilation, éclairage, ...

Dans la pratique, les actions réglementaires, urgentes d'entretien et de pilotage seront regroupées dans le scénario 1, qui comprend les actions à faible investissement.

Les scénarios 2 et 3 sont en général cumulatifs : ils comprennent des actions d'amélioration du bâtiment proprement dit, et permettent d'étaler les investissements dans le temps.

7.2 Synthèse des interventions simulées

SCÉNARIO 3 *objectif 2040 (-50%)*	Modification des réglages de la régulation	Action de pilotage	3 397 €	60 294	4,4%	52,8%	0 €	0 €	3 337 754 €	38
	Mise en place d'une GTB/GTC	Action de pilotage	3 153 €	55 968	4,1%		18 700 €	24 228 €		
	Reprise de l'isolation des planchers hauts TT (R=6,95 m².K/W)	Travaux sur le bâti	1 017 €	18 045	1,3%		182 447 €	13 557 €		
	Reprise de l'isolation des planchers hauts du bâtiment A et du bâtiment D (R=7,5 m².K/W)	Travaux sur le bâti	208 €	3 684	0,3%		107 645 €	7 303 €		
	Isolation de tous les planchers bas donnant un volume non chauffé ou l'extérieur (R=4 m².K/W)	Travaux sur le bâti	1 042 €	18 505	1,4%		113 373 €	39 998 €		
	Reprises de l'isolation des façades isolé par l'extérieur (R=5,0 m².K/W)	Travaux sur le bâti	5 742 €	101 931	7,5%		517 957 €	33 937 €		
	Isolation des murs par l'intérieur du bâtiment D et des murs enterrés et des murs donnant sur LNC (R=5,0 m².K/W)	Travaux sur le bâti	3 902 €	69 275	5,1%		115 688 €	16 478 €		
	Ajout d'un complément d'isolation des murs du bâtiment A par l'extérieur (R=5,0 m².K/W)	Travaux sur le bâti	71 €	1 267	0,1%		57 338 €	3 757 €		
	Remplacement des ouvrants par des menuiseries Aluminium (U=1,2 W/m².K)	Travaux sur le bâti	8 934 €	158 584	11,6%		958 971 €	27 884 €		
	Mise en place d'une VMC Double Flux avec récupération de chaleur sur tout le site avec horloge selon occupation et sonde CO2 dans les open-space	Travaux sur les systèmes	6 257 €	143 016	10,5%		323 400 €	18 396 €		
	Remplacement des CTA de soufflage + extracteur dans les salles de réunions par des CTA DF avec récupération de chaleur	Travaux sur les systèmes	1 264 €	17 108	1,3%		68 500 €	779 €		
	Installation d'un désemboueur	Travaux sur les systèmes	1 356 €	25 840	1,9%		6 000 €	0 €		
	Installation de radiateurs "basse température"	Travaux sur les systèmes	6 793 €	120 588	8,8%		270 405 €	232 €		
	Amélioration des performances de l'éclairage par des technologies LED	Travaux sur les systèmes	7 573 €	67 764	5,0%		452 880 €	8 322 €		
	Installation d'une pompe à chaleur air/eau en complément des chaudières gaz pour assurer le chauffage lorsque T°ext > 5°C	Travaux sur les systèmes	53 458 €	523 109	38,2%		124 450 €	31 295 €		

	ACTIONS (TRAVAUX / INTERVENTIONS)	Type intervention	Economies annuelles (€ TTC)	Economies (kWh EF PCI)		Economie globale scénario (%)	Coût des travaux (€ HT)	VALORISATION CEE	Coût global scénario (€ HT)	TRA (annual)
				KWh EF / PCI	Gain (%)					
SCENARIO 3 *objectif 2040 (-50%)*	Modification des réglages de la régulation	Action de pilotage	3 397 €	60 294	4,4%	52,8%	0 €	0 €	3 337 754 €	38
	Mise en place d'une GTB/GTC	Action de pilotage	8 734 €	155 041	11,3%		16 700 €	24 228 €		
	Reprise de l'isolation des planchers hauts TT (R=6,95 m².K/W)	Travaux sur le bâti	1 017 €	18 045	1,3%		182 447 €	13 557 €		
	Reprise de l'isolation des planchers hauts du bâtiment A et du bâtiment D (R=7,5 m².K/W)	Travaux sur le bâti	208 €	3 684	0,3%		107 645 €	7 303 €		
	Isolation de tous les planchers bas donnant un volume non chauffé ou l'extérieur (R=4 m².K/W)	Travaux sur le bâti	1 042 €	18 505	1,4%		113 373 €	39 998 €		
	Reprises de l'isolation des façades isolé par l'extérieur (R=5,0 m².K/W)	Travaux sur le bâti	5 742 €	101 931	7,5%		517 957 €	33 937 €		
	Isolation des murs par l'intérieur du bâtiment D et des murs enterrés et des murs donnant sur LNC (R=5,0 m².K/W)	Travaux sur le bâti	3 902 €	69 275	5,1%		115 688 €	16 478 €		
	Ajout d'un complément d'isolation des murs du bâtiment A par l'extérieur (R=5,0 m².K/W)	Travaux sur le bâti	71 €	1 267	0,1%		57 338 €	3 757 €		
	Remplacement des ouvrants par des menuiseries Aluminium (U=1,2 W/m².K)	Travaux sur le bâti	8 934 €	158 584	11,6%		958 971 €	27 884 €		
	Mise en place d'une VMC Double Flux avec récupération de chaleur sur tout le site avec horloge selon occupation et sonde CO2 dans les open-space	Travaux sur les systèmes	8 057 €	143 016	10,5%		323 400 €	18 396 €		
	Remplacement des CTA de soufflage + extracteur dans les salles de réunions par des CTA DF avec récupération de chaleur	Travaux sur les systèmes	964 €	17 108	1,3%		88 500 €	779 €		
	Installation d'un désemboueur	Travaux sur les systèmes	1 456 €	25 840	1,9%		6 000 €	0 €		
	Installation de radiateurs "basse température"	Travaux sur les systèmes	6 793 €	120 588	8,8%		270 405 €	232 €		
	Amélioration des performances de l'éclairage par des technologies LED	Travaux sur les systèmes	7 573 €	67 764	5,0%		452 880 €	8 322 €		
	Installation d'une pompe à chaleur air/eau en complément des chaudières gaz pour assurer le chauffage lorsque T°ext > 5 °C	Travaux sur les systèmes	58 458 €	523 109	38,2%		124 450 €	31 295 €		

8 SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

8.1 Scénario 1 : Action à faible investissement

8.1.1 Synthèse

Action de pilotage	1	Modification des réglages de la régulation	0	€HT
Travaux sur les systèmes	13	Installation d'un désemboueur	6 000	€HT
Coût des travaux			6 000	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	1 367 634 kWh	1 286 613 kWh	6%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	180	111 à 210 C	172	111 à 210 C	4%
Evolution de la classe climat (kg CO ₂ /m ² _{SHON})	19	16 à 30 C	18	16 à 30 C	8%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire - TH-C-E ex				
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Ecart par rapport au CEP _{ref}
CPAM Orléans site Place de Gaule	172	116	151	30%
	111 à 210 C	111 à 210 C	111 à 210 C	

8.1.2 Données détaillées des performances du scénario

Scénario 1	
Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	4% soit 93 708 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	6% soit 81 021 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	8% soit 18 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-5 009 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	100 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	0 kWh _{CUMAC}
Valorisation CEE	0 €
Temps de retour sur investissement actualisé	1 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	0,1 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	334 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	105 369 €TTC
Dépenses de maintenance	21 342 €TTC
Dépenses de renouvellement	0 €TTC

8.1.3 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	2 811 228 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	2 430 621 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	539 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	6 251 388 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	904 445 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	0 €TTC
Coût global (avec investissements)	7 161 833 €TTC

8.2 Scénario 2 : -40% sur énergie finale

8.2.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action de pilotage	1	Modification des réglages de la régulation	0	€HT
Action de pilotage	2	Mise en place d'une GTB/GTC	18 700	€HT
Travaux sur le bâti	3	Reprise de l'isolation des planchers hauts TT (R=6,95 m².K/W)	182 447	€HT
Travaux sur le bâti	5	Isolation de tous les planchers bas donnant un volume non chauffé ou l'extérieur (R=4 m².K/W)	113 373	€HT
Travaux sur le bâti	6	Reprises de l'isolation des façades isolé par l'extérieur (R=5,0 m².K/W)	517 957	€HT
Travaux sur le bâti	7	Isolation des murs par l'intérieur du bâtiment D et des murs enterrés et des murs donnant sur LNC (R=5,0 m².K/W)	115 688	€HT
Travaux sur le bâti	9	Remplacement des ouvrants par des menuiseries Aluminium (U=1,2 W/m².K)	958 971	€HT
Travaux sur les systèmes	10	Mise en place d'une VMC Simple Flux sur tout le site avec horloge selon occupation	15 900	€HT
Travaux sur les systèmes	13	Installation d'un désemboueur	6 000	€HT
Travaux sur les systèmes	14	Installation de radiateurs "basse température"	270 405	€HT
Travaux sur les systèmes	15	Amélioration des performances de l'éclairage par des technologies LED	452 880	€HT
Coût des travaux			2 652 320	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	1 367 634 kWh	942 034 kWh	35%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	180	111 à 210 C	133	111 à 210 C	26%
Evolution de la classe climat (kg CO ₂ /m² _{SHON})	19	16 à 30 C	11	6 à 15 B	44%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire – TH-C-E ex				
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Ecart par

				rapport au CEP _{ref}
CPAM Orléans site Place de Gaule	172 111 à 210 C	117 111 à 210 C	102 51 à 110 B	- 13%

8.2.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	26% soit 578 215 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	35% soit 481 568 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	44% soit 104 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-30 518 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	900 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	25 325 920 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	177 281 €
Temps de retour sur investissement actualisé	39 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	4,6 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	25 385 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	79 860 €TTC
Dépenses de maintenance	22 142 €TTC
Dépenses de renouvellement	0 €TTC

8.2.3 Application de la réglementation thermique

Les travaux doivent respecter la réglementation thermique des bâtiments existants (articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation).

Le coût d'investissement étant supérieur à 25% du coût conventionnel du bâtiment, les travaux devront respecter la réglementation thermique globale.

8.2.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	17 346 456 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	14 447 055 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	3 135 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	4 737 974 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	938 349 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	0 €TTC
Coût global (avec investissements)	8 328 643 €TTC

8.3 Scénario 3 : -50% sur énergie finale

8.3.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action de pilotage	1	Modification des réglages de la régulation	0	€HT
Action de pilotage	2	Mise en place d'une GTB/GTC	18 700	€HT
Travaux sur le bâti	3	Reprise de l'isolation des planchers hauts TT (R=6,95 m².K/W)	182 447	€HT
Travaux sur le bâti	4	Reprise de l'isolation des planchers hauts du bâtiment A et du bâtiment D (R=7,5 m².K/W)	107 645	€HT
Travaux sur le bâti	5	Isolation de tous les planchers bas donnant un volume non chauffé ou l'extérieur (R=4 m².K/W)	113 373	€HT
Travaux sur le bâti	6	Reprises de l'isolation des façades isolé par l'extérieur (R=5,0 m².K/W)	517 957	€HT
Travaux sur le bâti	7	Isolation des murs par l'intérieur du bâtiment D et des murs enterrés et des murs donnant sur LNC (R=5,0 m².K/W)	115 688	€HT
Travaux sur le bâti	8	Ajout d'un complément d'isolation des murs du bâtiment A par l'extérieur (R=5,0 m².K/W)	57 338	€HT
Travaux sur le bâti	9	Remplacement des ouvrants par des menuiseries Aluminium (U=1,2 W/m².K)	958 971	€HT
Travaux sur les systèmes	11	Mise en place d'une VMC Double Flux avec récupération de chaleur sur tout le site avec horloge selon occupation et sonde CO2 dans les open-space	323 400	€HT
Travaux sur les systèmes	12	Remplacement des CTA de soufflage + extracteur dans les salles de réunions par des CTA DF avec récupération de chaleur	88 500	€HT
Travaux sur les systèmes	13	Installation d'un désemboueur	6 000	€HT
Travaux sur les systèmes	14	Installation de radiateurs "basse température"	270 405	€HT
Travaux sur les systèmes	15	Amélioration des performances de l'éclairage par des technologies LED	452 880	€HT
Travaux sur les systèmes	16	Installation d'une pompe à chaleur air/eau en complément des chaudières gaz pour assurer le chauffage lorsque T°ext > 5 °C	124 450	€HT
Coût des travaux			3 337 754	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	1 367 634 kWh	645 195 kWh	57%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	180	111 à 210 C	121	111 à 210 C	33%
Evolution de la classe climat (kg CO ₂ /m² _{SHON})	19	16 à 30 C	5	< 6 A	75%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire – TH-C-E ex				
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Ecart par rapport au CEP _{ref}
CPAM Orléans site Place de Gaule	172 111 à 210 C	118 111 à 210 C	80 51 à 110 B	- 32%

8.3.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	33% soit 738 385 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	57% soit 778 407 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	75% soit 180 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-42 447 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	6 600 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	32 309 354 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	226 165 €
Temps de retour sur investissement actualisé	40 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	4,5 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	18 554 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	67 932 €TTC
Dépenses de maintenance	27 842 €TTC
Dépenses de renouvellement	0 €TTC

8.3.3 Application de la réglementation thermique

Les travaux doivent respecter la réglementation thermique des bâtiments existants (articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation).

Le coût d'investissement étant supérieur à 25% du coût conventionnel du bâtiment, les travaux devront respecter la réglementation thermique globale.

8.3.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	22 151 540 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	23 352 222 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	5 397 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	4 030 276 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	1 179 911 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	0 €TTC
Coût global (avec investissements)	8 547 941 €TTC

8.4 Comparaison des scénarios par rapport aux objectifs du décret tertiaire

	Année de référence (2019)	Etat initial	2030		2040		2050	
Consommation d'énergie, (kWh/m²SP, Energie Finale)	122	110	Valeur relative :	73	Valeur relative :	61	Valeur relative :	49
			Valeur absolue :	84	Valeur absolue :		Valeur absolue :	
Evolution par rapport à l'année de référence		-10%	-40%		-50%		-60%	
Evolution par rapport à l'état initial			-23%		-45%		-56%	
Comparaison des scénarios aux exigences du décret tertiaire								
Etat initial								
Scénario 1								
Scenario 2								
Scenario 3								

9 Descriptif des interventions simulées

Isolation Thermique par l'Extérieur

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage de la majorité du bâtiment (bâtiment A, B et C).
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.
- > Amélioration du confort thermique par suppression de l'effet de parois froides.
- > La majorité des façades du bâtiment est déjà équipée d'une isolation par l'extérieur. Les travaux de reprise de l'isolation seront l'occasion de réaliser l'entretien de la façade et de revoir son aspect architectural.

Mise en œuvre proposée :

- > Pose d'un échafaudage.
- > Préparation des surfaces (lavage et décontamination) des supports et réparation des dégradations.
- > Dépose et repose après intervention des descentes d'eau pluviale, avec ajustement des regards si nécessaire.
- > Mise en œuvre d'une isolation thermique extérieure. La solution choisie est une isolation thermique extérieure sous bardage. **L'isolant possède un $R = 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.**
- > Traitement des encadrements de baies par retour de l'isolation des façades courantes. L'isolation sera plus fine (quelques centimètres d'épaisseur) en fonction du cadre des menuiseries extérieures.

Remarque :

- > Afin de limiter au maximum les ponts thermiques au niveau des fenêtres, le remplacement des menuiseries doit être réalisé en même temps que l'isolation par l'extérieur. Les menuiseries devront être positionnées au nu extérieur.
- > La mise en place de retours d'isolant sur les fenêtres aura pour conséquence de diminuer la surface claire des menuiseries.
- > La surface des murs prise en compte dans le chiffrage inclut les menuiseries extérieures (surface vide pour plein).
- > Un contrôle de la longueur du débord de toit devra être réalisé.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Mise en place de l'échafaudage
 - Mise en place d'une isolation par l'extérieur sous bardage
 - Retour d'isolation au niveau des menuiseries
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - Un éventuel surcoût lié à la présence d'amiante

Isolation Thermique par l'Intérieur

Problématique traitée et points de vigilance

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage au niveau du RDC bâtiment et A et du bâtiment D.
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.
- > Amélioration du confort thermique par suppression de l'effet de parois froides.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose du doublage existant.
- > Dépose et repose après intervention des radiateurs.
- > Dépose des commandes et des coffres de volets roulants.
- > Dévoisement des réseaux électriques.
- > L'isolation par l'intérieur des murs de façade est réalisée par la mise en place de panneaux isolants sans pare-vapeur. Les panneaux sont disposés entre des tasseaux de bois et revêtus par des plaques de plâtre. **L'isolant possède un $R = 3,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.**
- > Mise en place d'un frein-vapeur.
- > Mise en place des plinthes adaptées (carrelage ou bois).

Remarque

- > L'isolation par l'intérieur est difficile à mettre en œuvre dans le cas où le site est occupé.
- > La mise en place de l'isolation côté intérieur diminue la surface utile des pièces.
- > L'isolation par l'intérieur des murs en pierre entraîne une baisse de l'inertie du bâtiment et donc une montée en température plus rapide lors de la mise en route du chauffage. Cela peut cependant avoir un impact négatif sur le confort thermique en été.
- > L'isolation par l'intérieur entraîne également une augmentation des ponts thermiques, notamment au niveau des planchers intermédiaires.
- > Afin de limiter au maximum les ponts thermiques au niveau des fenêtres, le remplacement de celles-ci doit être réalisé en même temps que l'isolation par l'intérieur.
- > La surface des murs prise en compte est la surface vide pour plein (en incluant les menuiseries extérieures).

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Préparation des surfaces (dépose des doublages, des radiateurs, des coffres de volets roulants et dévoisement des réseaux électriques)
 - Pose d'une nouvelle isolation avec doublage et finition plaque de plâtre
 - Mise en place d'un frein-vapeur
 - Mise en place de plinthes
 - Reprise des revêtements intérieurs (plafonds et sols).
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :

Un éventuel surcout lié à la présence d'amiante

Remplacement des menuiseries extérieures

Problématique traitée et points de vigilance

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage.
- > Amélioration du confort thermique par suppression de l'effet de parois froides.
- > Amélioration de l'étanchéité à l'air.

Mise en œuvre proposée

- > Le remplacement des menuiseries est réalisé en dépose totale, en changeant la menuiserie complète.
- > Dépose des menuiseries existantes.
- > Le remplacement des surfaces vitrées existantes est réalisé avec des menuiseries avec un **double-vitrage peu émissif avec remplissage argon**, respectant une **performance thermique de $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2.K$** .

Remarque

- > Il est impératif de réaliser une parfaite étanchéité à l'air en périphérie de la fenêtre afin de ne pas altérer le confort des occupants.
- > La réalisation conjointe du remplacement des menuiseries avec la pose de l'isolation des murs permet de limiter les ponts thermiques au niveau des cadres de menuiserie et améliore l'étanchéité à l'air.
- > Le remplacement des menuiseries rend indispensable de rénover le système de ventilation du bâtiment car les nouvelles fenêtres seront étanches à l'air. Si la ventilation ne peut pas être modifiée, il sera nécessaire de prévoir des entrées d'air intégrées aux menuiseries afin d'assurer un renouvellement d'air naturel.
- > Une reprise des revêtements intérieurs sera nécessaire.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La dépose des menuiseries actuelles
 - La mise en place de menuiseries neuves
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - La protection et les moyens d'accès
 - Un éventuel surcoût lié à la présence d'amiante

Isolation des planchers bas

Problématique traitée et points de vigilance

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage sur tous les planchers donnant sur des locaux non-chauffés (archives), le parking ou encore sur l'extérieur (bâtiment D).
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place **d'un isolant par flocage de $R=4,00 \text{ m}^2.K/W$** projeté au plafond des sous-sols. Cette solution est appropriée aux plafonds avec passage de réseaux.
- > Abaissement des réseaux circulant en plafond (hydrauliques, électriques, ...).

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La pose d'un flocage isolant au plafond ;
 - L'abaissement des réseaux hydrauliques, électriques, d'évacuation.

Isolation des planchers haut

Problématique traitée et points de vigilance

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage des plafonds du RDC du bâtiment A.
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose du faux-plafond et de l'isolation existante.
- > Dépose des luminaires et réseaux électriques.
- > Mise en place d'un faux-plafond isolé par des panneaux isolants. **L'isolant possède un $R=4,00 \text{ m}^2.K/W$.**
- > Repose des luminaires.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Dépose et repose des luminaires
 - Dépose du faux-plafond existant
 - Mise en place d'un faux-plafond isolé

Reprise de l'isolation des toitures-terrasses avec toiles tendues

Problématique traitée et points de vigilance

- > Diminution des déperditions par l'enveloppe, diminution des consommations de chauffage des toitures des bâtiment A, B et C.
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.
- > Amélioration du confort thermique.
- > L'isolation des toitures-terrasses est l'occasion de rénover l'étanchéité de la toiture.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose de l'étanchéité actuelle.
- > Mise en place de panneaux isolants rigides. **L'isolant possède un $R=7,00 \text{ m}^2.K/W$.**
- > Mise en place d'une étanchéité de type bitume avec couverture graviers.
- > Réhausse des acrotères par des profilés métalliques.
- > Réalisation des étanchéités des relevés et des couvertines.
- > Dépose et repose des équipements présents en toiture.

Mise en œuvre proposée

- > Une étude de structure devra être réalisée.
- > Une hauteur d'acrotère minimum de 15 cm devra être conservée après l'ajout de la nouvelle isolation (DTU 43.1).
- > Afin d'améliorer le confort estival, la végétalisation de la toiture peut être envisagée sur les terrasses. Cette solution permettra une meilleure gestion des eaux pluviales et donnera une nouvelle identité architecturale au bâtiment.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La dépose et repose des équipements en toiture
 - La dépose de l'étanchéité actuelle
 - L'isolation de la toiture
 - La mise en place d'une nouvelle étanchéité
 - La rehausse des acrotères
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - L'étude de structure
 - La mise en place de garde-corps

Isolation des combles perdus

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage dans les combles du bâtiment D.
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.
- > Amélioration du confort thermique.

Mise en œuvre proposée :

- > Dépose et repose des éventuels équipements présents dans combles.
- > Déroulement dans les combles perdus de panneaux isolants. **L'isolant possède un R= de 7,50 m².K/W.**
- > Création d'un platelage dans les combles perdus pour l'accès aux équipements techniques (cheminement en bois posé sur l'isolation).
- > Mise en place d'un pare-vapeur

Remarque :

- > Une étude de structure devra être réalisée pour connaître la solidité du plancher.
- > Le pare-vapeur doit être positionné côté chaud

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Dévoiement des réseaux électriques
 - Pose d'une isolation en panneaux de laine minérale (y compris pare-vapeur)
 - Création d'un platelage en bois
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - L'étude de structure

Mise en place d'une ventilation simple flux

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Le site est ventilé de manière naturelle dans la majorité des bureaux.
- > Amélioration de la qualité de l'air intérieur.

Mise en œuvre proposée :

- > Dépose des réseaux existants.
- > Mise en place de VMC simple flux.
- > Création d'un réseau aéraulique pour l'air extrait et raccordement aux caissons.
- > Mise en place de pièges à son.
- > Mise en place de bouches d'extraction au niveau du plafond.
- > Mise en place de registres d'équilibrage par pièce pilotée par les équipements de régulation.
- > Mise en place d'une programmation horaire adaptée au fonctionnement du site.
- > Réalisation et mesure de l'équilibrage de l'installation de renouvellement d'air.

Remarque :

- > La dépose et repose du faux-plafond existant facilitera la mise en œuvre des réseaux aérauliques (surcoût non intégré).
- > L'intervention pourra être couplée à l'amélioration du système d'éclairage, qui nécessite également la dépose du faux-plafond.
- > Les débits de renouvellement d'air à respecter sont précisés dans la réglementation sanitaire départementale.
- > Une augmentation des consommations électriques est à prévoir en raison de l'ajout des caissons de ventilation et/ou en raison de l'augmentation du débit de renouvellement d'air.
- > Il sera nécessaire de prévoir un contrat de maintenance pour l'entretien des VMC.
- > Une étude de structure devra valider la faisabilité du placement des équipements.

Mise en place d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Le site est ventilé majoritairement de manière naturelle.
- > Le mode de renouvellement d'air actuel ne permet pas de valoriser les calories de l'air extrait.
- > Amélioration de la qualité de l'air intérieur.

Mise en œuvre proposée :

- > Dépose des réseaux existants.
- > Mise en place de CTA double flux avec échangeur thermique.
- > Le rendement des échangeurs est **attendu supérieur à 80 %**.
- > Création des réseaux aérauliques et raccordement aux CTA. Pour une ventilation double flux, deux réseaux sont nécessaires : un pour le soufflage et un pour l'extraction.
- > Mise en place de pièges à son.
- > Mise en place de bouches d'extraction et de reprise au niveau du plafond.
- > Le débit de renouvellement d'air à respecter sont de **18 m³/h par occupant**.
- > Mise en place de registres d'équilibrage par bureau pilotés par les équipements de régulation.
- > Pose des éléments de pilotage et de contrôle (sondes CO₂, détecteur de présence, horloge, ...) dans les pièces.
- > Mise en place d'une programmation horaire adaptée au fonctionnement du site et modulation des débits en fonction du taux d'occupation des locaux via les éléments de pilotage.
- > Réalisation et mesure de l'équilibrage de l'installation de renouvellement d'air.

Remarque :

- > La dépose et repose du faux-plafond existant facilitera la mise en œuvre des réseaux aérauliques (surcoût non intégré).
- > L'intervention pourra être couplée à l'amélioration du système d'éclairage, qui nécessite également la dépose du faux-plafond.
- > Les débits de renouvellement d'air à respecter sont précisés dans la réglementation sanitaire départementale.
- > Une augmentation des consommations électriques est à prévoir en raison de l'ajout des caissons de ventilation.
- > Il sera nécessaire de prévoir un contrat de maintenance pour l'entretien des VMC, notamment pour le remplacement des filtres et le nettoyage des échangeurs.
- > Une étude de structure devra valider la faisabilité du placement des équipements.

Révision des paramètres de régulation du chauffage et de ventilation

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > La régulation actuelle laisse l'installation de chauffage et de refroidissement des PAC en marche hors des horaires d'occupation du site.
- > La régulation actuelle laisse l'installation ventilation du réfectoire / cuisine en marche hors des horaires d'occupation du site.
- > Amélioration de la régulation de chauffage et diminution des consommations de chauffage.

Mise en œuvre proposée :

- > Réglage des paramètres de régulation. Le programme horaire devra correspondre à la plage d'utilisation du site. (voir nouveau programme dans les spécificités)
- > Réglage des paramètres de régulation.
- > Réglage des consignes de température en régime de confort et en réduit.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Réglage des paramètres de la régulation

Mise en place d'une Gestion Technique Centralisée

Problématique traitée et points de vigilance

- > La mise en place d'une GTC permet de réaliser des économies d'énergie en réalisant des actions régulières de correction des paramètres de régulation.
- > L'installation d'une supervision permet également de réaliser de la télérelève, qui permet de suivre et de faciliter le plan de comptage énergétique envisagé.
- > La mise en place d'une supervision permet à la maîtrise d'ouvrage d'effectuer un suivi des consommations, des paramètres de régulation et des alarmes techniques.

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place d'une GTC dans la chaufferie et sur les équipements de ventilation.
- > Mise en place d'une connexion ADSL dans les locaux techniques.
- > Raccordement des compteurs énergétiques.
- > Établissement de la liste des points d'entrées et de sorties.
- > Mise en place et programmation d'un automate central et de son interface.
- > Mise en place et branchement des capteurs et des actionneurs adéquats (aquastat chaudières, sonde de température extérieure, sondes de départ et retour réseau, registres de motorisation de la ventilation...)
- > Les fonctionnalités de base prévues sont les suivantes :
- > Sur les installations de chauffage : raccordement des pompes (connaissance du fonctionnement, marche ou arrêt et possibilité de mise en route) et des Vannes 3 Voies (régulation du chauffage).
- > Sur les installations de ventilation (extraction simple) : mise en place d'une programmation horaire.
- > Sur les installations de ventilation (centrale de traitement d'air) : raccordement des Vannes 3 Voies (régulation du chauffage), des registres de motorisation des caissons de mélange, des sondes CO2 et programmation horaire du fonctionnement des moteurs (régulation du taux de renouvellement d'air).

Remarques

- > La GTC peut également être complétée par le raccordement sur l'installation d'éclairage, par la mise en place d'une coupure généralisée.
- > Un système de Gestion Technique Centralisée ne sera utile que s'il est utilisé par des personnes ayant suivi les formations adéquates et si le système est régulièrement exploité.
- > Il est nécessaire de veiller à la communication des différents bus. Les systèmes des différents fabricants n'étant en général pas interchangeables, il est primordial de sélectionner autant que possible des solutions dites « ouvertes » permettant la mise en œuvre de protocoles normalisés pour la communication des bus de terrain et de supervision.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La mise en place des équipements de télégestion : automate, interface d'utilisation
 - La pose et le raccordement des capteurs et des actionneurs
 - La programmation du système de gestion

Mise en place de radiateurs à basse température

Problématique traitée et points de vigilance

- > L'émission de chaleur est actuellement effectuée par un réseau de radiateurs à haute température.
- > Un système d'émission à basse température limite la puissance thermique nécessaire pour le chauffage du bâtiment, ce qui génère des économies sur les consommations de chauffage.
- > La chaudière gaz actuelle possède un meilleur rendement en régime basse température.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose des radiateurs existants.
- > Mise en place de radiateurs à eau de type basse température pour l'ensemble des bâtiments.
- > Raccordement des radiateurs aux réseaux de distribution existant.

Remarques

- > Cette intervention est à coupler avec la mise en place de robinets thermostatiques.
- > Un système d'émission à basse température n'est envisageable que dans le cas d'un bâtiment bien isolé.
- > Une reprise des revêtements intérieurs pourra s'avérer nécessaire (surcoût non intégré).

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Dépose des radiateurs existants
 - Mise en place de radiateurs basse température
 - Raccordement aux réseaux existants
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - Reprise des revêtements intérieurs (sols, murs)

Remplacement du désemboueur

Problématique traitée et points de vigilance

- > La chaleur n'est pas répartie uniformément sur le site. Il est probable que des dépôts de boues affectent les émetteurs de chaleur et réduisent la surface d'échange.
- > L'ancien désemboueur n'est plus en fonctionnement.
- > Il est primordial de repartir sur un réseau propre lors de la mise en place de nouveau émetteurs

Mise en œuvre proposée

- > Injection d'un produit (désembouant) dans le réseau
- > Rinçage des émetteurs à l'eau pure.
- > Mise en place d'un désemboueur magnétique.

Remarques

- > Le contrôle du filtre magnétique doit être réalisé tous les ans.

Amélioration de la performance du système d'éclairage

Problématique traitée et points de vigilance

- > L'éclairage du bâtiment est assuré par en partie part des éclairages d'ancienne technologie qui absorbent une grande puissance électrique et est consommatrice.
- > L'éclairage de certains locaux à usage intermittent (circulations et sanitaires) est géré par des interrupteurs manuels, ce qui peut entraîner des surconsommations.
- > Réduction des puissances absorbées et des temps d'allumage, diminution des consommations de l'éclairage.

Mise en œuvre proposée

- > Remplacement des luminaires existants par des pavés LED avec plaque diffusante.
- > Pilotage de l'éclairage par un interrupteur dans pièces occupées de manière continue, avec mise en place d'une gradation en fonction des apports de lumière naturelle.
- > Pilotage de l'éclairage par détection de présence dans les circulations, sanitaires et locaux de stockage.
- > Les détecteurs de présence dans les circulations posséderont une couverture rectangulaire. Il faut faire attention à ne pas mettre ces détecteurs dans les coins mais plutôt au milieu de la circulation
- > Les détecteurs de présence dans les sanitaires auront un rayon de détection de 8 m.

Remarques

- > Un calcul d'éclairement devra être effectué afin de valider l'implantation des luminaires.
- > Le niveau d'éclairement devra prendre en compte les problématiques d'accessibilité.
- > Une attention particulière doit être portée sur le réglage des seuils de détection, des temporisations et sur le placement des détecteurs.
- > Cette intervention pourra être couplée à la mise en œuvre d'un système de ventilation mécanique pour profiter de la dépose du faux-plafond, qui facilitera la mise en œuvre.
- > La mise en place de LED améliore le confort thermique d'été puisque la LED dissipe très peu de chaleur.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Pose de détecteurs de présence dans les sanitaires, circulations et stockages
 - Remplacement des luminaires existants par des technologies LED
 - Mise en place de gradateurs dans les bureaux et

Ajout de pompe à chaleur air/eau en complément des chaudières gaz à condensation

Problématique traitée et points de vigilance

- > Diminution des émissions de gaz à effet de serre
- > Réduction des risques incendie : suppression du gaz naturel pour la majeure partie de l'année.
- > Diminution de la consommation d'énergie finale
- > Cette solution ne peut intervenir qu'après l'isolation complète du bâtiment (parois et fenêtres) afin de minimiser les consommations.

Mise en œuvre proposée

- > Déterminer la puissance chaude nécessaire au bâtiment ainsi que les températures d'eau chaude nécessaire
- > Pose des Pompes à chaleur pour la production de chauffage pour des températures extérieures > 5°C. Les chaudières existantes prendront le relais en dessous de cette température, lorsque les pompes à chaleur sont les moins efficaces.
- > Carottage du mur extérieur pour l'amenée et le rejet d'air
- > Branchement de la PAC sur la distribution hydraulique
- > Equilibrage, tests de bon fonctionnement

Remarques

- > Monitorer l'installation pour suivre la performance : le fonctionnement de la PAC devra être reporté sur une GTC capable de transmettre des alertes.
- > Prendre en compte les dimensions, le poids et le bruit des installations
- > L'entretien de la PAC est indispensable (échangeur externe, filtres internes...), ainsi que le contrôle d'étanchéité obligatoire pour les circuits dont la quantité est supérieure à 2 kg de fluide frigorigène (article R543-75 à R543-123 du code de l'Environnement).
- > L'estimation de prix du scénario 3 ne comprend pas les travaux électriques : amenée de câbles de puissance, réalisation d'une armoire spécifique, travaux de courants faibles.
- > Selon la puissance de la PAC, une augmentation de l'abonnement électrique du site est à envisager.
- > La production de froid pour le rafraîchissement du réfectoire et/ou de la partie cuisine en période chaude n'est pas envisagée dans cette étude

10 Contexte de la mission de l'étude du confort d'été

10.1 Déroulement de la mission

La mission consiste à identifier les causes de l'inconfort estival dans les bureaux, et de proposer des solutions techniques permettant d'améliorer ce confort thermique.

La visite des locaux et la collecte des documents ont suivi la réunion de lancement et la définition de la problématique.

La modélisation du bâtiment et la réalisation des simulations de l'état actuel et des interventions ont été réalisées par Simulation Thermique Dynamique.

10.2 Objectifs de la simulation thermique dynamique

De manière générale les objectifs de la simulation thermique dynamique peuvent être :

- > d'analyser les températures du bâtiment et par zone,
- > d'analyser le confort thermique des occupants,
- > d'analyser le comportement thermique du bâtiment,
- > d'analyser les besoins et consommations énergétiques,
- > d'analyser la sensibilité et l'incertitude de paramètres d'influence,
- > d'identifier les opportunités d'améliorations techniques.

10.3 Outil de simulation

La simulation thermique dynamique est réalisée avec le logiciel Pleiades-Comfie, version 5.21.6.2. Le moteur de calcul est développé par le centre d'efficacité énergétique des systèmes de Mines ParisTech, et a été validé expérimentalement (plateforme INCAS, cellule PASSYS).



10.4 Hypothèses de calcul

Le calcul a été fait sur une année entière avec un pas de temps de simulation de 30 minutes.

Le modèle numérique réalisé pour cette mission considère les phénomènes thermiques et aérauliques.

11 Description du site

11.1 Données météorologiques

Les données climatiques exercent une influence déterminante sur les transferts thermiques et par conséquent sur le bilan énergétique du projet concerné. Les variables prises en compte dans notre méthode de calcul sont :

- > Températures horaires
- > Hauteur du soleil
- > Azimut du soleil
- > Rayonnement horaire global horizontal
- > Rayonnement horaire diffus
- > Humidité relative
- > Vitesse du vent
- > Direction du vent

La station météo prise en compte pour la présente étude est celle du site.

Le fichier météo est issu du Pack Météonorm et est de type « 2040 ». Les fichiers météo qui sont intégrés aux logiciels sont difficilement modifiables.

Les études étant standardisées et répondant à notre certification nationale (OPQIBI), ce genre de modification pourrait rendre celle-ci caduque réglementairement parlant.

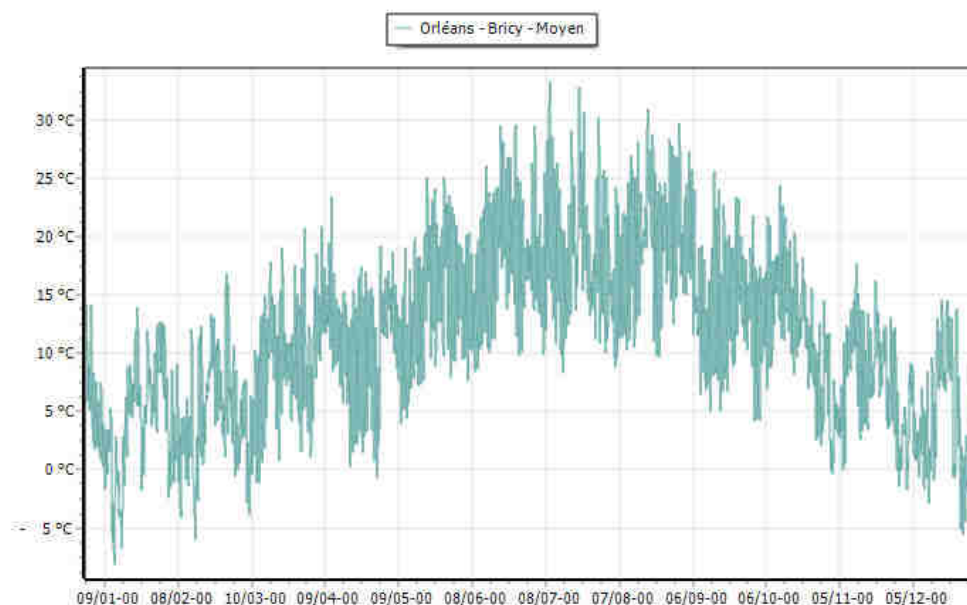


Figure 2 : Courbe annuelle de température extérieure

12 Modélisation du bâtiment et usage

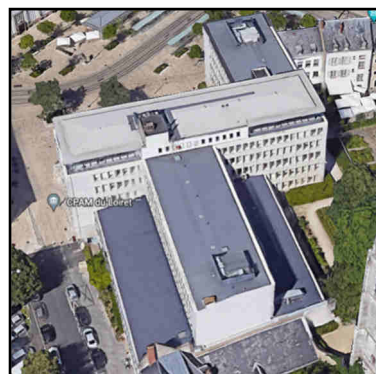
Les données décrites ci-après sont issues de la visite et échanges effectués sur site le 02/03/2022 ainsi que des documents fournis par le maître d'ouvrage (Plans, DOE, Audit énergétiques des menuiseries).

12.1 Représentation 3D

L'outil de simulation numérique Pleiades permet une représentation graphique du bâtiment d'étude. Celle-ci n'a pas de vocation architecturale ou esthétique.



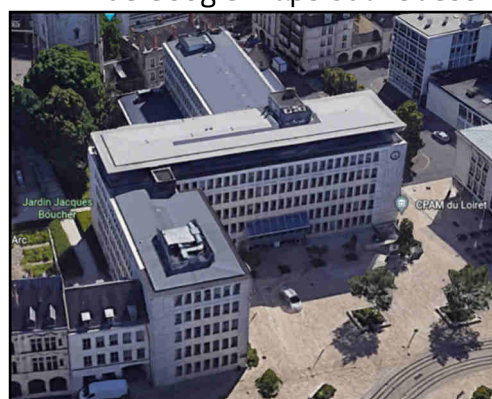
Vue Pléiades Sud-Ouest



Vue Google Maps Sud-Ouest



Vue Pléiades Nord-Est



Vue Google Maps Nord-Est

Figure 3 : Visualisation du modèle 3D et adéquations avec les vues satellites selon 2 orientations

12.2 Zonage thermique

Dans le cadre de cette STD Confort, l'ensemble du bâtiment est modélisé, néanmoins seulement quelques pièces - à occupation continue - représentatives ou les plus défavorables en termes de confort estival sont étudiées en détails. Les pièces dites « non étudiées » sont regroupées dans des zones thermiques homogènes classés par usages et orientations.

Pièces étudiées spécifiquement	Equivalence pour les pièces non étudiées
B1 - Prado	/
A3 - Comptabilité	Ensemble des bureaux orientés Est
B3 – Resp. Indus	Ensemble des bureaux orientés Sud recevant un apport solaire dans la seconde partie de journée en majorité.
B4 – Bureau M. PRELLIER	Ensemble des bureaux orientés Sud recevant un apport solaire dans la première partie de journée en majorité.

Les figures ci-dessous localisent les zones étudiées :



Vue 3D zonée – Bureau Prado



Vue 3D zonée – Bureau Resp. Indus et Open space comptabilité



Vue 3D zonée – Bureau M.Prellier

Figure 4 : Vues 3D du R+1, R+3 et R+4

12.3 Chauffage

L'étude de STD porte sur le confort hygrothermique d'été des usagers. Le système de chauffage est alors hors périmètre d'analyse.

12.4 Climatisation

Les bureaux du RDC haut, les salles de réunions et les salles serveur informatique sont équipées d'un système actif de climatisation. Il s'agit d'un système monosplit permettant d'éviter l'échauffement des serveurs. La présente étude ayant pour objectif de limiter l'usage à des solutions actives de climatisation, nous ne considérons pas ces climatiseurs dans la modélisation.

12.5 Renouvellement d'air mécanique

Le renouvellement d'air est variable selon les locaux. Le tableau suivant récapitule les différents systèmes de ventilation du bâtiment.

Zones	Système	Débit nominal	Planning
Réfectoire / cuisine	Extraction simple flux	600 m ³ /h repris	Horloge De 11h à 16h
Salles de réunions RDC bas	Ventilation double flux par deux systèmes séparés. Soufflage sur batterie chaude et extracteur simple flux	800 m ³ /h repris 700 m ³ /h soufflé	Horloge De 6h à 19h
Locaux du RDC haut	CTA double flux avec échangeur de chaleur	8435 m ³ /h repris 8250 m ³ /h soufflé	Horloge De 6h à 19h
Sanitaires	Extraction simple flux	30 + 15*N m ³ /h (N = nbre de WC)	Permanent
Reste du bâtiment	Ventilation naturelle	Infiltration d'air par défaut d'étanchéité de l'enveloppe	

12.6 Etanchéité à l'air

La perméabilité à l'air d'une construction caractérise la quantité d'air qui entre ou sort de manière parasite par les défauts d'étanchéité de son enveloppe. Elle se quantifie par la valeur du débit de fuite traversant l'enveloppe sous un écart de pression donné, en m³/(h.m²) sous 4 Pa.

En l'absence de mesures précises, l'étanchéité à l'air pour l'état existant a été prise par défaut à 1,7 m³/(h.m²) sous 4 Pa.

12.7 Occupation

Les apports liés aux occupants sont estimés à 80 W/occ (chaleur sensible uniquement).

L'occupation de chaque zone nous a été communiqué dans le détail lors de la visite du site. Les quatre bureaux ici étudiés sont occupés :

- B1 - Prado : 2 personnes (bureaux)
- B3 Resp. Indus : 1 personne (bureaux)
- A3 - Comptabilité : 8 personnes (open space)
- B4 - M. PRELLIER : 1 personne (bureaux)

Zones	Planning hebdomadaire	Planning annuel																																																																																																																																																																																																														
B1 - Prado	<table><tr><th>S</th><th>Nom</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th></tr><tr><td>☐</td><td>Lundi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Mardi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Mercredi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Jeudi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Vendredi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Samedi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☒</td><td>Dimanche</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr></table>	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	☐	Lundi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Mardi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Mercredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Samedi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☒	Dimanche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Pas de fermeture annuelle, réduction de 60% du personnel pendant les vacances.
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																																																																																																																																																																																							
☐	Lundi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Mardi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Mercredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Samedi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																								
☒	Dimanche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																								
B3 - Resp. Indus	<table><tr><th>S</th><th>Nom</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th></tr><tr><td>☐</td><td>Lundi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Mardi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Mercredi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Jeudi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Vendredi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Samedi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☒</td><td>Dimanche</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr></table>	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	☐	Lundi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Mardi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Mercredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Samedi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☒	Dimanche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Pas de fermeture annuelle, réduction de 60% du personnel pendant les vacances.
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																																																																																																																																																																																							
☐	Lundi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Mardi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Mercredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Samedi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																								
☒	Dimanche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																								
A3 - Comptabilité	<table><tr><th>S</th><th>Nom</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th></tr><tr><td>☐</td><td>Lundi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Mardi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Mercredi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Jeudi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Vendredi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Samedi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☒</td><td>Dimanche</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr></table>	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	☐	Lundi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Mardi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Mercredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Samedi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☒	Dimanche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Pas de fermeture annuelle, réduction de 60% du personnel pendant les vacances.
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																																																																																																																																																																																							
☐	Lundi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Mardi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Mercredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Samedi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																								
☒	Dimanche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																								
B4 - M. PRELLIER	<table><tr><th>S</th><th>Nom</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th></tr><tr><td>☐</td><td>Lundi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Mardi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Mercredi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Jeudi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Vendredi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.07</td><td>0.04</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☐</td><td>Samedi</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>☒</td><td>Dimanche</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr></table>	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	☐	Lundi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Mardi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Mercredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☐	Samedi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	☒	Dimanche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Pas de fermeture annuelle, réduction de 60% du personnel pendant les vacances.
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																																																																																																																																																																																							
☐	Lundi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Mardi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Mercredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																							
☐	Samedi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																								
☒	Dimanche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																								

*0.07 Occ/m²

12.8 Eclairage artificiel

Les systèmes d'éclairage présents sur site ne sont pas performants et participent ainsi à l'augmentation de température dans les pièces éclairées.

Zones	Eclairage	Planning
B1 - Prado	4.5 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon
B3 - Resp. Indus	9.8 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon
A3 - Comptabilité	9.8 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon
B4 - M. PRELLIER	4.5 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon

12.9 Equipements « spécifiques »

Les équipements dits « spécifiques » sont les appareils ne fonctionnant qu'à l'électricité. Ils comprennent les ordinateurs, écrans, frigidaires, micro-ondes et divers matériels branchés sur les prises de courant.

Zones	Equipements spécifiques	Planning
B1 - Prado	Poste de travail : Ordinateur fixe + 2 ^{ème} écran	10.8 W/m ² en occupation 5.4 W/m ² en veille
B3 - Resp. Indus	Poste de travail : Ordinateur fixe + 2 ^{ème} écran	10.8 W/m ² en occupation 5.4 W/m ² en veille
A3 - Comptabilité	Poste de travail : Ordinateur fixe + 2 ^{ème} écran	10.8 W/m ² en occupation 5.4 W/m ² en veille
B4 - M. PRELLIER	Poste de travail : Ordinateur fixe + 2 ^{ème} écran	10.8 W/m ² en occupation 5.4 W/m ² en veille

12.10 Parois vitrées et occultations

Type	Composition	Performance
Ensemble du bâtiment	Menuiseries double vitrage 4/6/4 avec châssis aluminium	$U_w = 4,0$
		$S_w = 0,45$
		$TL_w = 0,60$
		Ratio d'ouverture = 80 %

Les bureaux du site sont équipés de stores à lames ou de rideaux intérieurs. Cependant, ceux-ci sont moins performants que des protections extérieures puisqu'ils n'empêchent pas le rayonnement solaire de pénétrer à l'intérieur des locaux.

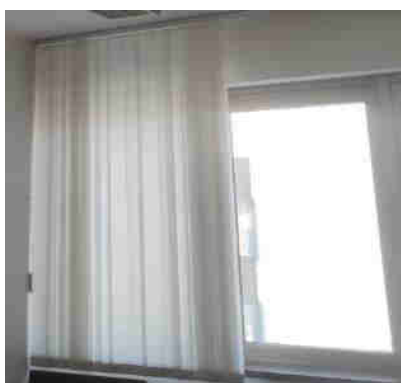


Figure 5 : Photos des dispositifs d'occultation présents sur site

Les menuiseries sont considérées ouvrantes selon l'algorithme d'ouverture issu des règles Th-BCE (ouverture en occupation uniquement, dès que la température dépasse 25°C (intérieur). Leurs taux d'ouverture maximums sont présentés ci-dessus.

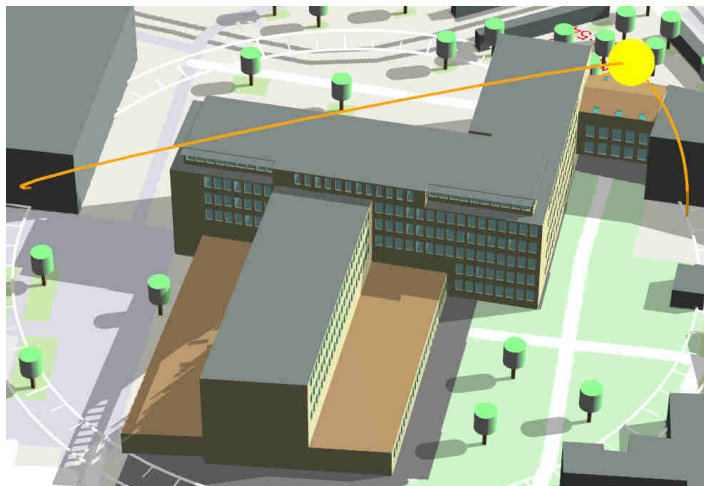
12.11 Aération

Les menuiseries des bureaux sont équipées d'ouvrants à la française. Lors de la visite, il nous a été communiqué que les occupants ouvraient en début et fin de la journée les fenêtres.

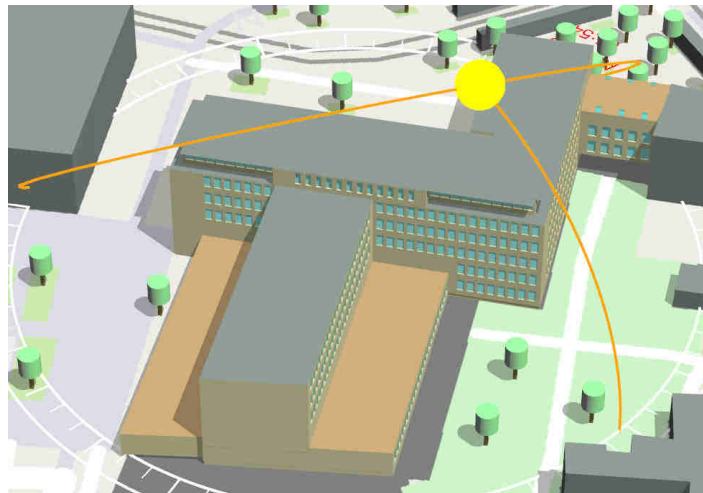
13 Simulations et Résultats

13.1 Analyse des ombres portées

Les représentations 3D permettent d'apprécier l'évolution des ombres portées le 21 juin.



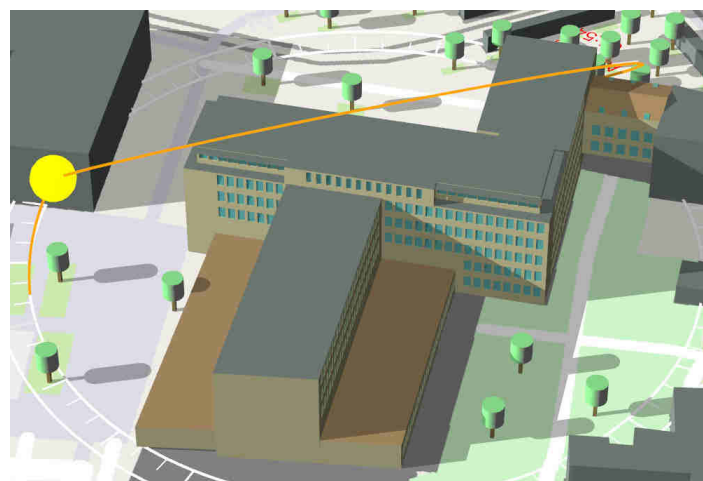
Représentation à 9h



Représentation à 12h



Représentation à 15h



Représentation à 18h

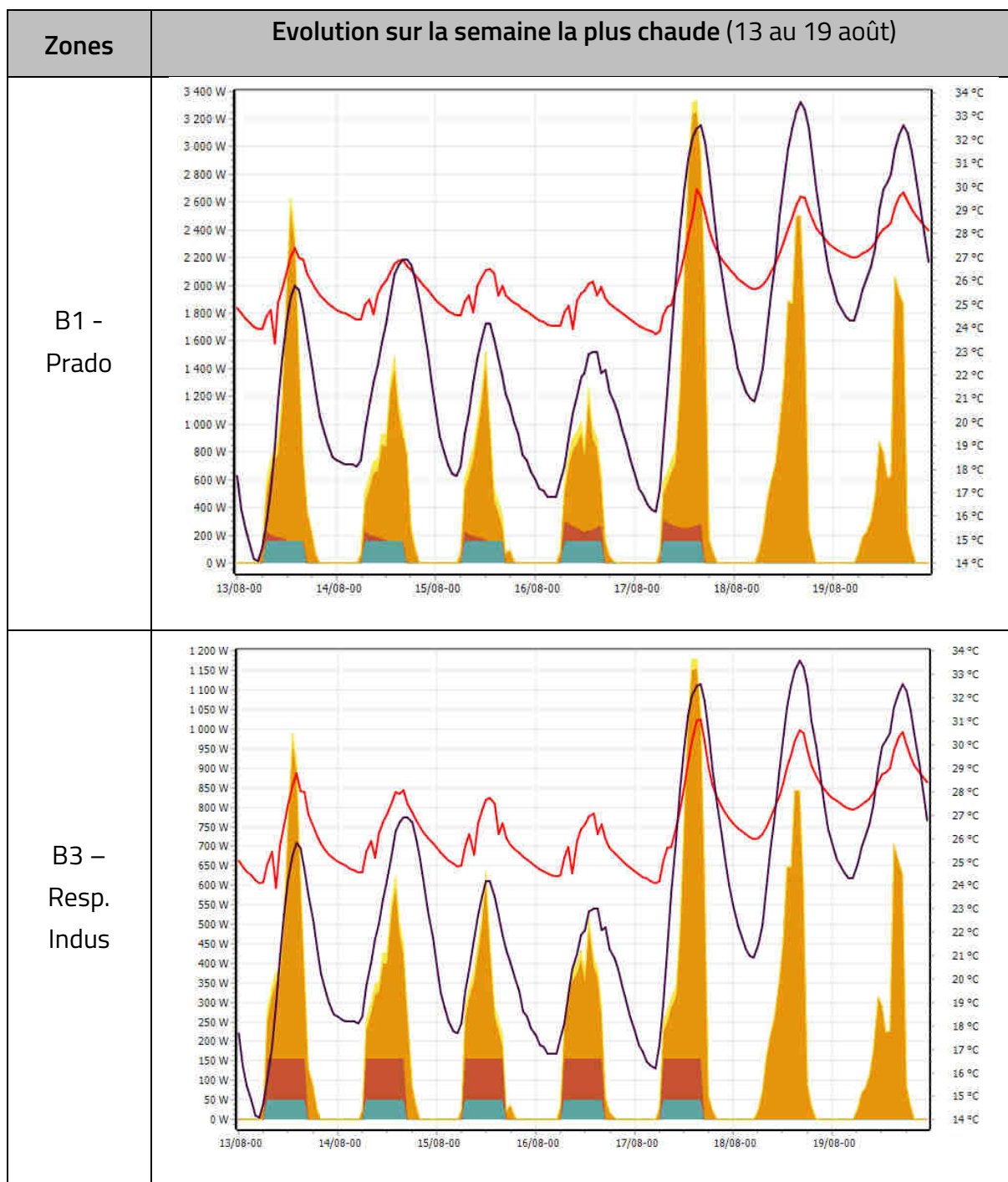
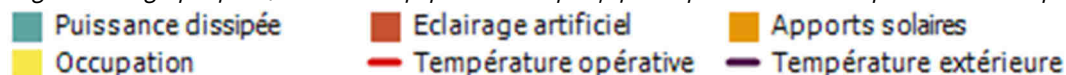
Commentaires :

- > Le site n'est pas impacté par les ombrages des bâtiments avoisinants.
- > Les arbres avoisinants n'ont aucun impact sur le bâtiment en période estival.
- > Débords hauts au niveau du R+5 qui créent de l'ombre sur ce même étage.

13.2 Bilan estival des apports thermiques

Les apports thermiques d'un bâtiment peuvent être classés en 4 catégories : Solaires, Eclairage artificiel, Puissances dissipées et Occupation. Les graphiques ci-dessous présentent la répartition des apports de chaleur, par catégorie et par zones concernées par les surchauffes, sur la période estivale du 1^{er} avril au 1^{er} octobre.

Légende des graphiques (voir 3.10 : Equipements « spécifiques » pour le détail des puissances dissipées):



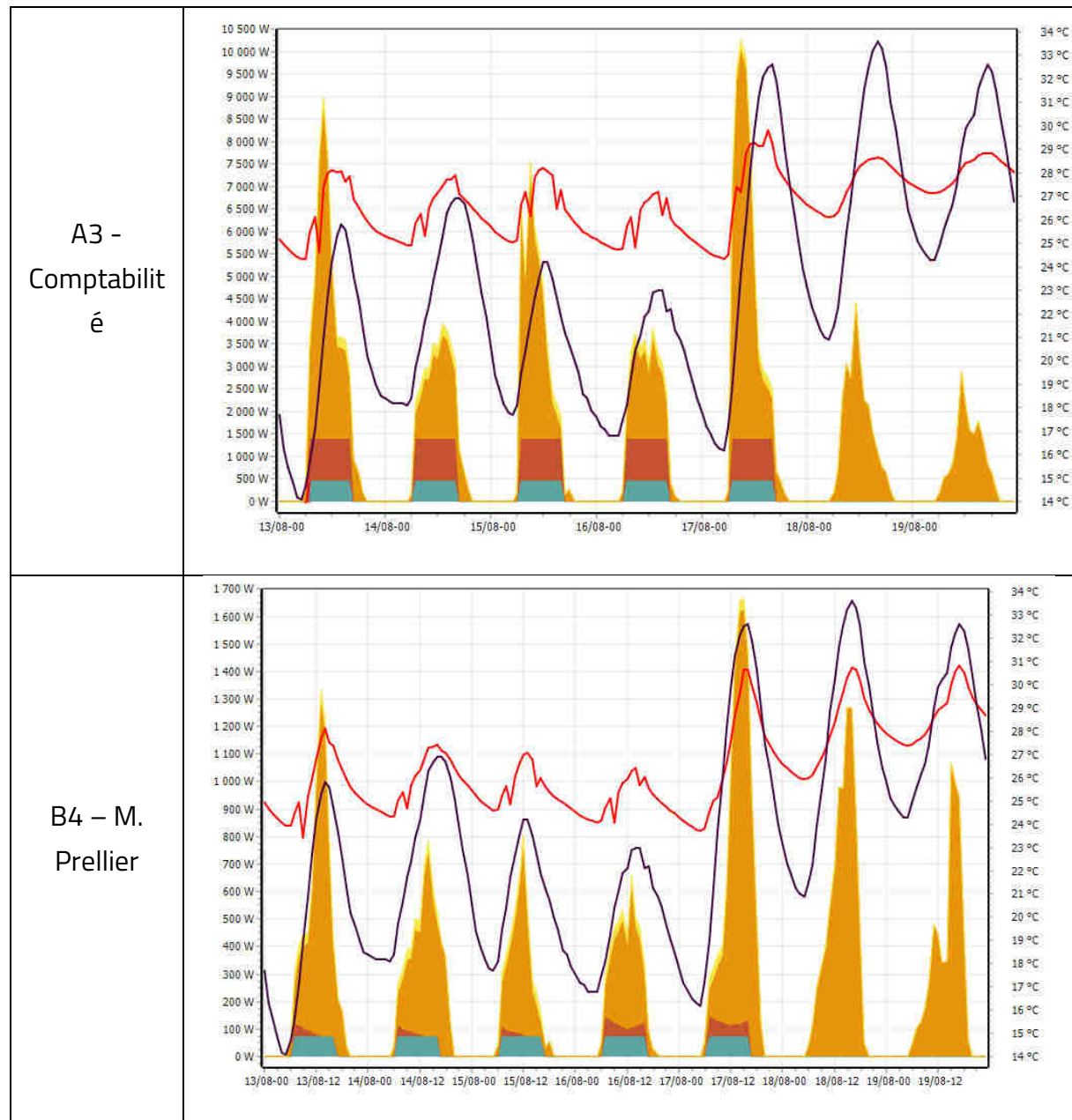


Figure 6 : Bilans des différents apports et apports hebdomadaires

Commentaires :

- > Dans l'ensemble des locaux, la majorité des apports internes sont issus du rayonnement solaire : 77% pour le bureau Prado au R+1, 78% pour le bureau resp. indus du R+3, 68% pour l'open-space comptabilité et 80% pour le bureau de M.PRELLIER au R+4. Les bureaux ayant une orientation Sud-Est subissent plus d'échauffement de la part des apports solaires car leur surface vitrée est plus importante que l'open space comptabilité au Sud-Est.
- > La puissance dissipée par la bureautique représente en moyenne plus de 12% des apports internes des bureaux.
- > L'éclairage artificiel est également une source d'apports internes dans les bureaux, et ce tout particulièrement dans les bureaux comportant un système d'éclairage fluocompacte avec près de 15% des apports internes.

13.3 Analyse du confort estival

L'analyse du confort estival se réalise selon deux indicateurs :

- > La température maximale atteinte sur la simulation annuelle ;
- > Les heures d'inconfort où la température intérieure opérative dépasse les 28 °C en période d'occupation.

Le tableau ci-dessous présente les températures maximales et les heures d'inconfort par zone thermique étudiée :

Zones	Température maximale	Nombre d'heure d'inconfort
B1 - Prado	31.31 °C	80 heures
B3 – Resp. Indus	32.84 °C	226 heures
A3 - Comptabilité	31.12 °C	281 heures
B4 – M. Prellier	32.23 °C	153 heures

14 Interventions et Scénario

14.1 Choix des interventions

Conformément au ressenti des occupants, l'analyse de l'état initial a révélé un fort inconfort hygrothermique dans certaines zones.

Afin de pallier cette problématique, nous proposons d'étudier plusieurs interventions :

- > Intervention 1¹ : Mise en place de film solaire sur les vitrages
- > Intervention 2 : Mise en place de stores extérieurs
- > Intervention 3 : Mise en place de brises soleil orientables
- > Intervention 4 : ITE avec isolant à forte inertie (ex : ouate de cellulose) sur la façade sud est + Remplacement des menuiseries.
- > Intervention 5 : Mise en place d'une ventilation double flux avec sur-ventilation nocturne
- > Scénario ² : Ensemble des interventions 3 à 5.

14.1 : Mise en place de film solaire sur les vitrages

Au vu des résultats exposés plus haut, l'insolation des façades Est, Sud et Ouest est très importante, et ce principalement au niveau des étages de bureaux. La mise en place d'un film solaire permettrait de réduire ces apports et donc d'augmenter le confort des usagers.

Mise en place de films solaires	Estimation du coût	
	30 €HT/m ² _{MExr} soit environ 16 000 €HT	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		NON
<u>Avantages :</u>		<u>Inconvénients :</u>
> Diminution des apports solaires > Faible investissement > Transparence possible et donc non-modification de l'esthétique du bâtiment, > Mise en œuvre facilement réalisable en site occupé.		> Diminution des apports solaires et lumineux en période froide qui entraîne une augmentation des consommations de chauffage et d'éclairage, > Durée de vie limitée (environ 5 ans)
<u>Mise en œuvre :</u> > Mise en place d'une nacelle permettant l'installation des films, > Nettoyage et séchage du vitrage avant la pose > Pose de films solaires côté extérieur des menuiseries des salles orientées Est, Sud et Ouest > Eviter la pose en cas de vent ou de pluie.		
<u>Performances :</u>		

¹ Une intervention correspond à une simulation où une unique modification de l'état initial est faite

² Un scénario correspond à une simulation mettant en œuvre plus d'une modification de l'état initial

- > Transmission thermique (U_w) non modifiée.
- > Le facteur solaire (Sw) et la transmission lumineuse (TLw) sont dépendants l'un de l'autre.
- > La performance est dépendante de la teinte et de l'aspect désiré. Le tableau ci-dessous présente des exemples de performances quelques types de films solaires :

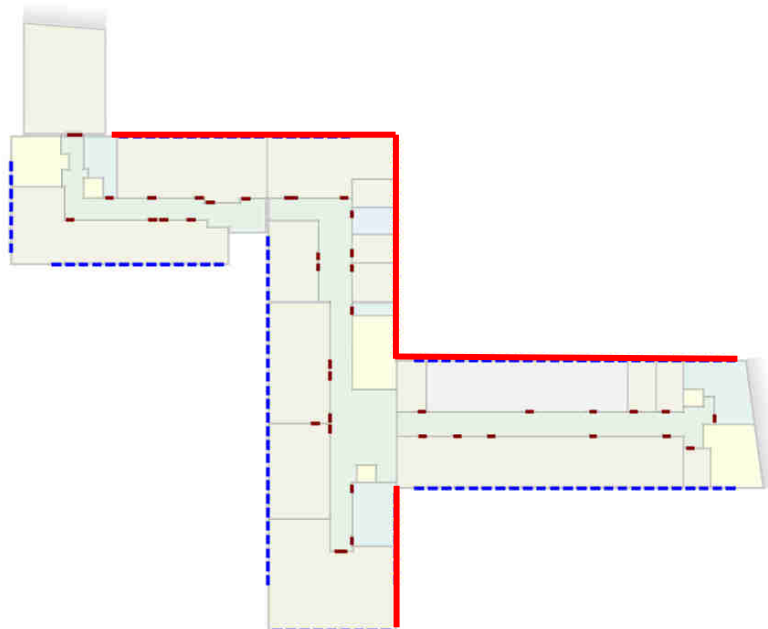
Teinte / Aspect	Réduction du facteur solaire	Réduction de l'éblouissement (non modélisable)	Réduction de la transmission lumineuse (TLw)
Argent très foncé	87 %	96 %	95 %
Argent clair	64 %	64 %	56 %
Transparent	45 %	30 %	30 %
Bleu	68 %	86 %	88 %

Dans le cadre de l'intervention proposée, un film argent clair est mis en œuvre sur les vitres orientées Sud, Est ou Ouest de la mezzanine ainsi que dans les deux étages de bureaux.

Les nouvelles performances de menuiseries sont données ci-dessous :

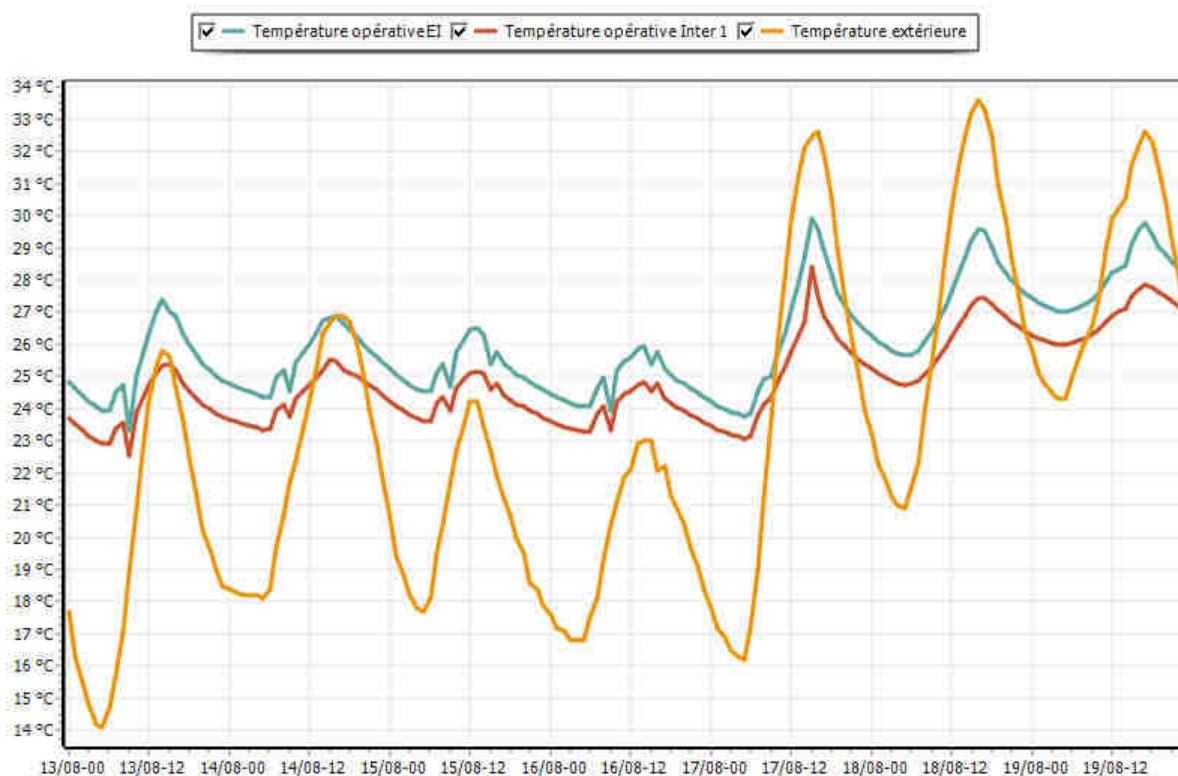
- Facteur solaire $Sw = 0,16$
- Transmission lumineuse $TL = 0,26$

Les menuiseries suivantes disposent de film solaire, du RDC haut au R+4. Le R+5 disposants de débords.

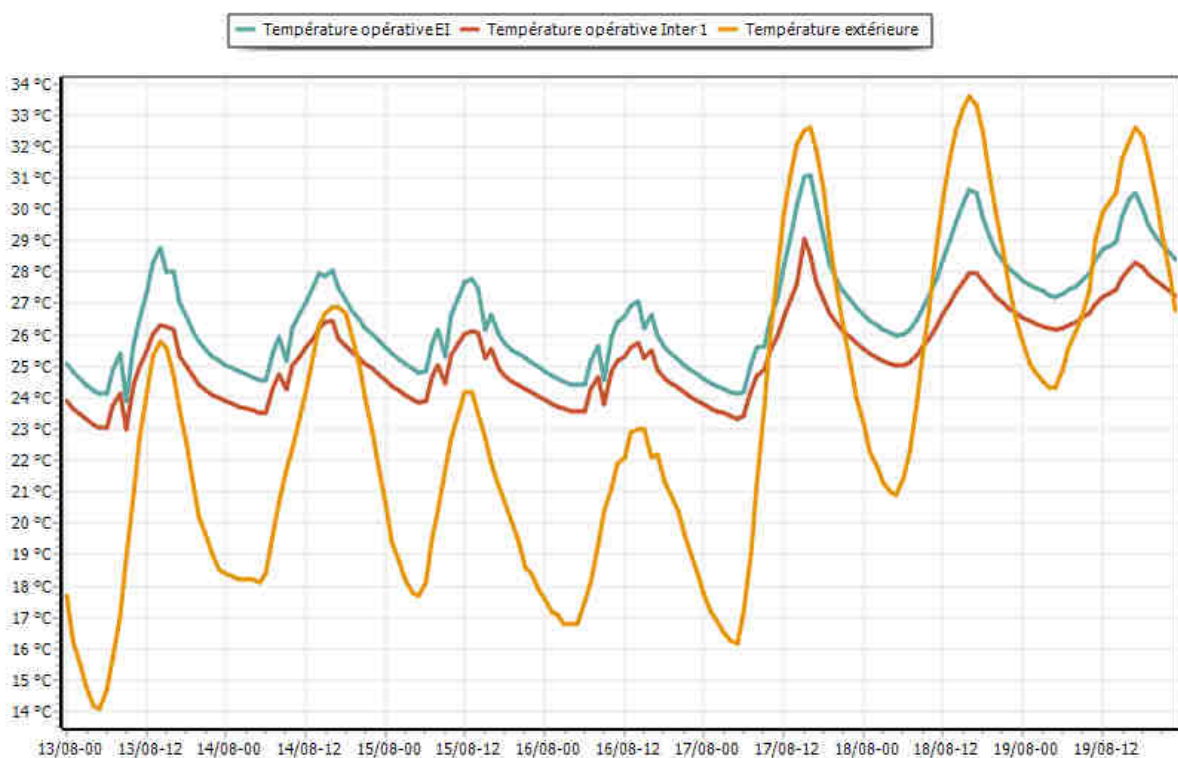


540 m² de menuiserie disposant de film solaire.

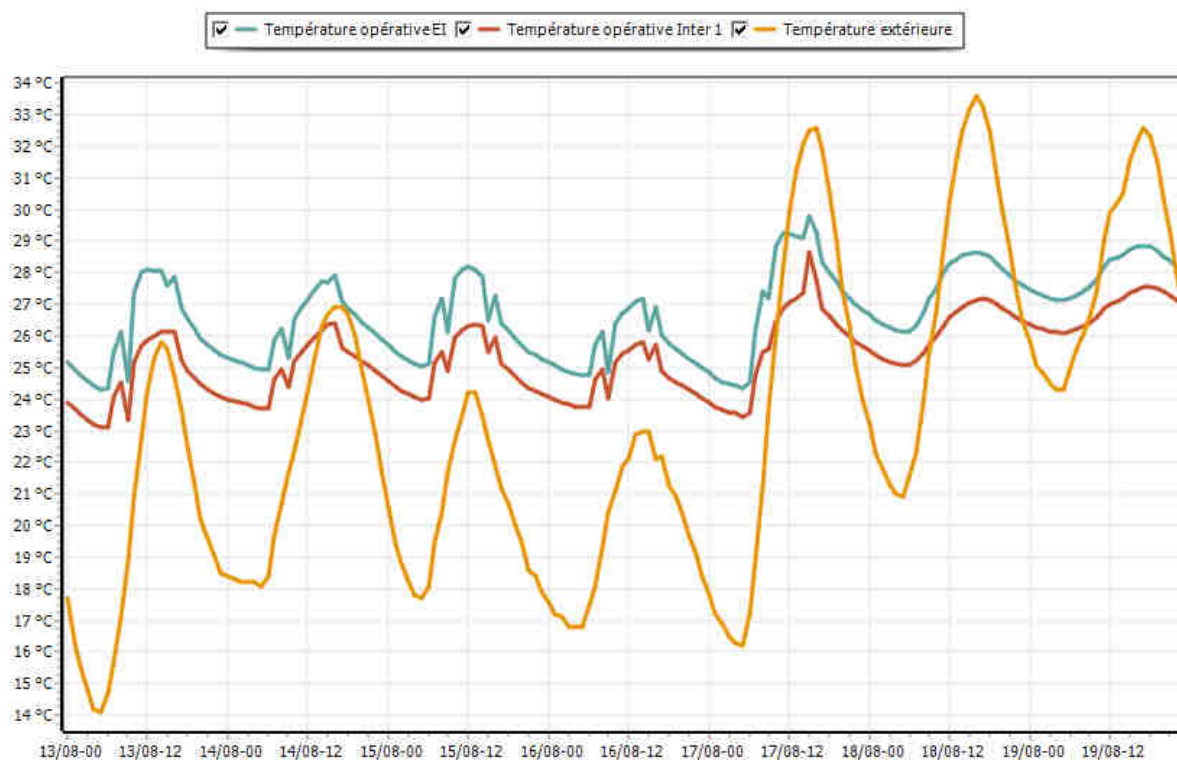
> Evolution des températures intérieures :



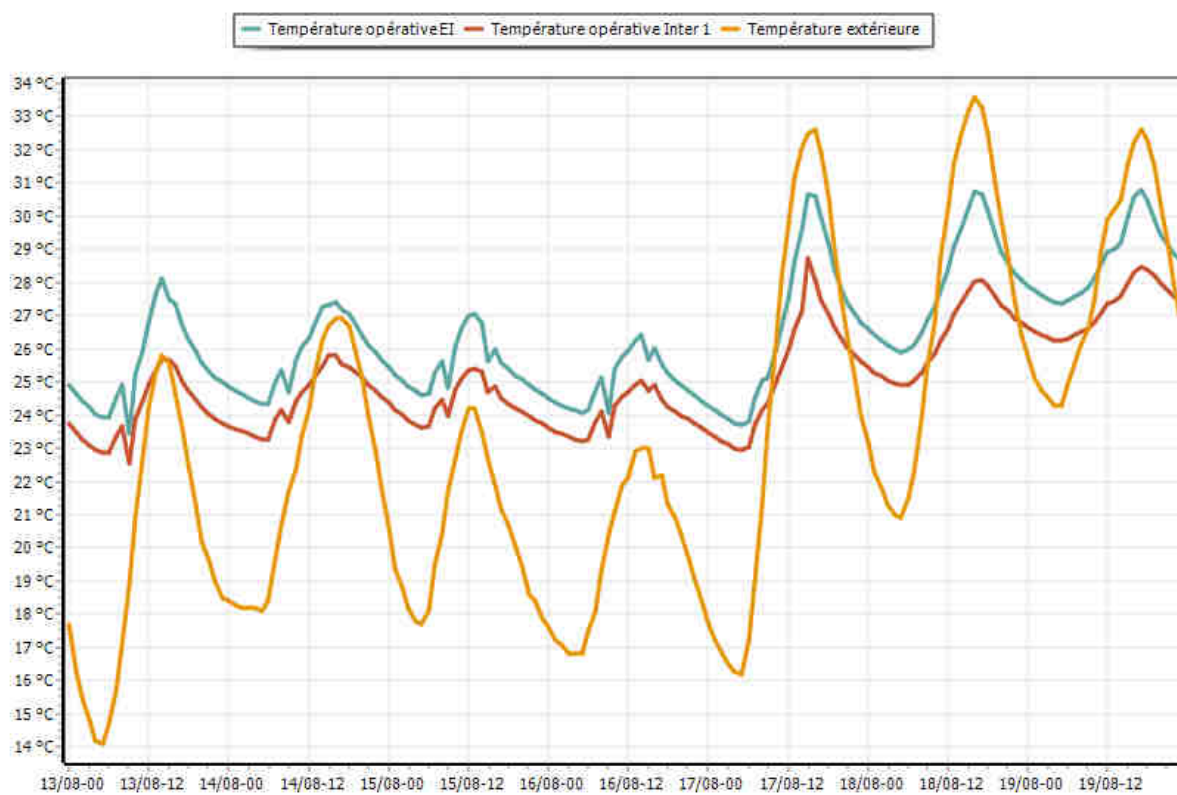
Températures maximales de B1 - Prado



Températures maximales de B3 – Resp. Indus



Températures maximales de A3 - Comptabilité

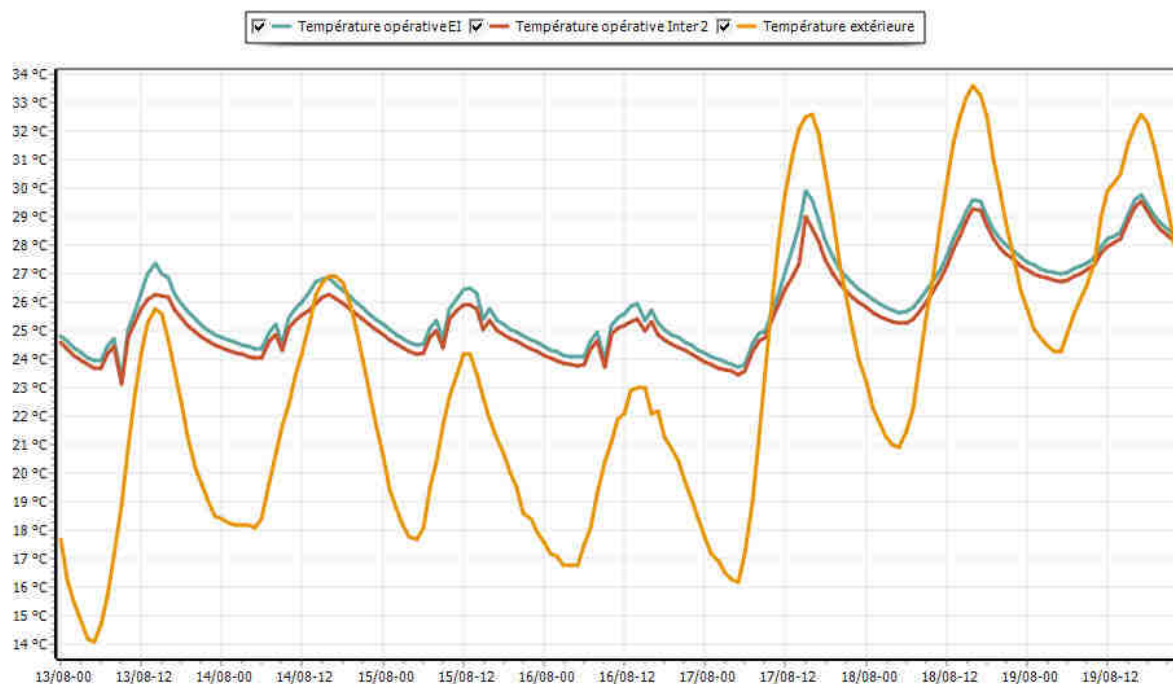


Températures maximales de B4 – M. Prellier

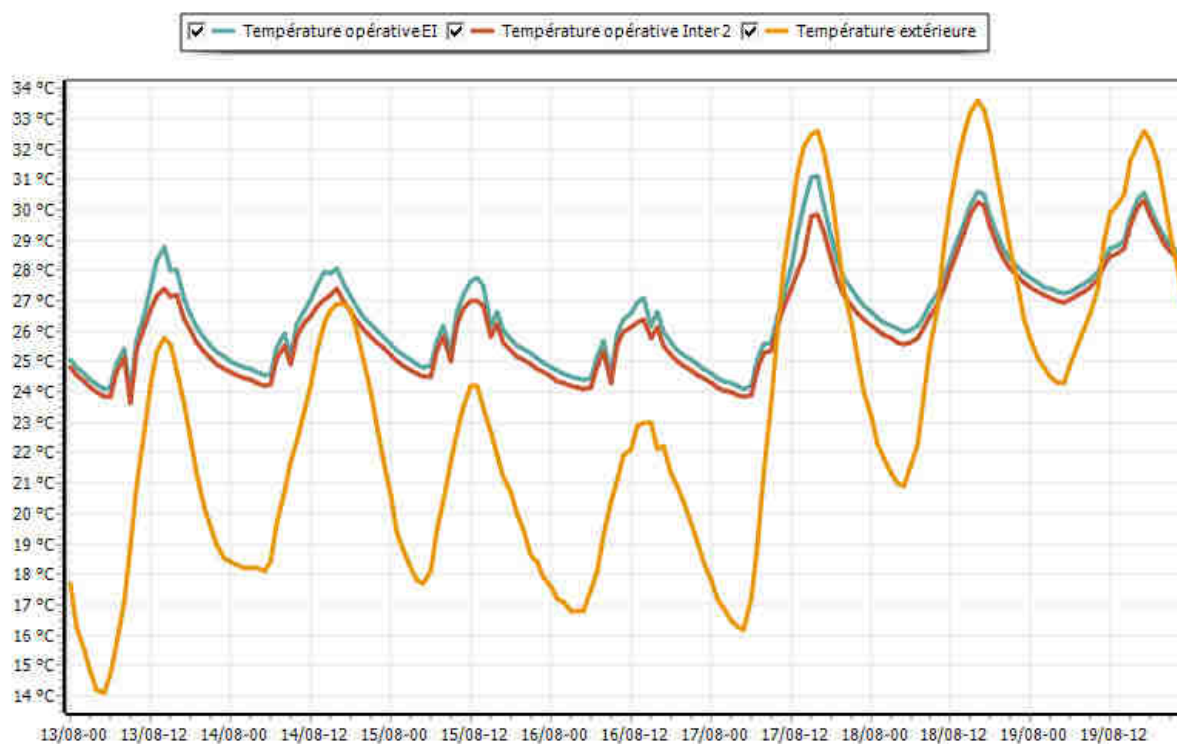
14.2 Intervention 2 : Mise en place de stores extérieurs

Mise en place de stores extérieurs	Estimation du coût	
	125 €HT/m ² , soit environ 67 500 €HT	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		NON
<u>Avantages :</u>		<u>Inconvénients :</u>
> Forte réduction des apports solaires > Peu d'entretien nécessaire > Efficace sur les orientations Est et Ouest > Dispositifs permettant l'adaptation des occupants		> Modification de l'image architecturale du bâtiment > Augmentation des consommations d'éclairage et de chauffage en hivers > Investissement élevé
<u>Performance :</u> > Les stores sont installés sur les menuiseries des bureaux orientés Est, Sud et Ouest > Les stores auront les caractéristiques suivantes : ○ Facteur solaire Sw avec protection = 0.023 ○ Transmission lumineuse TI avec protection = 0		

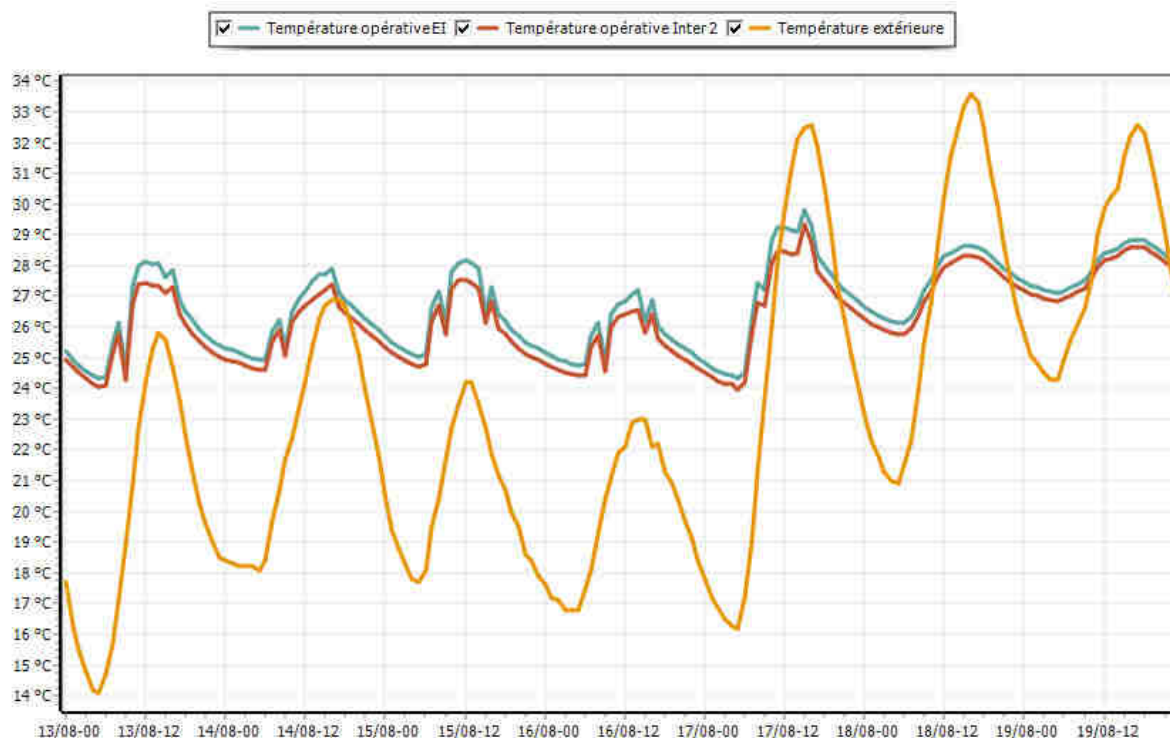
> Evolution des températures intérieures :



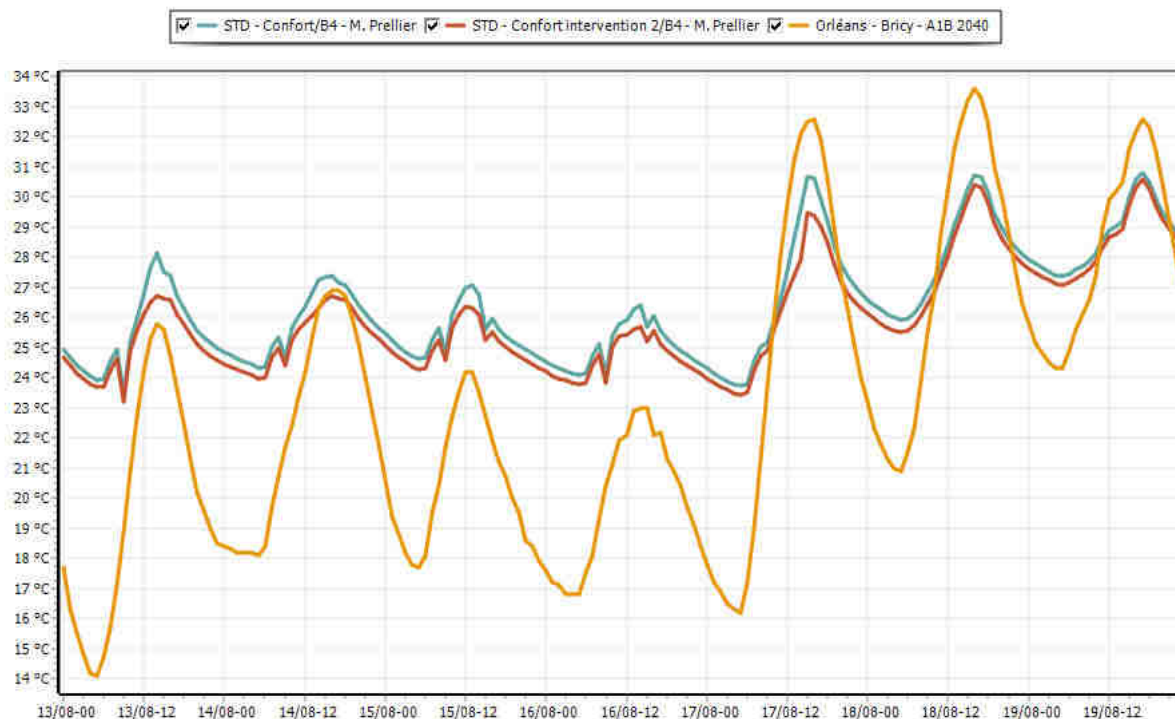
Températures maximales de B1 - Prado



Températures maximales de B3 – Resp. Indus



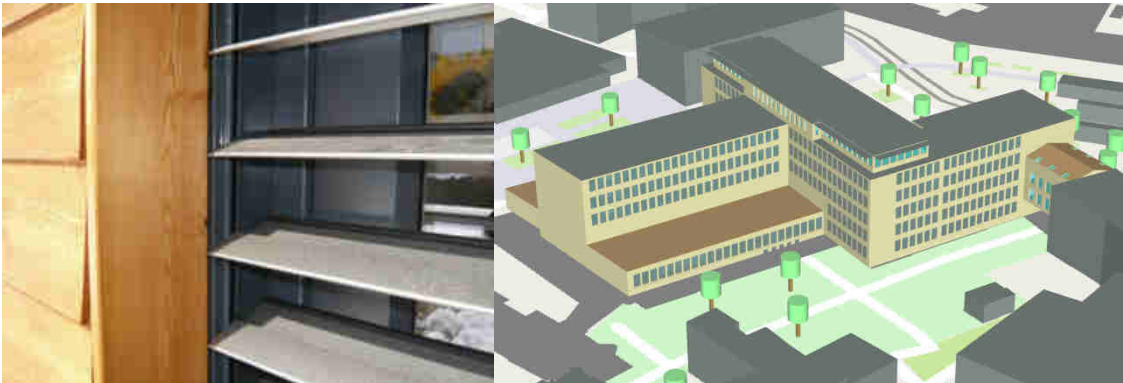
Températures maximales de A3 - Comptabilité



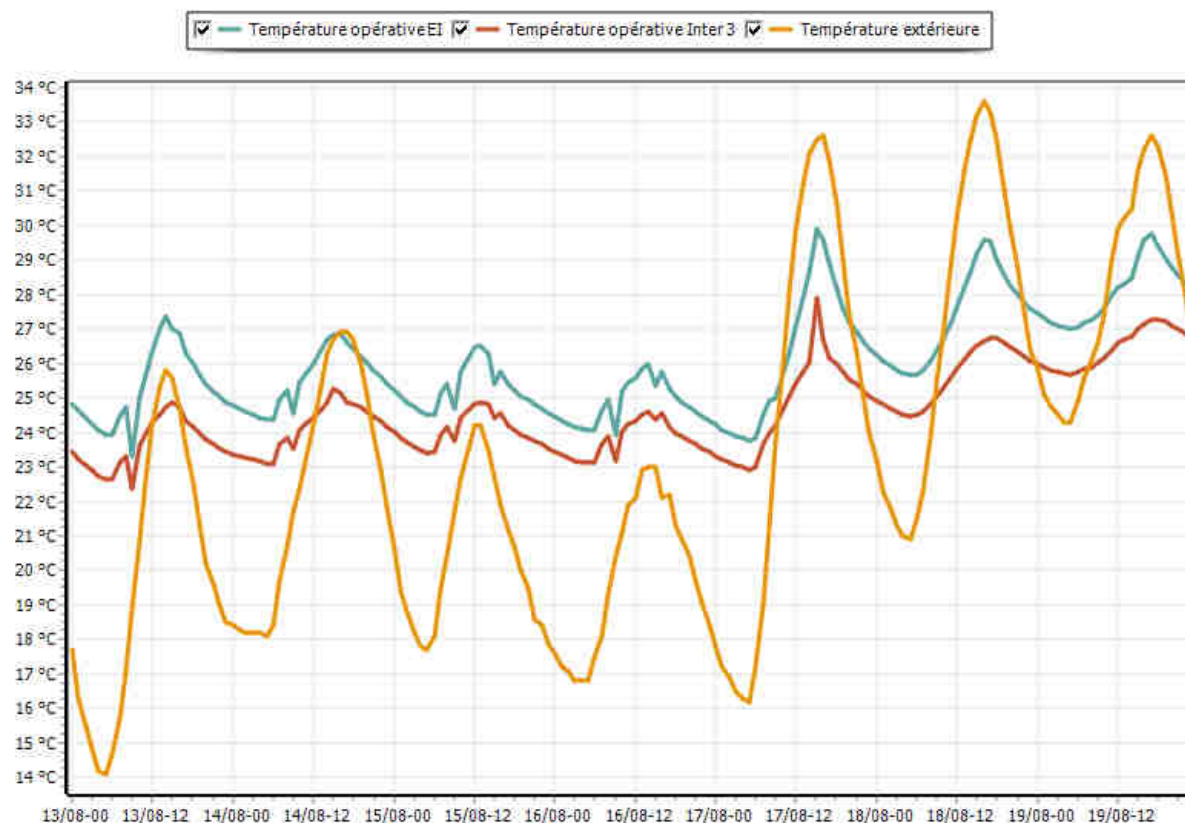
Températures maximales de B4 – M. Prellier

14.3 Intervention 3 : Mise en place de brises soleil orientables

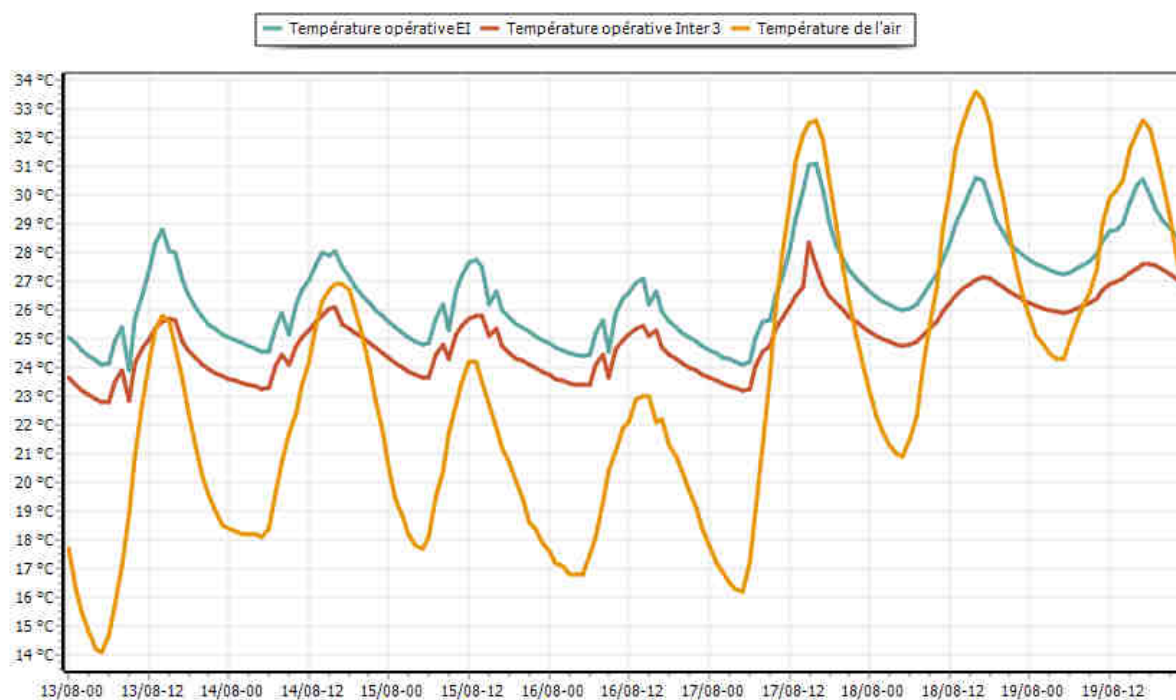
Les apports de chaleur par rayonnement solaire sont actuellement de plus de 70% dans certains des bureaux. La mise en place d'un brise soleil permet de réduire grandement les apports solaires.

Mise en place de brise-soleil orientables	Estimation du coût	
	210 €HT/m ² , soit environ 113 400 €HT	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		NON
<u>Avantages :</u>		<u>Inconvénients :</u>
> Forte réduction des apports solaires > Peu d'entretien nécessaire > Efficace sur les orientations Est et Ouest > Dispositifs orientables permettant l'adaptation des occupants		> Modification de l'image architecturale du bâtiment > Augmentation des consommations d'éclairage et de chauffage en hivers > Investissement élevé
<u>Performance :</u> > L'orientation des brise-soleils est horizontale > Les brise soleil fixes sont installés sur les menuiseries des bureaux orientés Est, Sud et Ouest > Les brises soleil auront les caractéristiques suivantes : ○ Profondeur de lame : 0,2 m ○ Espacement entre les lames : 0,2 m ○ Distance au vitrage : 0,05 m ○ Inclinaison des lames : variable		
		

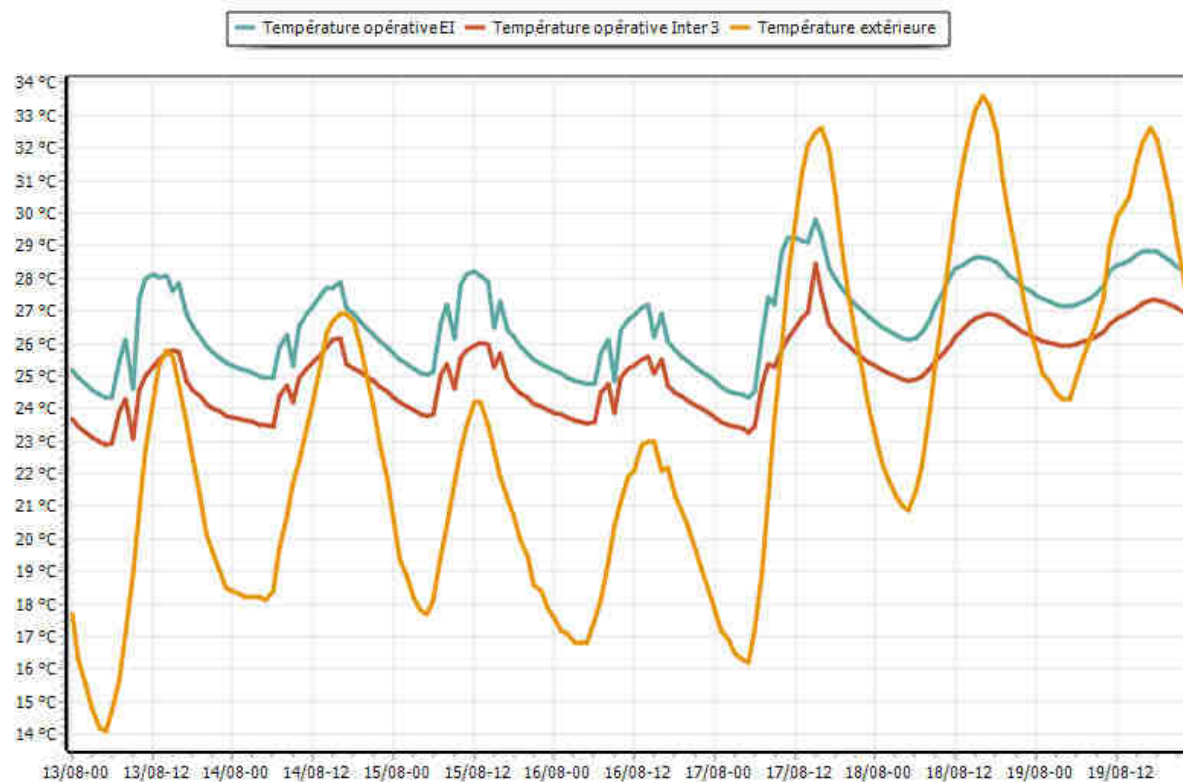
> Evolution des températures intérieures :



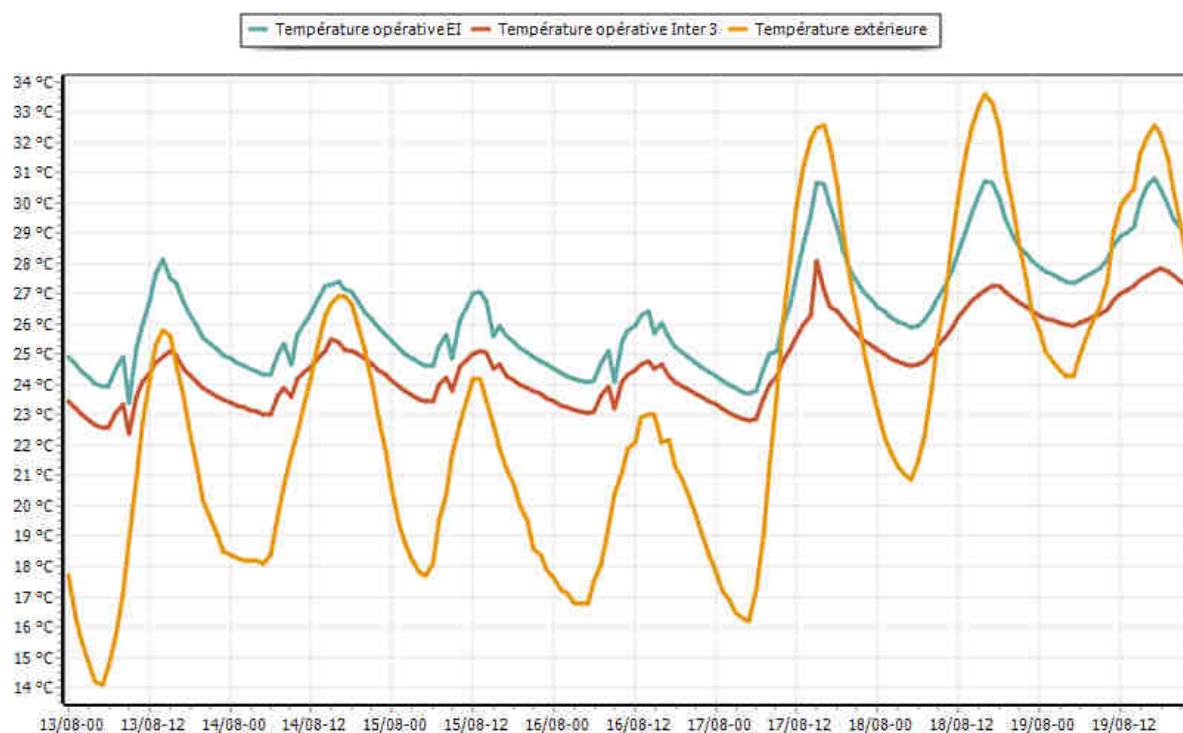
Températures maximales de B1 - Prado



Températures maximales de B3 – Resp. Indus



Températures maximales de A3 - Comptabilité

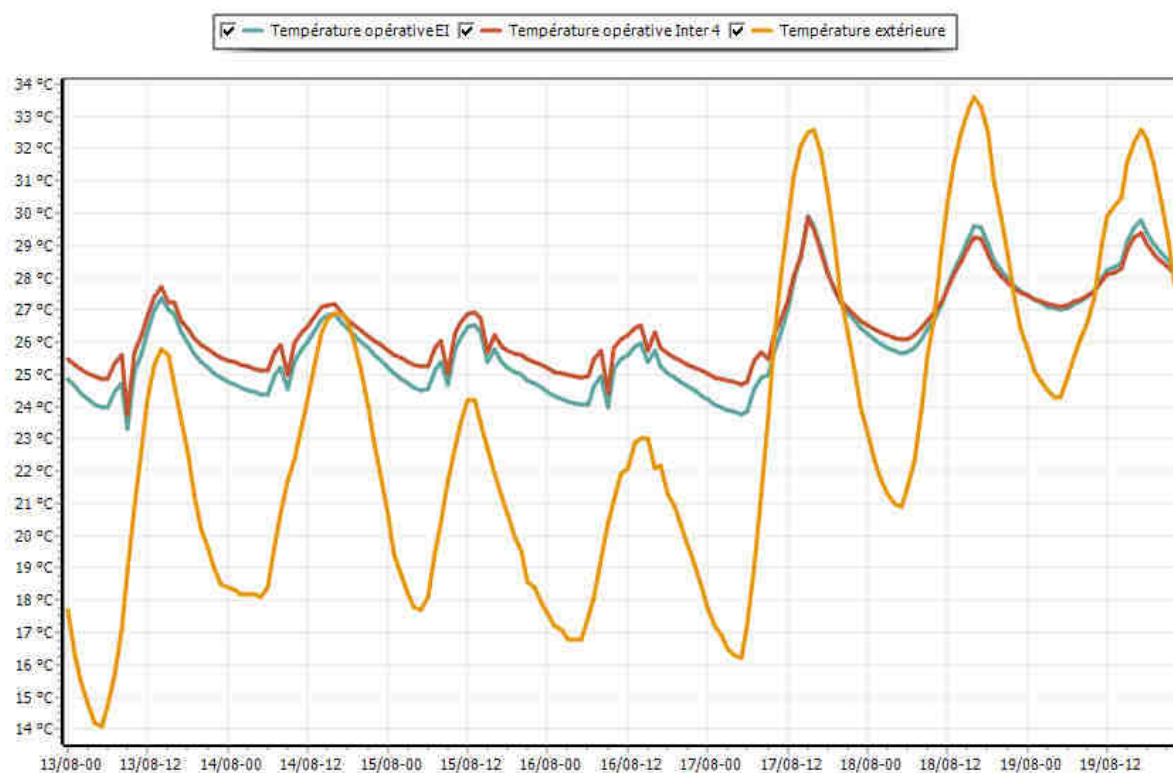


Températures maximales de B4 - M. Prellier

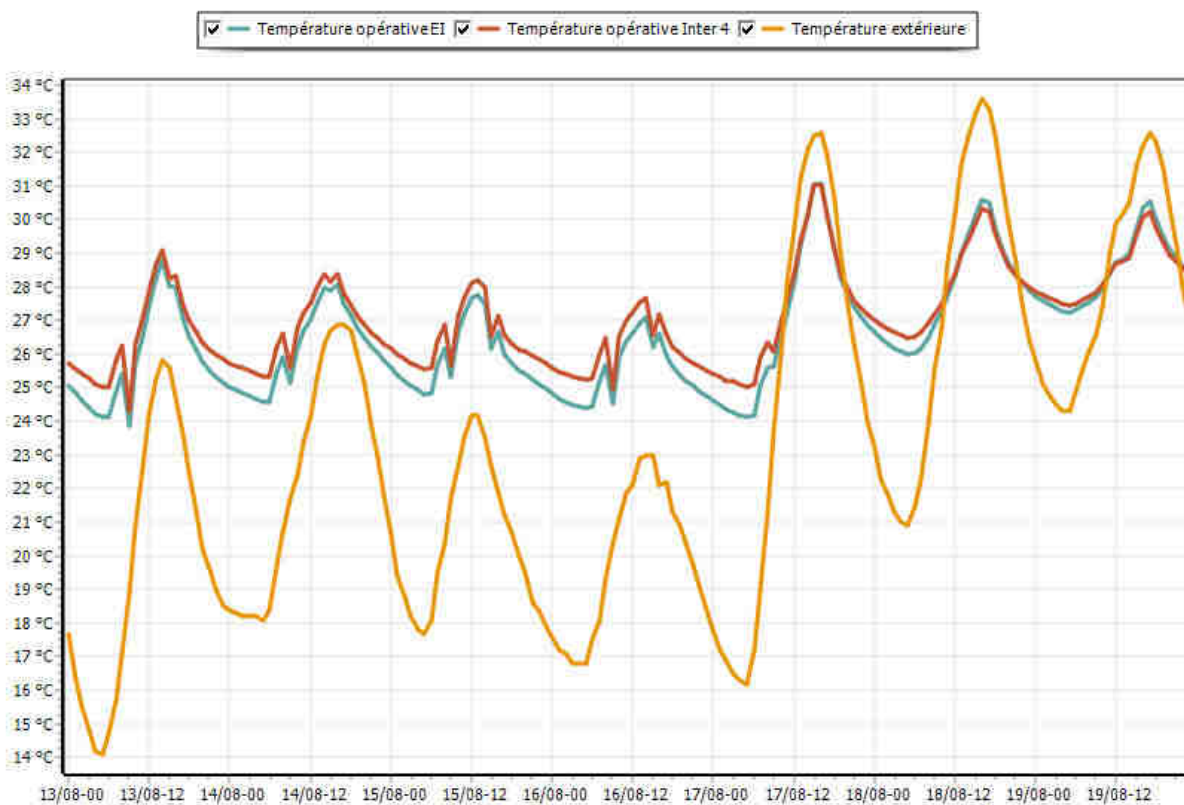
14.4 Intervention 4 : ITE avec isolant à forte inertie (ex : ouate de cellulose) sur la façade sud est + Remplacement des menuiseries.

Ajout d'une isolation à forte inertie en extérieur + Remplacement des menuiseries de la façade Sud-Est	Estimation du coût	
	1 477 000 €HT (compris sur tout le bâtiment)	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
<u>Avantages :</u>		<u>Inconvénients :</u>
> Réduction des consommations de chauffage > Traitement de l'étanchéité du bâtiment > Amélioration du confort d'hiver		> Contrainte architecturale possible
Détail : La pose d'un joint de dilatation au niveau de l'accroche des façades rideaux est à prévoir lors de l'installation des menuiseries.		
Performance : > Reprises de l'isolation des façades isolées par l'extérieur ($R=5,0 \text{ m}^2.K/W$) > Menuiseries double vitrage remplissage air performantes $U_w = 1.3 \text{ W/m}^2.K$ > Type d'ouverture : A la française > Pourcentage d'ouverture : 80 %		

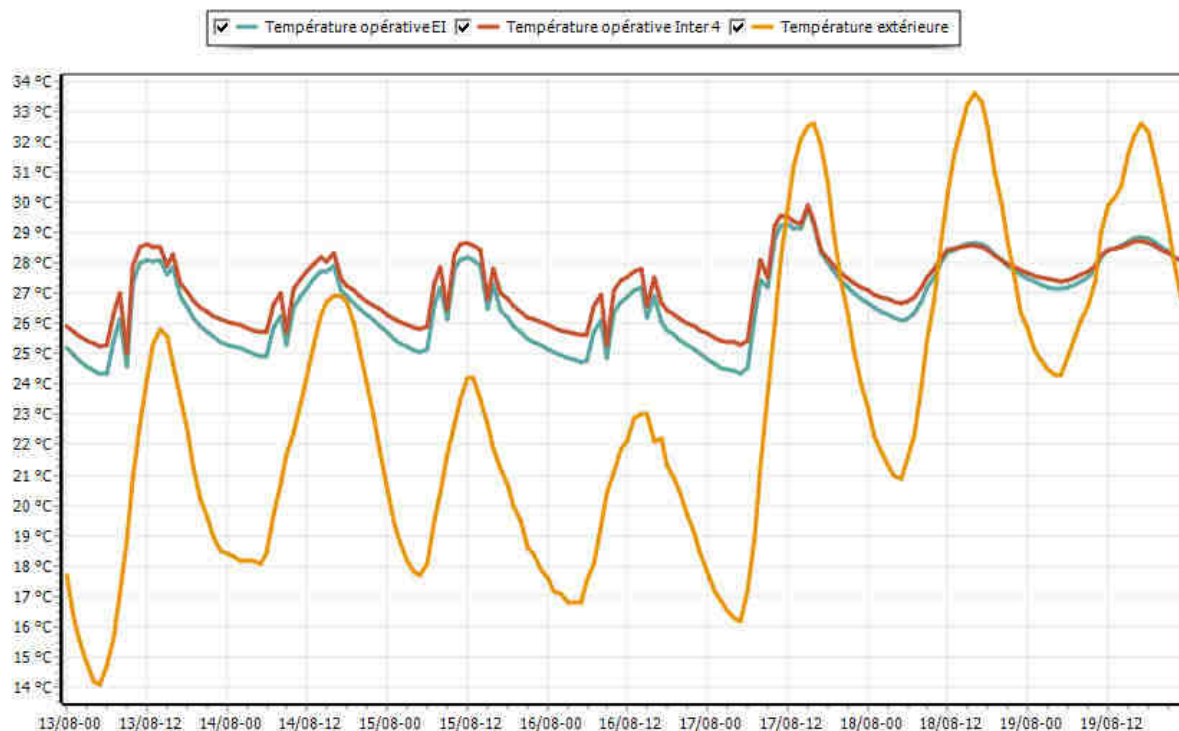
> Evolution des températures intérieures :



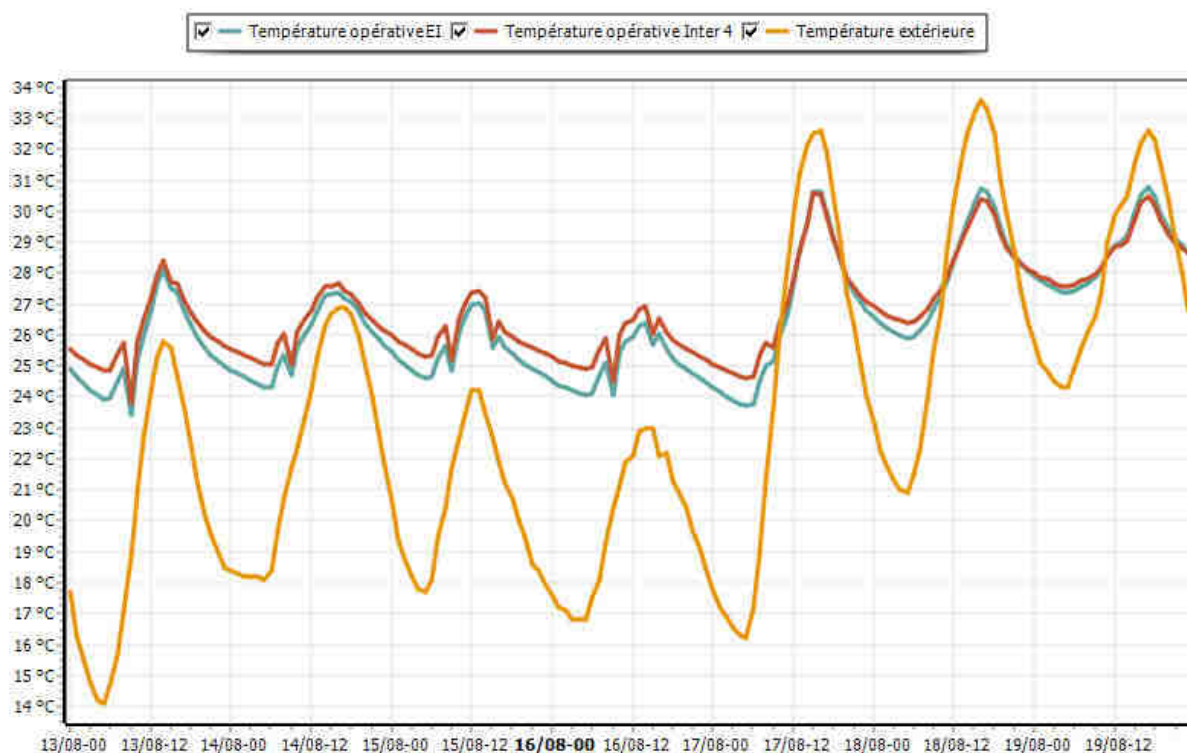
Températures maximales de B1 - Prado



Températures maximales de B3 – Resp. Indus



Températures maximales de A3 - Comptabilité

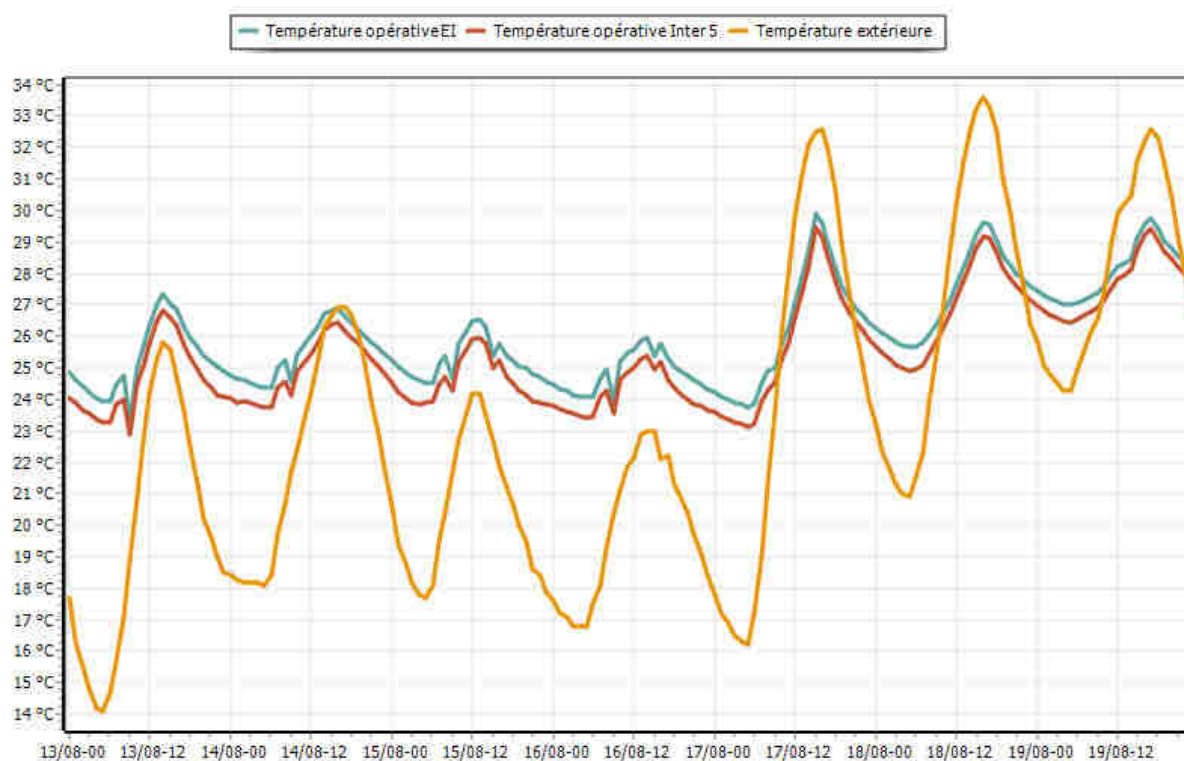


Températures maximales de B4 - M. Prellier

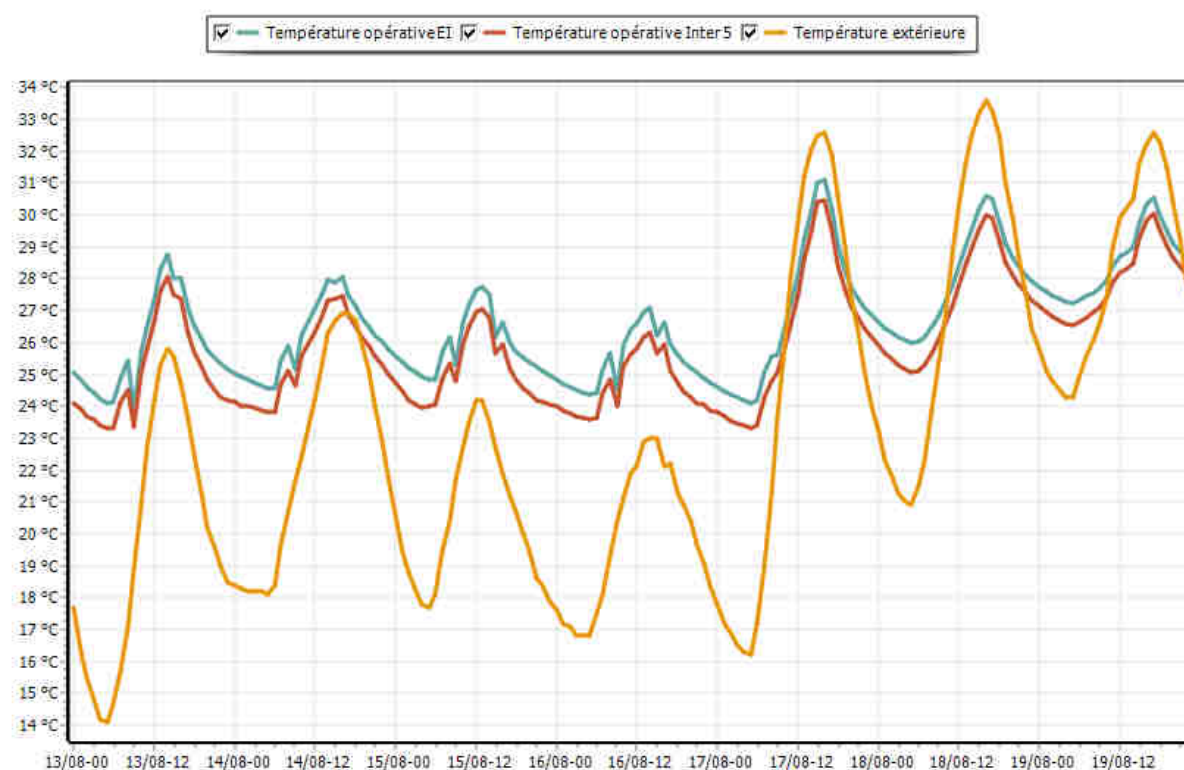
14.5 Intervention 5 : Ventilation double flux avec sur-ventilation nocturne

Mise en place d'une ventilation DF avec sur-ventilation nocturne	Estimation du coût							
	323 400 € HT (tout le site)							
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI						
Avantages :								
> Mise en place d'un système assurant la qualité de l'air intérieur des locaux > Permet un rafraichissement du bâtiment aux heures les plus fraîches de la journée. > Solution modulable, pouvant être mise en place seulement sur les semaines les plus chaudes de l'année. > Pas de contraintes liées aux intrusions								
Inconvénients :								
> Consommation des auxiliaires de ventilation > Nécessite une inertie au moins moyenne > Limitation des débits de renouvellement d'air								
Mise en œuvre :								
> Installation des centrales de traitement d'air double flux. > Dépose/Repose des faux plafonds en circulation. > Mise en place d'un réseau de gaine. > Mise en place des alimentations électriques et protections. > Raccordements électriques et mise en service. > Mise en place de sortie d'air rejeté et d'une prise d'air neuf. > Programmation de la ventilation mécanique afin de dégager les calories du bâtiment en période nocturne								
Performance :								
> Débit de renouvellement d'air en occupation : 25 m3/h/occ > Débit de renouvellement d'air en sur ventilation nocturne : 200 % du débit hygiénique > Période (maximum) de sur-ventilation nocturne : 22h à 06h, de début-juin à mi-septembre.								
By-pass si :<table><tr><td>Durant la saison de chauffage</td><td>Hors période chauffée</td></tr><tr><td>Température d'air neuf > 20 °C</td><td> 12 °C</td></tr><tr><td>et la température de reprise d'air > 19 °C</td><td> 24 °C</td></tr></table>et la température d'air neuf < température de reprise			Durant la saison de chauffage	Hors période chauffée	Température d'air neuf > 20 °C	12 °C	et la température de reprise d'air > 19 °C	24 °C
Durant la saison de chauffage	Hors période chauffée							
Température d'air neuf > 20 °C	12 °C							
et la température de reprise d'air > 19 °C	24 °C							
Règle de by-pass CTA								
Nota :								
> Contrairement aux CTA, les réseaux de distribution ne sont pas surdimensionnés, ce qui créera des émissions sonores plus élevées. Cependant, un niveau acoustique plus élevé hors des horaires d'occupation du bâtiment peut être accepté.								

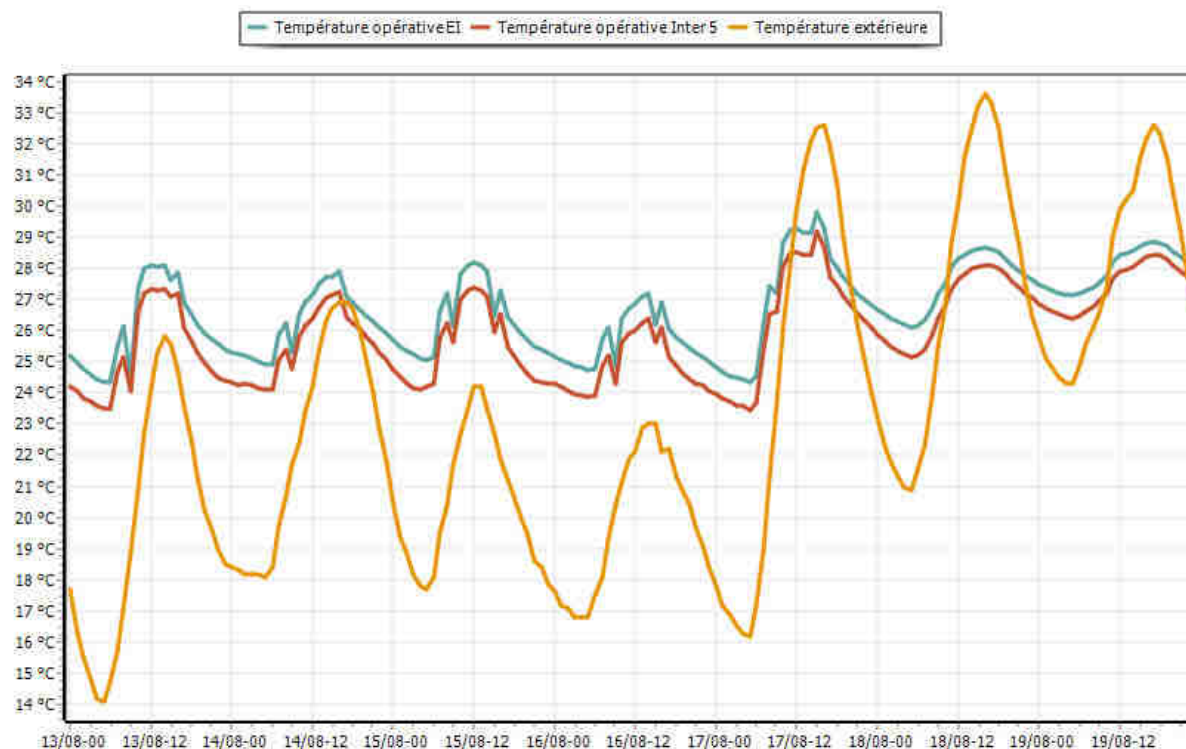
> Evolution des températures intérieures :



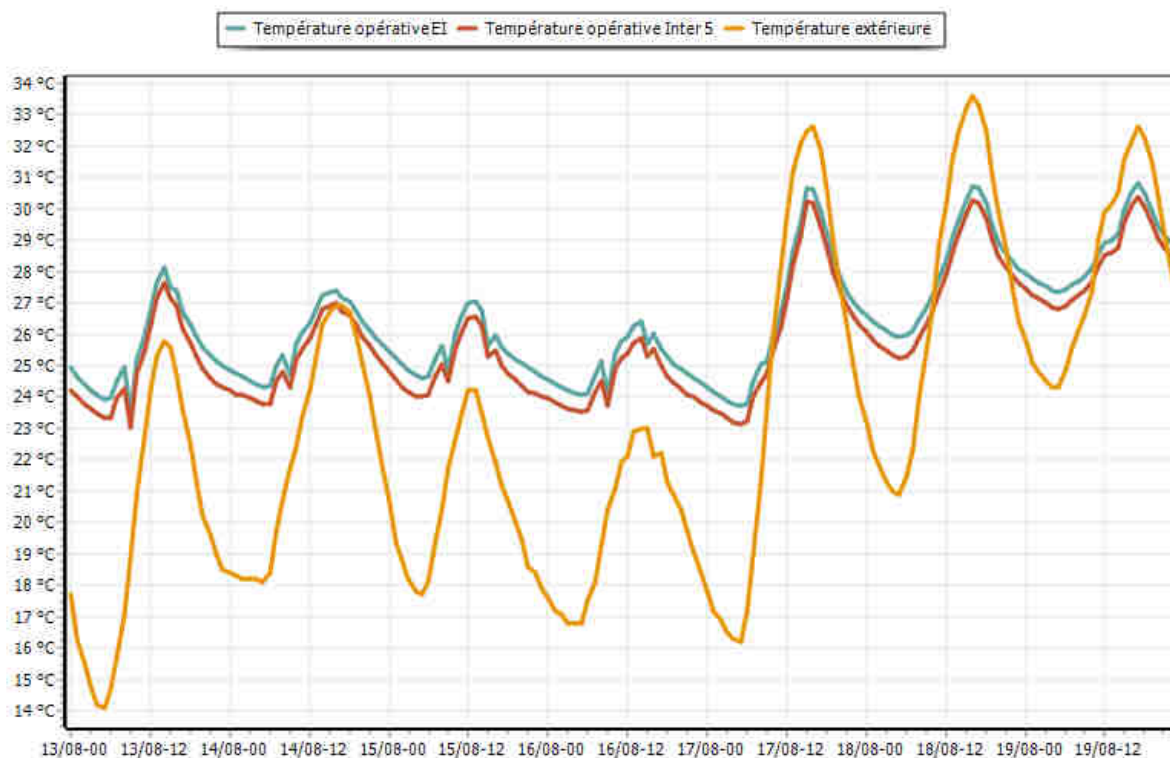
Températures maximales de B1 - Prado



Températures maximales de B3 – Resp. Indus



Températures maximales de A3 - Comptabilité



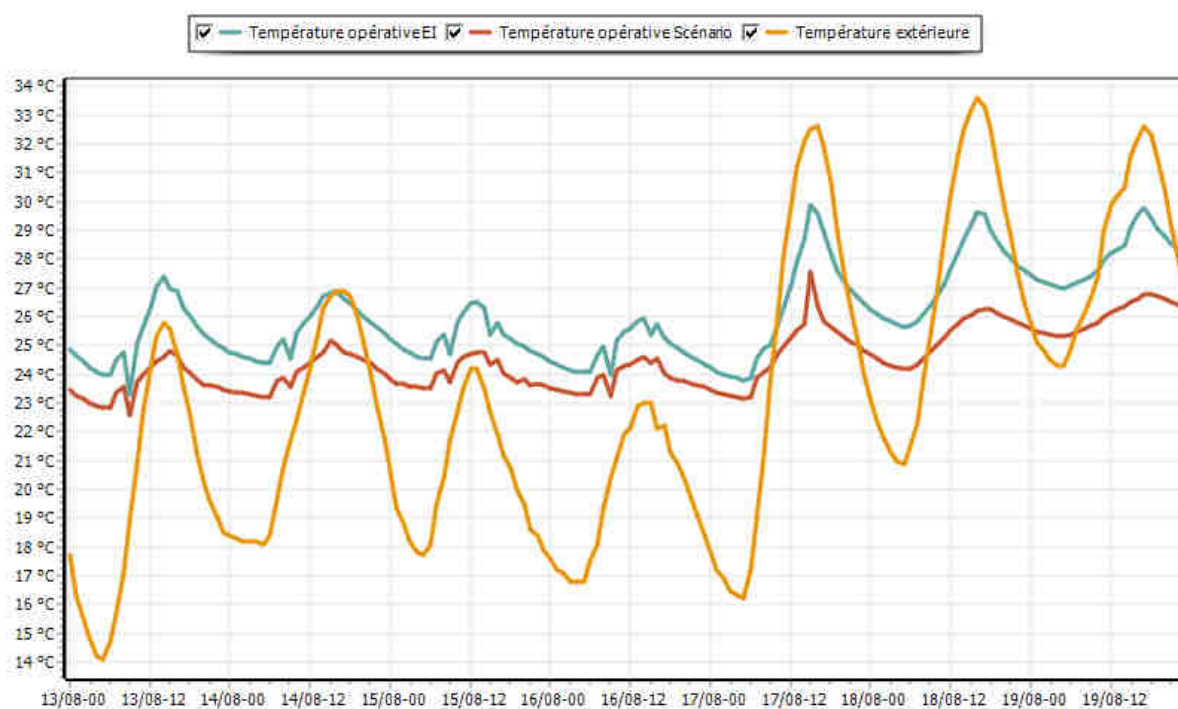
Températures maximales de B4 - M. Prellier

14.6 Scénario

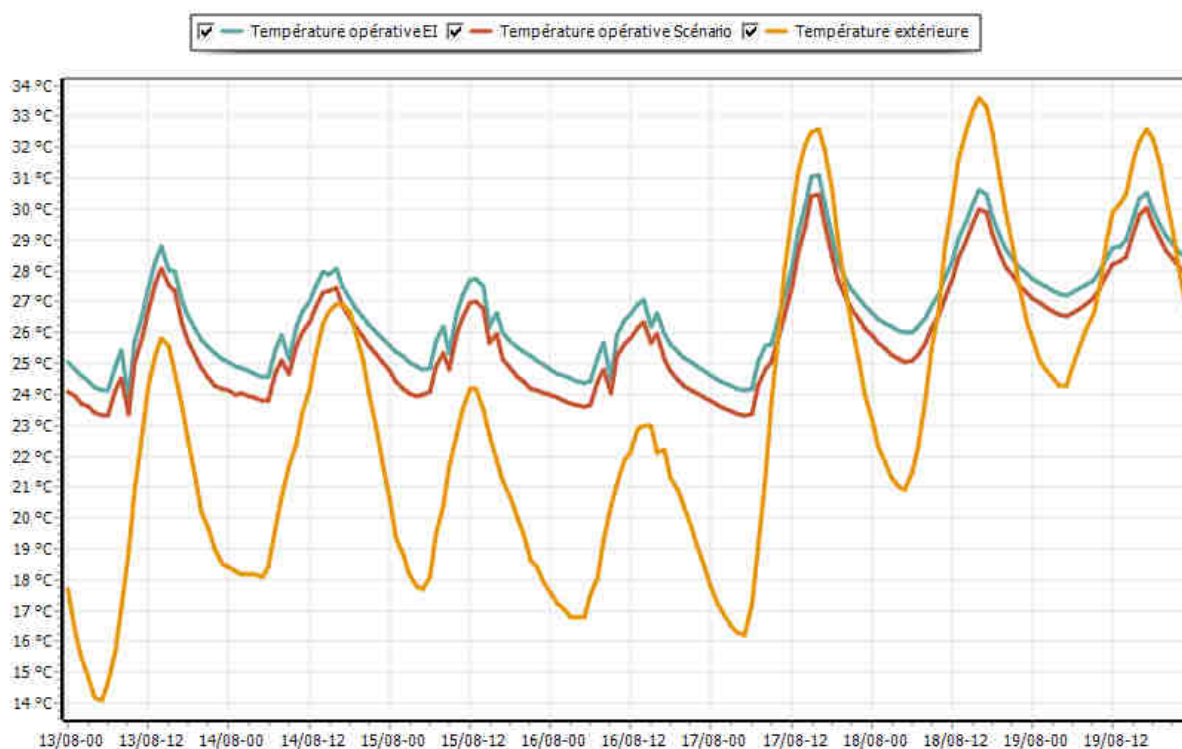
Le scénario 1 reprend les interventions 3 (mise en place de brises soleil orientables), 4 (ITE avec isolant à forte inertie (ex : ouate de cellulose) sur la façade sud-est + Remplacement menuiseries et 5 (Mise en place d'une ventilation double flux + Free-cooling nocturne).

Brises soleil orientables, ajout d'isolant par l'extérieur, changement des menuiseries et mise en place d'une ventilation double flux + free-cooling nocturne	Estimation du coût	
	Environ 1 913 000 €HT	
Avantages :		Inconvénients :
> Voir 14.4, 14.5 et 14.6		> Voir 14.4, 14.5 et 14.6
Mise en œuvre : > Voir mises en œuvre 14.4, 14.5 et 14.6 > Ce scénario présente l'avantage de ne pas avoir recours à un système de climatisation actif.		

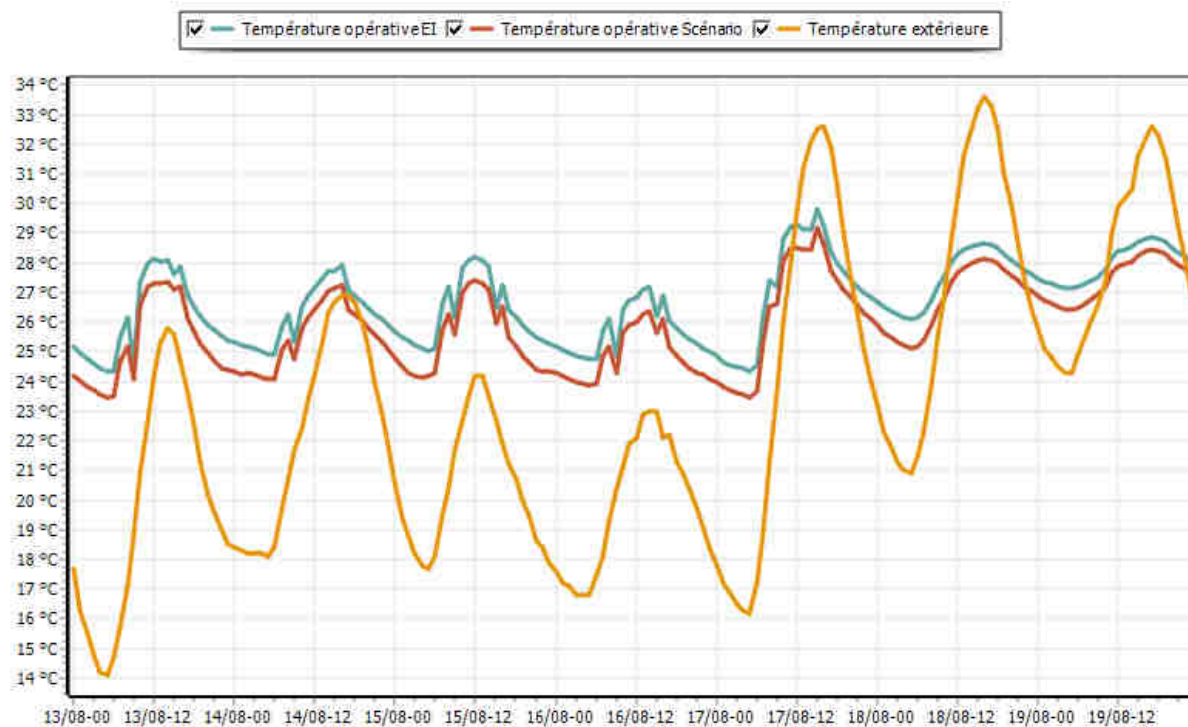
> Evolution des températures intérieures :



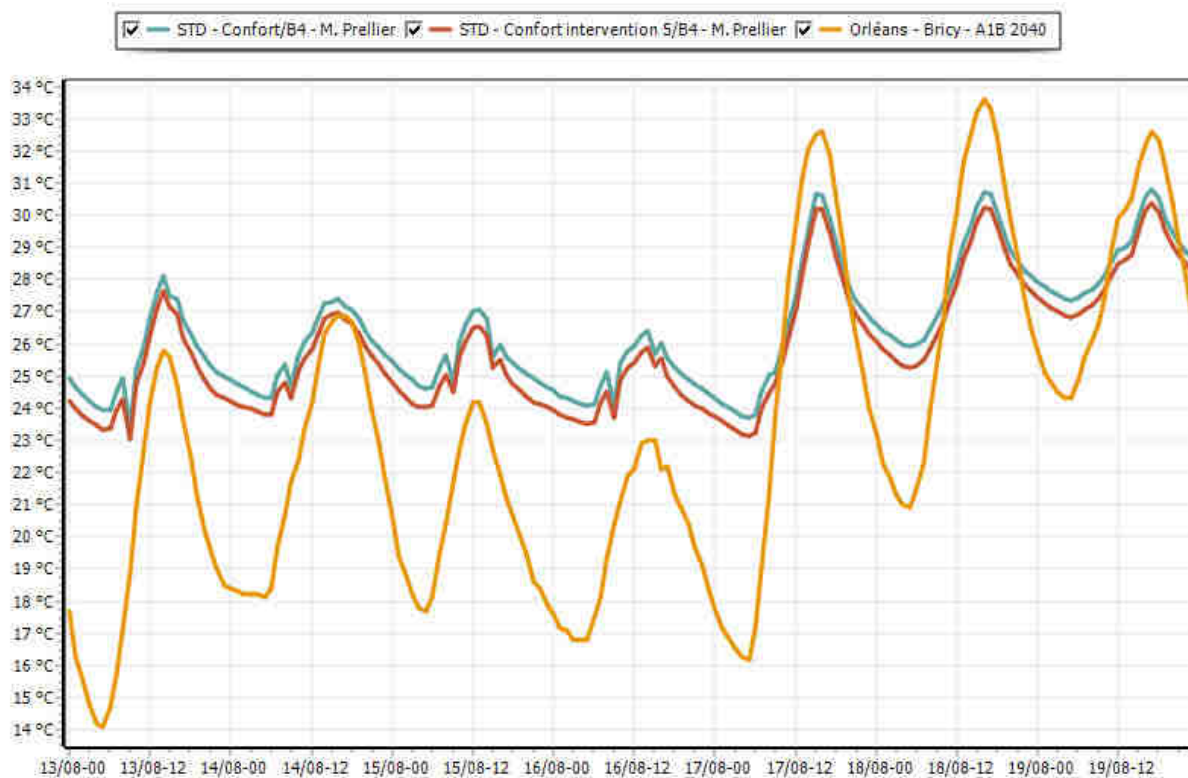
Températures maximales de B1 - Prado



Températures maximales de B3 – Resp. Indus



Températures maximales de A3 - Comptabilité



Températures maximales de B4 – M. Prellier

14.7 Synthèse des simulations

Le tableau ci-dessous récapitule les interventions et les gains sur le confort estival.

Nombre d'heure >28°C	Etat initial	Intervention 1	Intervention 2	Intervention 3	Intervention 4	Intervention 5	Scénario
B1 - Prado	80	12	33	3	114	48	2
B3 - Resp. Indus	226	40	129	23	303	131	9
A3 - Comptabilité	281	54	187	29	395	149	11
B4 - M. Prellier	153	24	66	9	197	98	3

Figure 6 : Synthèse des heures d'inconfort

Température maximale	Etat initial	Intervention 1	Intervention 2	Intervention 3	Intervention 4	Intervention 5	Scénario
B1 - Prado	31.3	29.2	30.0	28.8	31.3	30.7	28.2
B3 - Resp. Indus	32.8	30.1	31.4	29.4	32.9	31.9	28.8
A3 - Comptabilité	31.1	29.6	30.5	29.4	31.4	30.2	28.9
B4 - M. Prellier	32.2	29.6	30.8	29.1	32.2	31.6	28.6

Figure 7 : Synthèse des températures maximales

15 Conclusions de l'étude de confort d'été

Conformément aux échanges avec les gestionnaires de site, cette présente étude sur le confort thermique confirme que le site est très sensible aux surchauffes lors des vagues de chaleur.

Le premier objectif de cette mission étant de trouver des solutions passives pour améliorer le confort thermique estival, nous avons dans un premier temps audité le bâtiment sur son enveloppe, sa gestion du renouvellement d'air, ses dispositifs d'occultation actuels et sur ses usages réels.

Une modélisation numérique sur la base des plans transmis par la maîtrise d'ouvrage a donc été développée afin de réaliser une analyse préliminaire sur les différentes sollicitations solaires et sur la répartition des apports thermiques des différentes zones thermiques. Les deux indicateurs du confort retenus pour évaluer l'efficacité des gains ont ensuite été introduits, soient le taux d'inconfort ($T > 28^{\circ}\text{C}$) et la température maximale. Cette analyse a permis d'identifier que les apports solaires sont à combattre en priorité sur ce site et que les bureaux orientés au Sud, à l'Est et à l'Ouest sont particulièrement sensibles aux surchauffes. Ainsi, les bureaux possédant ces orientations peuvent atteindre un taux d'inconfort de 20% et des températures maximales de plus de 35°C , occasionnant donc un inconfort prononcé pour les occupants. L'objectif étant d'atteindre un taux d'inconfort inférieur à 3 %.

Sur la base du modèle numérique de l'état initial qui représente au plus près la réalité, nous avons simulé variantes, interventions et scénarios afin de comprendre le comportement thermique du bâtiment, d'appréhender l'efficacité unitaire des actions et projeter le confort après l'application d'un bouquet de travaux.

Le scénario 1 qui reprend les interventions 3, 4 et 5, et comprend donc la mise en place de brise-soleils orientables, la reprise de l'isolation en façades isolées par l'extérieur, le remplacement des menuiseries et l'ajout d'une ventilation double flux avec sur-ventilation nocturne. Ce scénario permet des résultats intéressants en abaissant le taux d'inconfort dans l'ensemble des locaux de 4-10% environ. Ainsi dans les 4 bureaux étudiés, ce taux descend à moins de 1% et est donc en dessous de la cible de confort de 3% établie dans cette étude. Une baisse de l'ordre de $3-4^{\circ}\text{C}$ (dépendamment des locaux) des températures maximales intérieures est également permise grâce à ce scénario. Ce scénario permet donc, une amélioration significative du confort estival.

Bien que non présentées dans cette présente étude car difficilement ou non modélisables, d'autres solutions efficaces contre l'inconfort thermique estival existent :

- La solution de brasseurs d'air plafonniers ne réduit pas la température intérieure, mais permet de générer des vitesses d'air d'environ 1-2 m/s qui abaissent la température ressentie allant jusqu'à 4°C sans générer d'inconfort autre que thermique.
- La végétalisation des abords du bâtiment (herbe, buisson, arbres, ...) permet d'améliorer l'ambiance extérieur et de créer un îlot de fraîcheur par l'évapotranspiration des plantes non négligeable.
- Les gestes verts des occupants (abaissement des occultants lorsque les façades sont soumises au rayonnement solaire direct, ...) sont un pilier du confort thermique.

16 Annexes

16.1 Grandeurs utiles au diagnostic

16.1.1 Conversion des unités énergétiques

L'ensemble des unités énergétiques sont ramenées en kWh_{EF} dans l'étude afin de pouvoir les comparer :

Énergie	Unité d'origine	Facteur de conversion en kWh _{EF}
Bois, Biomasse	1 T	3 000 à 5 000 (selon type : granulé, pellet...)
Electricité	1 kWh	1
Gaz naturel	1 kWh _{PCS}	0,9
Gaz propane	1 kg	12,8
Fioul domestique	1 litre	9,97
Réseau de chaleur	1 kWh	1

16.1.2 Émissions de CO₂

Les facteurs de conversion des émissions de gaz à effet de serre suivant l'arrêté du 27 octobre 2014 modifiant l'annexe 4 de l'arrêté du 15 septembre 2006 sont présentés dans le tableau suivant :

Énergie	Conversion [kg _{CO2} /kWh _{EF}]
Bois, biomasse	0,013
Gaz naturel	0,234
Fioul domestique	0,300
Gaz propane ou butane	0,274
Charbon	0,342
Électricité (<i>chauffage</i>)	0,180
Électricité (<i>ECS, refroidissement</i>)	0,040
Électricité (<i>valeur moyenne</i>) autres usages	0,084
Réseau de chaleur	Selon le réseau
Réseau de chaleur	0,342 si non référencé

En ce qui concerne les réseaux de chaleur, l'arrêté du 27 octobre 2014 modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006 donne les valeurs à prendre en compte.

16.1.3 Lexique de quelques abréviations

BBC	Bâtiments Basse Consommation
DF	Double Flux
DV	Double Vitrage
EF, EP	Energie Finale, Energie Primaire (kWh)
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EnR	Energies Renouvelables
DJU	Degrés Jours Unifiés
GTB/GTC	Gestion Technique de Bâtiment/ Gestion Technique Centralisée
K	Kelvin
LBC	Lampe Basse Consommation
PCI, PCS	Pouvoir Calorifique Inférieur, Pouvoir Calorifique Supérieur
PSE	Polystyrène expansé
R	Résistance thermique des matériaux ($m^2.K/W$)
RT	Réglementation Thermique
SF	Simple Flux
SV	Simple Vitrage
RDC	Rez-de-chaussée
U	Coefficient de transmission surfacique global de la paroi ($W/m^2.K$)
V3V	Vanne 3 Voies
VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée

16.1.4 Facteur de conversion énergie finale / énergie primaire

L'énergie finale correspond à l'énergie payée au compteur d'énergie du site. L'énergie primaire représente l'énergie nécessaire à la fourniture de cette énergie finale. Le facteur de conversion entre ces deux énergies représente les pertes lors du transport, l'énergie nécessaire à l'extraction, à la transformation de celle-ci, ou à la production (dans le cas de l'électricité par exemple).

Ces facteurs sont réglementés par type d'énergie.

En France, les facteurs de conversion utilisés dans la réglementation thermique dans l'existant sont les suivants :

Énergie	Conversion kWh _{EF} / kWh _{EP} ¹²
Bois, biomasse	0,60
Gaz naturel	1,00
Gaz propane	1,00
Electricité	2,58
Fioul	1,00

16.1.5 Réglementation thermique

La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.

Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

L'objectif général de cette réglementation est de fixer de prérequis et des garde-fous sur la performance énergétique d'un bâtiment lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend telle amélioration. L'objectif global étant d'apporter une amélioration significative de la performance des bâtiments.

Les mesures réglementaires sont différentes (et les contraintes associées également) selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

- **RT globale :** Pour les rénovations très lourdes de bâtiments de plus de 1 000 m², achevés après 1948, la réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové.
Ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.
Ce premier volet de la RT est applicable pour les permis de construire déposés après le 31 mars 2008.
- **RT élément par élément :** Pour tous les autres cas de rénovation, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé. Ce second volet de la RT est applicable pour les marchés ou les devis acceptés à partir du 1^{er} novembre 2007.

Note : Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de 1 405 €^{HT}/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} semestre 2020¹³).

¹² Ces coefficients ne sont pas valables pour les DPE, ni pour les bâtiments neufs. En effet, dans les deux cas précédents, le coefficient de conversion pour le bois est de 1,00.

¹³ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.9, mis à jour le 8 janvier 2020.

