



CPAM ROUEN

50 AVENUE DE BRETAGNE

76039 ROUEN CEDEX 1

AUDIT ENERGETIQUE

ETUDE DE CONFORT D'ETE

MAITRISE D'OUVRAGE :



CPAM ROUEN
50 AVENUE DE BRETAGNE
76039 ROUEN CEDEX 1

ASSISTANT MOA :



ALTEREA AGENCE STRASBOURG
20 place des Halles
67000 Strasbourg
T 03 88 52 26 01
f 02 51 84 16 33

Elisabeth MAES
Chef de projets
03 59 54 21 08
emaes@alterea.fr

Ozan AKGUL
Coordinateur d'étude
07 57 49 69 84
oakgul@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	28/10/2022	Version initiale	LBRE	OJUL	OAKG
2	19/12/2022	Reprises Remarques MO	LBRE	OJUL	OAKG

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 de Paris
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 54 52 92 23
F 02 51 84 16 33

Agence Sud – Est
19 rue de la Villette
69003 Lyon
T 04 87 24 90 74
F 02 51 84 16 33

Agence Est
20 Place des Halles
67000 Strasbourg
T 03 69 24 37 99
F 02 51 84 16 33

Agence Sud
113 rue de la République
13002 Marseille
T 04 13 35 01 67
F 02 51 84 16 33

Agence Occitanie
78 allée Jean Jaurès
31000 Toulouse
T 02 40 74 24 81
F 02 51 84 16 33

SOMMAIRE


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	15
1.3.1 Processus de l'audit énergétique	15
1.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie	16
1.4 LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS PAR LA MOA	17
1.5 HYPOTHESES PRISES POUR LA REALISATION DE L'ETUDE	17
1.6 ANOMALIES EVENTUELLES A FAIRE REMONTER	17
1.7 POINTS BLOQUANTS	17
1.8 ESTIMATIONS DES QUANTITES POUR LES DIFFERENTES PRESCRIPTIONS	17
2 DESCRIPTION DU SITE	18
2.1 INFORMATIONS GENERALES	18
2.1.1 Périmètre du diagnostic	18
2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs	18
2.1.3 Visite	18
2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés	19
2.1.5 Vue aérienne du site	20
2.2 DONNEES D'USAGE DU SITE	21
2.2.1 Bâtiments	21
2.2.2 Occupation du bâtiment	21
2.3 ANALYSE DU COMPORTEMENT DES USAGERS	22
3 DESCRIPTION DU BATIMENT	23
3.1 BATI	23
3.2 CHAUFFAGE	33
3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation	33
3.2.2 Description de la chaufferie	33
3.2.3 Description des émetteurs	42
3.2.4 Schéma de principe	44
3.2.5 Analyse de la conformité	45
3.2.6 Description de la régulation	46
3.3 VENTILATION	47
3.4 EAU CHAUDE SANITAIRE	50

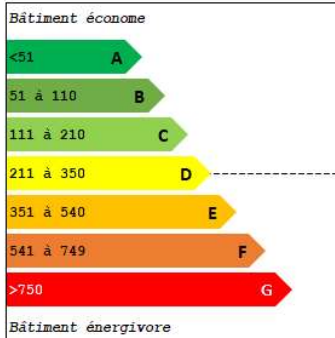
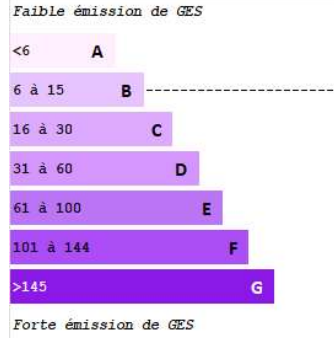
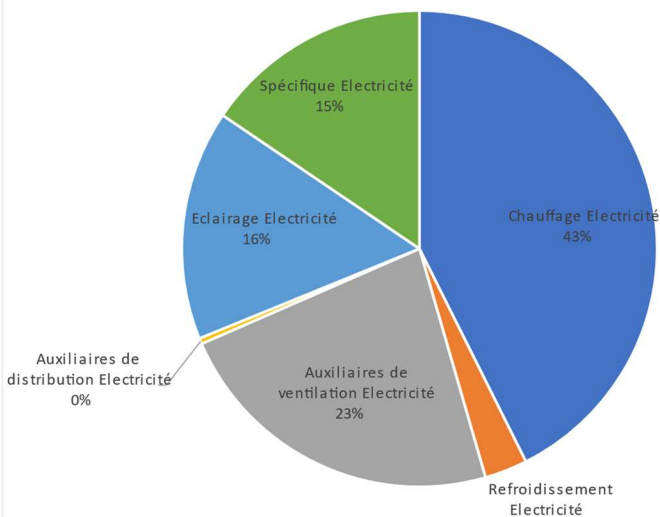
3.5	ECLAIRAGE	51
3.6	CLIMATISATION	54
3.7	AUTRES USAGES	59
4	ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE	60
4.1	USAGES ENERGETIQUES DU SITE	60
4.2	PLAN DE COMPTAGE DES ENERGIES	60
4.2.1	Description de l’approvisionnement en électricité	60
4.2.2	Schéma du plan de comptage proposé :	61
4.3	HISTORIQUE DES CONSOMMATIONS	62
4.3.1	Electricité	62
4.3.2	Analyse des contrats de fourniture d’énergie	63
4.4	RESPECT DES EXIGENCES DU DECRET TERTIAIRE	64
4.4.1	Sélection de l’année de référence (Décret Tertiaire)	64
4.4.2	Objectifs de consommations énergétiques aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050	64
4.4.3	Contraintes techniques, architecturales et patrimoniales	66
5	ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	67
5.1	ANALYSE DES DEPERDITIONS THERMIQUES DU SITE	67
5.2	SYNTHESE DE L’ENVELOPPE	68
5.3	ANALYSE DES CONSOMMATIONS SIMULEES	68
5.4	COMPARAISON DES CONSOMMATIONS REELLES ET SIMULEES	69
5.5	PRESENTATION DES RESULTATS REGLEMENTAIRES (METHODE TH-C-E ex)	70
6	ENERGIES RENOUVELABLES	71
6.1	INSTALLATIONS D’ENERGIES RENOUVELABLES EXISTANTES	71
6.2	POTENTIELS D’ENR	71
7	GISEMENT DES POTENTIELS D’ECONOMIE D’ENERGIE	73
7.1	INTRODUCTION	73
7.2	SYNTHESE DES INTERVENTIONS SIMULEES	74
8	SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE	78
8.1	TRAVAUX DE DENSIFICATION PROJETES	78
8.2	SCENARIO 1 : ACTION A FAIBLE INVESTISSEMENT	78
8.2.1	Synthèse	78
8.2.2	Données détaillées des performances du scénario	79
8.2.3	Application de la réglementation thermique	80
8.2.4	Analyse en coût global	80

8.3 SCENARIO 2 : -40% SUR ENERGIE FINALE	81
8.3.1 Synthèse	81
8.3.2 Données détaillées des performances du scénario	82
8.3.3 Application de la réglementation thermique	83
8.3.4 Analyse en coût global	83
8.4 SCENARIO 3 : -50% SUR ENERGIE FINALE	84
8.4.1 Synthèse	84
8.4.2 Données détaillées des performances du scénario	86
8.4.3 Application de la réglementation thermique	87
8.4.4 Analyse en coût global	87
8.5 COMPARAISON DES SCENARIOS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DU DECRET TERTIAIRE	88
9 DESCRIPTIF DES INTERVENTIONS SIMULEES	89
10 CONTEXTE DE LA MISSION DE L'ETUDE DU CONFORT D'ETE	101
10.1 DEROULEMENT DE LA MISSION	101
10.2 OBJECTIFS DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE	101
10.3 OUTIL DE SIMULATION	101
10.4 HYPOTHESES DE CALCUL	101
10.5 DONNEES METEOROLOGIQUES	102
11 MODELISATION DU BATIMENT ET USAGE	103
11.1 REPRESENTATION 3D	103
11.2 ZONAGE THERMIQUE	104
11.3 CHAUFFAGE	106
11.4 CLIMATISATION	106
11.5 RENOUVELLEMENT D'AIR MECANIQUE	106
11.6 ETANCHEITE A L'AIR	106
11.7 OCCUPATION	106
11.8 ECLAIRAGE ARTIFICIEL	108
11.9 EQUIPEMENTS « SPECIFIQUES »	108
11.10 PAROIS VITREES ET OCCULTATIONS	109
11.11 AERATION	109
12 SIMULATIONS ET RESULTATS	110
12.1 ANALYSE DES OMBRES PORTEES	110
12.2 BILAN ESTIVAL DES APPORTS THERMIQUES	111
12.3 INDICATEURS DU CONFORT ESTIVAL	112
13 INTERVENTIONS ET SCENARIOS	113
13.1 CHOIX DES INTERVENTIONS	113
13.2 INTERVENTION 1 : MISE EN PLACE DE BRISES SOLEIL ORIENTABLES	114

13.3 INTERVENTION 2 : MISE EN PLACE DE CTA DOUBLE FLUX AVEC BY-PASS ET SUR-VENTILATION NOCTURNE	116
13.4 SCENARIO	118
13.5 SYNTHÈSE DES SIMULATIONS	119
14 CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE CONFORT D'ETE	120
15 ANNEXES	121
15.1 GRANDEURS UTILES AU DIAGNOSTIC	121
15.1.1 Taux d'actualisation	121
15.1.2 Conversion des unités énergétiques	121
15.1.3 Émissions de CO ₂	121
15.1.4 Lexique de quelques abréviations	122
15.1.5 Facteur de conversion énergie finale / énergie primaire	122
15.1.6 Réglementation thermique	123

SYNTHESE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

	Année de construction	1977
	Type	Catégorie DPE : 6.1
	Surface plancher	16 731 m ²
	SHON	16 957 m ²
	Nombre de niveaux	10 niveaux dont 2 niveaux de sous-sol

Performance énergétique ¹	 <p>Bâtiment</p> <p>301</p> <p>Cette étiquette n'a pas valeur de DPE</p>	 <p>Bâtiment</p> <p>14</p> <p>Cette étiquette n'a pas valeur de DPE</p>
Coût énergétique simulé au réel ²	146 063 € ^{TTC} /an	<p>dont gaz naturel 0 €^{TTC}/an</p> <p>dont électricité 164 977 €^{TTC}/an</p>
Consommations par usage (kWhEF)	<p>Répartition des consommations par poste (kWh EP/PCI)</p> 	

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 :

- La mise en place d'un plan de comptage énergétique
- La mise en place d'une nouvelle interface GTB
- Le calorifugeage de l'échangeur de récupération de chaleur
- Le calorifugeage de l'échangeur ECS
- La coupure généralisée de la bureautique
- L'abaissement de la température de consigne « chauffage » et l'augmentation de la température de consigne « climatisation »

Le scénario 2 prévoit en complément du scénario 1 :

- La mise en place d'une isolation par l'extérieur des façades
- La mise en place d'une isolation par l'intérieur des murs enterrés
- La mise en place d'une isolation par l'extérieur des murs sur locaux non chauffés
- Le remplacement des lanterneaux polycarbonate
- Le remplacement des menuiseries simple vitrage
- Le remplacement des menuiseries double vitrage
- Le remplacement des vitres de toit
- L'isolation du plancher bas sur locaux techniques
- L'isolation des toitures terrasses des bâtiments B, C et D
- La mise en place de variateurs de vitesse sur les auxiliaires CVC

- Le remplacement des pompes à débit constant par des modèles à débit variable
- Le remplacement des CTA par des CTA double flux à récupération d'énergie et recyclage d'air.
- Le remplacement des éclairages de type tubes fluorescents par des luminaires LED à détection de présence et de luminosité

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

- Le remplacement des convecteurs électriques par des ventilo-convecteurs
- Le remplacement des éjecto-convecteurs par des ventilo-convecteurs
- Le raccordement de la douche au réseau de distribution ECS hydraulique
- La mise en place d'éclairage à détection de présence et de luminosité dans les circulations et les bureaux sans régulation terminale
- La mise en place de panneaux solaires photovoltaïques
- Le remplacement des groupes froids
- Le remplacement des tours aëroréfrigérantes
- Suppression des batteries électriques d'appoint des CTA
- Mise en place de BSO

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

Scénario 1	528 383	19 904	12%	12%	18 300	1
------------	---------	--------	-----	-----	--------	---

Scénario 2	1 821 560	68 617	42%	42%	3 832 815	30
------------	-----------	--------	-----	-----	-----------	----

Scénario 3	2 388 815	89 636	55%	55%	5 618 165	>30
------------	-----------	--------	-----	-----	-----------	-----

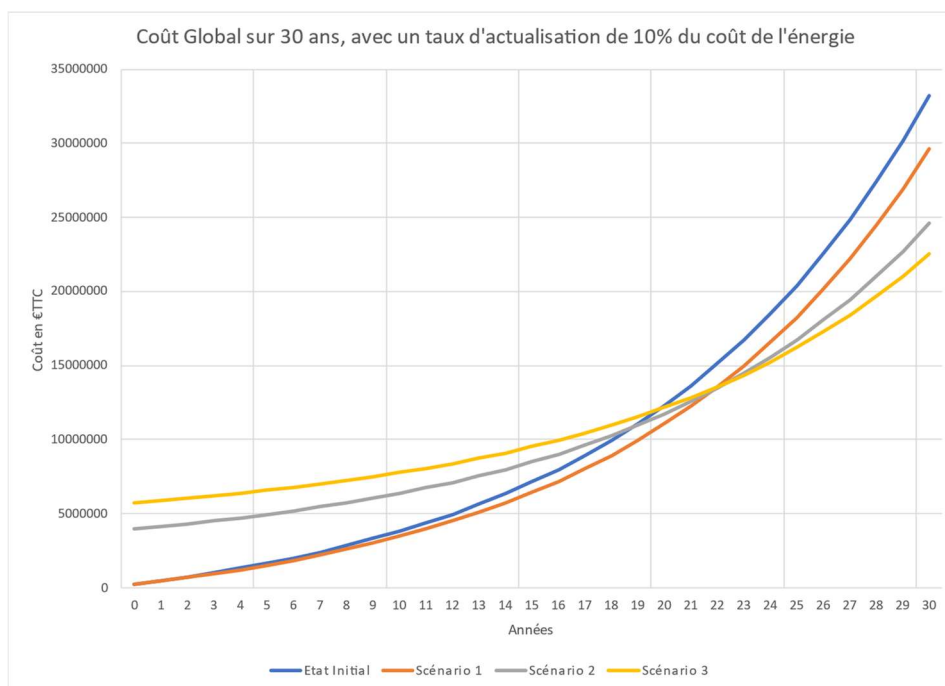
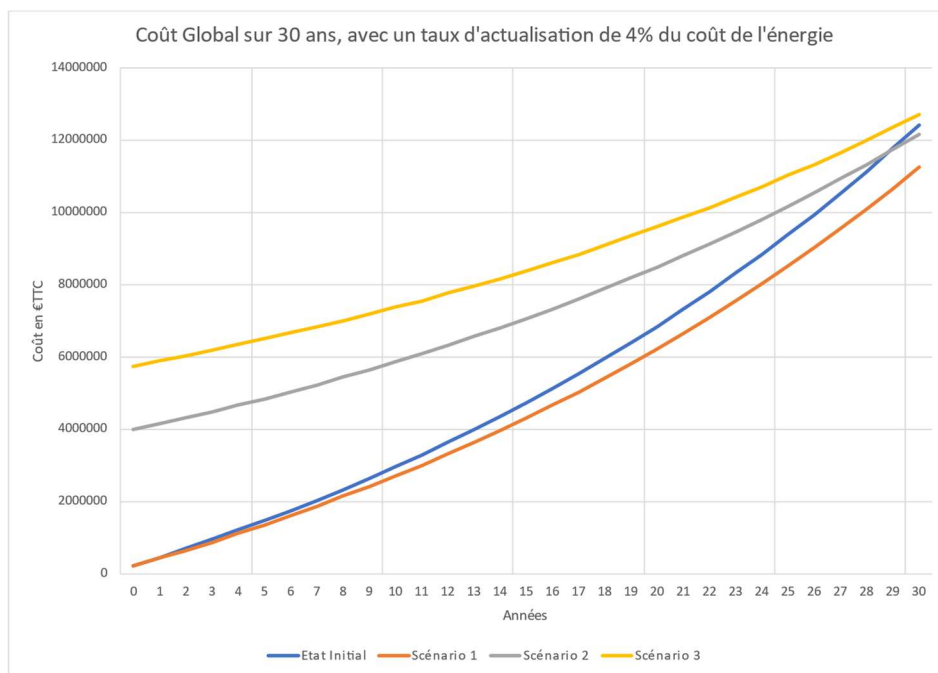
APPROCHE ENERGETIQUE								
Scénario	Consommation énergétique simulée	Emissions de CO ₂	Optimisation	Amélioration des systèmes		Traitement du bâti		EnR
	kWh	kg		léger	lourd	léger	lourd	
	EP/PCI/m².SHON	CO ₂ /m² _{SHON}						

Scénario 1	D	B	✓					
	264	12						

Scénario 2	C	B	✓	✓	✓	✓	✓	
	176	8						

Scénario 3	C	A	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	137	6						

Désignation	Unité	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Investissements	€HT	0	18 300	3 832 815	5 618 165
Economie annuelle d'énergie primaire	%	0	12%	42%	55%
Economie annuelle d'énergie finale	%	0	12%	42%	55%
Emissions de CO ₂ évitées	%	0	16%	45%	61%
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	€TTC	0	-19 904	-68 617	-89 986
Impact sur la maintenance (P2)	€TTC	0	0	0	350
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	€TTC	0	0	0	0
CEE Mobilisables	kWh CUMAC	0	31 115	21 422 611	21 422 611
Valorisation CEE	€	0	249	171 381	171 381
Temps de retour sur investissement actualisé	années	0	1	30	>30
Dépenses annuelles énergétiques	€TTC	170 038	150 134	101 421	80 053
Dépenses annuelles de maintenance	€TTC	41 572	41 572	41 572	41 922
Dépenses annuelles de renouvellement	€TTC	13 158	13 158	13 158	13 158
Dépenses énergétiques sur 30 ans (Actualisation des coûts d'énergie de 4%)	€TTC	10 088 097	8 907 227	6 017 141	4 749 399
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	€TTC	1 761 798	1 761 798	1 761 798	1 776 631
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	€TTC	557 629	557 629	557 629	557 629
Coût global (avec investissements)	€TTC	12 407 524	11 244 954	12 169 383	12 701 823



Commentaires

- > Les scénarios 2 et 3 ont un temps de retour égal et 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.
- > 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 19 ans.
- > Les réductions de consommations atteignent 55% pour le scénario 3, ceci est dû à la faible caractéristique thermique des bâtiments A, B et D ainsi qu'à l'ancienneté des installations énergétiques.

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 Maîtres d'Ouvrage avant septembre 2022.

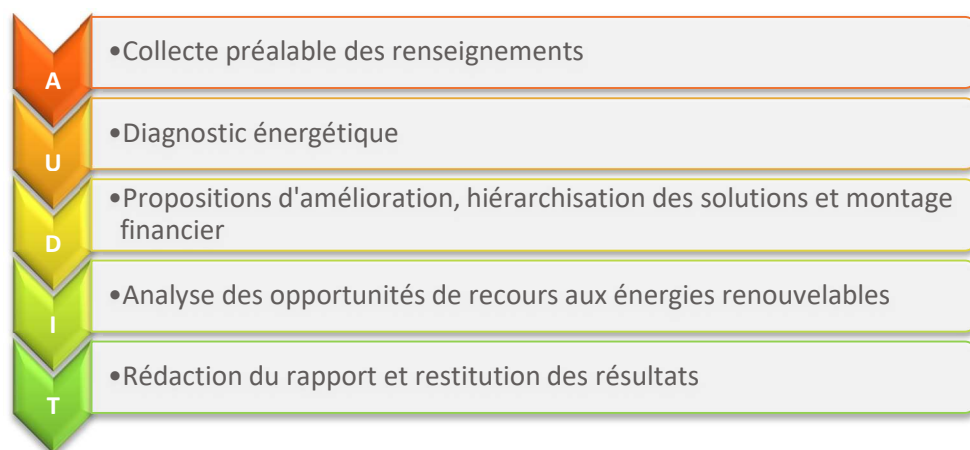
Cette obligation est assortie de deux objectifs intermédiaires en 2030 et 2040 où les consommations devront être réduites respectivement de 40% et 50% par rapport à l'année de référence. Le dispositif prévoit un assouplissement permettant l'atteinte de ces objectifs à l'échelle d'un patrimoine.

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

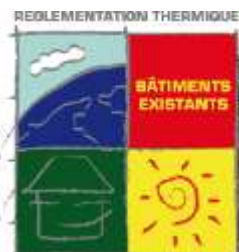
1.3.1 Processus de l'audit énergétique

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-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 électriques des années 2010 à 2021.	Excel
	> Factures P1 2021	PDF
Divers	> Audit énergétique réalisé en 2009	PDF
	> DOE des travaux réalisés depuis 2018	PDF
	> Liste des équipements	Excel

1.5 Hypothèses prises pour la réalisation de l'étude

- Isolation des murs par l'intérieur réalisée en polystyrène expansé de 3cm d'épaisseur
- Le bâtiment D en travaux lors de la visite a été modélisé à l'état avant travaux. Et le coût du remplacement des menuiseries de ce bâtiment n'a pas été pris en compte dans les scénarios, car celles-ci étaient déjà remplacées lors de la visite.

1.6 Anomalies éventuelles à faire remonter

Sans objet.

1.7 Points bloquants

Sans objet.

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 13/06/2022. 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 ROUEN
Adresse	50 avenue de Bretagne 76039 ROUEN CEDEX 1
Zone climatique	H1A
Altitude	7 mètres

2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs

	CPAM ROUEN
Nom	A. BARBOSA
Téléphone	06.60.41.63.92
Fonction	Responsable Logistique
E-mail	arnaud.barbosa@assurance-maladie.fr

2.1.3 Visite

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

	Situation
Date de la visite :	13/06/2022
Diagnostiqueur :	LBRE
Accompagnateurs :	D. CARRE
Conditions climatiques :	T _{ext.} = 20°C, Ensoleillé

2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés

Les travaux antérieurs ou programmés sont les suivants :

Travaux	Date
Réhabilitation du bâtiment D	En cours
Réhabilitation bâtiment C avec ITI, dalle de faux plafond, et isolation plancher bas sur vide sanitaire	2021
Réhabilitation 3 ^{ème} étage	2021
Réfection terrasses techniques	2020
Modernisation des ascenseurs	2020
Réhabilitation 2 ^{ème} étage	2019
Réaménagement 1 ^{er} et 7 ^{ème} étage	2018
Réaménagement RDC	2016
Ravalement simple	2002

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 AB	1977	10	13 898 m ²	12 824 m ²	Immeuble de bureaux
CPAM C	1977	1	418 m ²	418 m ²	Immeuble de bureaux
CPAM D	1977	2	2415 m ²	2174 m ²	Restauration (bâtiment en travaux)

2.2.2 Occupation du bâtiment

2.2.2.1 Horaires du site

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Ouverture	06h00	06h00	06h00	06h00	06h00	-	-
Fermeture	19h45	19h45	19h45	19h45	19h30	-	-

2.2.2.2 Fréquentation du site

Dénomination	Effectif
Nombre d'employés	Environ 623 personnes
Surface plancher	16 731 m ²³
Densité surfacique (m ² surface de plancher/occupant)	33,5m ² /occupant

³ La surface de plancher a été calculé sur plan.

2.3 Analyse du comportement des usagers

Inspection des comportements	
Comportement des usagers	
Le public est-il sensibilisé aux problématiques énergétiques ?	Oui, plutôt
Hiver : Comportement des usagers vis-à-vis de l'ouverture des Mex	Les menuiseries du bâtiment AB ne s'ouvrent pas. Celles du bâtiment C sont rarement ouvertes.
Hiver : Les portes d'accès aux bâtiments (halls, portes d'entrée, accès techniques, etc) sont	Laissées rarement ouvertes car la fermeture est automatique
Comportement vis à vis de la bureautique - Personnel	Coupure automatique à 19h45
Comportement vis à vis des radiateurs	Peu d'émetteurs disposent d'une régulation terminale
Comportement vis à vis de l'éclairage	Les locaux inoccupés visités présentant un interrupteur étaient éteints
Comportement vis à vis des douches	Peu d'usage des douches
Ressenti des usagers	
Les usagers ont-ils des sensations de froid en hiver ?	Oui (zones ponctuelles)
Les usagers ont-ils des sensations de chaud en été ?	Oui (zones ponctuelles)
Les usagers ressentent-ils des courants d'air ?	Non (ensemble du site)
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	2
Commentaires	Les occupants sont plutôt soucieux des problématiques énergétiques. Des sensations d'inconforts sont ressenties sur des zones ponctuelles du site en été et hiver. Des travaux sont nécessaires afin d'améliorer le confort des usagers.

Performance	0	Comportement énergivore	1	Quelques bonnes pratiques	2	Bon comportement	3	Très bon comportement
--------------------	---	--------------------------------	---	----------------------------------	---	-------------------------	---	------------------------------

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 extérieur allège- Béton		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton	1391m²	0,94	1	2
	Epaisseur :	10 cm				
	Isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Polystyrène expansé				
	Epaisseur d'isolation :	3 cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :		2.9			
Localisation :		Allège de menuiserie bâtiment A				
Mur sur extérieur RDC - Béton		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton	173m²	0,86	1	2
	Epaisseur :	27cm				
	Isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Polystyrène expansé				
	Epaisseur d'isolation :	3cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :		2.9			
Localisation :		Mur du rez-de-chaussée du bâtiment AB				
Mur sur extérieur sous-sol- Béton		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton	46m²	2,89	0	2
	Epaisseur :	30cm				
	Isolation :	Pas d'isolation				
	Epaisseur d'isolation :	0cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :					
	Localisation :		Mur du sous-sol du bâtiment AB			
Mur sur extérieur extension - Béton		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton	117m²	0,90	1	2
	Epaisseur :	18cm				
	Isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Polystyrène expansé				
	Epaisseur d'isolation :	3cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :		2.9			
Localisation :		Extension bâtiment B				


Mur enterré- Béton		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton	104m²	2,89	1	2
	Epaisseur :	30cm				
	Isolation :	Pas d'isolation				
	Epaisseur d'isolation :	0cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
	Localisation :		Mur du sous-sol du bâtiment AB			
Mur sur local non chauffé - Béton		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton	455m²	1,37	1	2
	Epaisseur :	18cm				
	Isolation :	Pas d'isolation				
	Epaisseur d'isolation :	0cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.0				
	Localisation :		Mur sur locaux non chauffés du bâtiment A			
Mur sur extérieur bâtiment C - Béton		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton	169m²	0,30	3	2
	Epaisseur :	34cm				
	Isolation :	Isolation intérieure				
	Epaisseur d'isolation :	12cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
	Localisation :		Mur du bâtiment C			
Mur sur extérieur bâtiment D – Béton (avant travaux)		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton	457m²	0,89	1	2
	Epaisseur :	27cm				
	Isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Polystyrène expansé				
	Epaisseur d'isolation :	3cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
Localisation :		Mur du bâtiment D				

Commentaire par équipement	
Mur sur extérieur allège - Béton	Les murs d'allège de menuiserie du bâtiment A sont en béton et isolés par l'intérieur. Lors de la visite aucune dégradation n'a été constatée. Afin d'améliorer les performances et l'inertie du bâtiment, nous préconisons la mise en place d'une isolation par l'extérieur sous enduit. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Mur sur extérieur RDC - Béton	Les murs du rez-de-chaussée du bâtiment A sont en béton et isolés par l'intérieur. Lors de la visite aucune dégradation n'a été constatée. Afin d'améliorer les performances et l'inertie du bâtiment, nous préconisons la mise en place d'une isolation par l'extérieur sous enduit. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

Mur sur extérieur sous-sol - Béton	Les murs sur extérieur du sous-sol du bâtiment A sont en béton et ne présentent pas d'isolation. Lors de la visite aucune dégradation n'a été constatée. Afin d'améliorer les performances et l'inertie du bâtiment, nous préconisons la mise en place d'une isolation par l'extérieur sous enduit. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Mur sur extérieur extension - Béton	Les murs du bâtiment B sont en béton et isolés par l'intérieur. Lors de la visite aucune dégradation n'a été constatée. Afin d'améliorer les performances et l'inertie du bâtiment, nous préconisons la mise en place d'une isolation par l'extérieur sous enduit. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Mur enterré- Béton	Les murs enterrés du sous-sol du bâtiment A sont en béton et ne présentent pas d'isolation. Lors de la visite aucune dégradation n'a été constatée. Afin d'améliorer les performances du bâtiment, nous préconisons la mise en place d'une isolation par l'intérieur. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Mur sur local non chauffé - Béton	Les murs sur locaux non chauffés du bâtiment A sont en béton et ne présentent pas d'isolation. Lors de la visite aucune dégradation n'a été constatée. Afin d'améliorer les performances du bâtiment, nous préconisons la mise en place d'une isolation par l'extérieur. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Mur sur extérieur bâtiment C - Béton	L'isolation est performante, aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Mur sur extérieur bâtiment D - Béton	Les murs du bâtiment D sont considérés avant travaux identiques aux murs d'origine en béton et isolés par l'intérieur. Afin d'améliorer les performances et l'inertie du bâtiment, nous préconisons la mise en place d'une isolation par l'extérieur sous enduit. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.


Menuiserie						
Mur rideau RDC		Surface	Uw	P	V	
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 12 mm	117m ²	2.3	2	2
	Etanchéité :	Bonne				
	Remplissage :	Air				
	Occultation :	Pare soleil ou film solaire				
	Position :	Nu extérieur				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Localisation :		Mur rideau du rez-de-chaussée de l'extension bâtiment B			
Lanterneau en toiture bâtiments C et D		Surface	Uw	P	V	
	Matériau et vitrage :	Acier / Polycarbonate simple-peau	38m ²	3.5	1	1
	Etanchéité :	Moyenne				
	Remplissage :	Sans objet				
	Occultation :	Aucune				
	Type :	Lanterneau				
	Inclinaison :	Horizontale				
	Pathologies :	Présence de défauts d'étanchéité à l'air au niveau du cadre				
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1.9					
Localisation :		Toiture du bâtiment C				
Fenêtre sur extérieur SV		Surface	Uw	P	V	
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Simple vitrage	66m ²	4.0	0	1
	Etanchéité :	Faible				
	Remplissage :	Sans objet				
	Occultation :	Volet roulant + quelques store intérieur et film solaire				
	Position :	Nu intérieur				
	Fermeture :	Basculante				
	Pathologies :	Présence de défauts d'étanchéité à l'air au niveau du cadre				
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1.9					
Localisation :		Sous-sol				

Fenêtre sur extérieur DV extension bâtiment B			Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 12 mm	80m²	2.3	2	2
	Etanchéité :	Bonne				
	Remplissage :	Air				
	Occultation :	Volet roulant + store intérieur				
	Matériau occultation :	Textile				
	Position :	Nu intérieur				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1.9				
Localisation :		Extension bâtiment B				
Fenêtre sur extérieur DV bâtiment C			Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 10mm	95m²	1.4	3	3
	Etanchéité :	Bonne				
	Fermeture :	Oscillo-battante				
	Année :	2021				
	Occultation :	Volet roulant + store intérieur				
	Matériau occultation :	Store textile				
	Position :	Nu intérieur				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1.9					
Localisation :		Bâtiment C				
Fenêtre sur extérieur DV bâtiment A			Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 6 mm	1701m²	3.5	1	2
	Etanchéité :	Bonne				
	Remplissage :	Air				
	Occultation :	Volet roulant au rez-de-chaussée et 1 ^{er} étage + store intérieur				
	Matériau occultation :	Store textile				
	Position :	Nu intérieur				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1.9				
Localisation :		Bâtiment A				



Vitre de toit		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage : Aluminium / DV- lame d'air 6 mm	27m ²	3.5	1	2
	Etanchéité : Moyenne				
	Remplissage : Air				
	Occultation : Lanterneau polycarbonate				
	Type : Vitre de toit				
	Inclinaison : Horizontale				
	Pathologies : Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) : 1.9				
Localisation : Toiture du bâtiment B					
Fenêtre sur extérieur DV bâtiment D (avant travaux)		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage : Aluminium / DV- lame d'air 6 mm	136m ²	3.5	1	2
	Etanchéité : Bonne				
	Remplissage : Air				
	Position : Nu intérieur				
	Pathologies : Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) : 1.9				
Localisation : Bâtiment D					

Commentaire par équipement	
Mur rideau RDC	Le mur rideau de l'accueil du bâtiment AB présente une performance satisfaisante. Nous ne préconisons donc pas son remplacement.
Lanterneau en toiture	Les lanterneaux installés en toiture terrasse pour faire des puits de lumières dans les pièces dites « aveugles » sont vétustes et peu performantes. Nous intégrons le remplacement de ces lanterneaux avec la réfection des toitures terrasses du bâtiment C. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Fenêtre sur extérieur SV	Les menuiseries du sous-sol présentent une faible performance thermique et des défauts d'étanchéité à l'air au niveau des ouvertures basculantes. Nous préconisons leur remplacement. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Fenêtre sur extérieur DV extension bâtiment B	Les menuiseries du bâtiment B présentent une performance satisfaisante. Nous ne préconisons donc pas leur remplacement.
Fenêtre sur extérieur DV bâtiment C	L'ensemble des menuiseries du bâtiment C ont été remplacées en 2021 dans le cadre d'une rénovation du bâtiment. Ces menuiseries sont en bon état et performantes, aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Fenêtre sur extérieur DV bâtiment A	Les menuiseries du bâtiment A sont vétustes et présentent une performance thermique peu satisfaisante. Nous préconisons leur remplacement. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Vitre de toit	Les vitres de toit du bâtiment B sont vétustes et présentent une performance thermique peu satisfaisante. Nous préconisons le remplacement de la vitre et du lanterneau polycarbonate par un lanterneau vitré. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

Fenêtre sur extérieur DV bâtiment D	Les menuiseries du bâtiment D sont considérées avant travaux identiques aux menuiseries d'origine du bâtiment A. Elles sont vétustes et présentent une performance thermique peu satisfaisante. Nous préconisons leur remplacement. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
-------------------------------------	--

Plancher bas						
Plancher bas sur locaux techniques de sous-sol			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	1452m²	1,23	0	2
	Epaisseur :	20cm				
	Isolation :	Aucune				
	Localisation :	1 ^{er} sous-sol bâtiment A				
	Ventilation du local non chauffé :	Local peu ventilé				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.7				
	Localisation :		Plancher bas 1 ^{er} sous-sol du bâtiment A et du rdc du bâtiment D			
Plancher bas sur vide sanitaire			Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	417m²	0,20	3	3
	Epaisseur :	20 cm				
	Isolation :	Sous-face				
	Isolant :	Laine de roche (hypothèse)				
	Epaisseur d'isolation	15cm (hypothèse)				
	Localisation :	RDC bâtiment C				
	Ventilation du local non chauffé :	Local peu ventilé				
	Année :	2021				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.7				
Localisation :		Plancher bas du bâtiment C				
Plancher bas sur zone de livraison			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	30m²	0,20	3	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Isolation :	Sous-face				
	Isolant :	Fibrastyrène (hypothèse)				
	Epaisseur d'isolation	15cm (hypothèse)				
	Localisation :	RDC bâtiment A				
	Ventilation du local non chauffé :	Local très ventilé				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.7				
Localisation :		Plancher bas du RDC bâtiment A				

Commentaire par équipement	
Plancher bas sur locaux techniques de sous-sol	Le 1 ^{er} sous-sol du bâtiment A et le rdc du bâtiment D sont disposés au-dessus de locaux techniques. Nous préconisons l'isolation de ce plancher. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Plancher bas sur vide sanitaire	Le bâtiment C donne sur un vide sanitaire qui a été isolé en 2021 lors de la réhabilitation du bâtiment C. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Plancher bas sur zone de livraison	Une partie du RDC du bâtiment A est disposée au-dessus de la zone de livraison du 1 ^{er} sous-sol. Ce plancher étant déjà isolé aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

Plancher Haut					
Toiture terrasse bâtiment A étage 7		Surface	U	P	V
	Type :	Toiture terrasse	1 124m²	0,34	1
	Isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	6 cm			
	Pathologies :	Aucune dégradation			
	Année :	2010			
	Etanchéité :	Bicouche bitume élastomère			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3			
Localisation : Toiture terrasse du 7 ^{ème} étage du bâtiment A					
Toiture terrasse bâtiment A étage 6		Surface	U	P	V
	Type :	Toiture terrasse	112m²	0,18	2
	Isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	12 cm			
	Pathologies :	Aucune dégradation			
	Année :	2020			
	Etanchéité :	Monocouche bitume élastomère à armature composite			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3			
Localisation : Toiture terrasse du 6 ^{ème} étage du bâtiment A					
Toitures terrasses bâtiment B C et D		Surface	U	P	V
	Type :	Toiture terrasse	859m²	0,34	1
	Isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	6 cm			
	Pathologies :	Aucune dégradation			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3			
Localisation : Toitures terrasses des bâtiments B et C					

Toiture terrasse locaux techniques		Surface	U	P	V	
	Type :	Toiture terrasse	190m²	0,34	2	3
	Isolation :	Isolation par-dessus				
	Isolant :	Polyuréthane				
	Epaisseur d'isolation :	6 cm				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
	Année :	2020				
	Etanchéité :	Monocouche bitume élastomère à armature composite				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3				
	Localisation : Toiture terrasse des locaux techniques du bâtiment A					

Commentaire par équipement	
Toiture terrasse bâtiment A étage 7	Toiture terrasse du 7 ^{ème} étage rénovée en 2020 avec isolation en polyuréthane et étanchéité bitumeuse. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Toiture terrasse bâtiment A étage 6	Toiture terrasse du 6 ^{ème} étage servant de patio au 7 ^{ème} étage rénovée en 2020 avec isolation polyuréthane et étanchéité bitumineuse. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Toitures terrasses bâtiment B et C	Toitures terrasses des bâtiments B et C. Nous avons considéré une faible isolation thermique d'origine sur ces toitures. Nous préconisons l'isolation de ces toitures. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport

3.2 Chauffage



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

3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation

Description de l'exploitation	
Type d'exploitation	Prestataire privé avec contrat CPI / PF et garantie totale P3
Société de maintenance	DALKIA
Périmètre	Chauffage / Climatisation / Ventilation / ECS / plomberie sanitaire / pompes de relevage / installations électriques / groupes électrogènes et onduleurs / GTC et régulation de l'éclairage / équipements de cuisine et chambres froides
Appréciation de la conduite des installations	Bonne qualité de la prestation de maintenance.

3.2.2 Description de la chaufferie






Production de chaleur			
Récupération de chaleur sur groupes froids		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble des bâtiments	
	Energie :	Thermique	
	Puissance thermique :	Groupe froid 1A : 444 kW	
		Groupe froid 1B : 352 kW	
		Groupe froid 2 : 129 kW	
	Rendement :	221 %	
	Technologie :	Echangeur à plaques	
	Année :	Groupe froid 1A : 2006	
		Groupe froid 1B : 2011	
		Groupe froid 2 : 1998	
	Nombre :	3	
Récupération de chaleur sur air extrait		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble des bâtiments	
	Energie :	Thermique	
	Puissance thermique :	108 kW	
	Technologie :	Echangeur	
	Année :	Récupérateur 2 : 2019	
		Récupérateur 1 : Erge-Spirale	
	Marque :	Récupérateur 2 : Hydronic	
		Récupérateur 3 : Erge-Spirale	
	Nombre :	3	
Chaudière électrique alimentant les bâches		P	V

	Locaux desservis :	Ensemble des bâtiments	1	2
	Energie :	Electricité		
	Puissance thermique :	330 kW		
	Rendement :	100 %		
	Technologie :	Chaudière électrique		
	Fonction :	Appoint au système de chauffage		
	Année :	2012		
	Marque :	VULCANIC		
	Modèle :	Type 2006		
	Nombre :	2		
Batterie électrique CTA périphérie accueil			P	V
	Locaux desservis :	Périphérie accueil bâtiment A	1	2
	Energie :	Electricité		
	Puissance thermique :	3 kW		
	Rendement :	100 %		
	Technologie :	Batterie électrique		
	Fonction :	Appoint au système de chauffage		
	Année :	2007		
	Marque :	HYDRONIC		
	Modèle :	AX M20 Confort		
	Nombre :	1		
Batterie électrique sur ventilo-convecteur atelier ouvriers			P	V
	Locaux desservis :	Atelier ouvriers	1	2
	Energie :	Electricité		
	Puissance thermique :	2 kW		
	Rendement :	100 %		
	Technologie :	Batterie électrique		
	Fonction :	Appoint au système de chauffage		
	Année :	2005		
	Marque :	CIAT		
	Modèle :	Major 2 CV1D 432		
	Nombre :	1		
Rideau d'air chaud accueil			P	V
	Locaux desservis :	Accueil bâtiment A	1	2
	Energie :	Electricité		
	Puissance thermique :	24 kW		
	Rendement :	100 %		
	Technologie :	Rideau d'air chaud		
	Année :	2011		
	Marque :	France AIR		
	Modèle :	Harmony vertical type E24		
	Nombre :	1		
Batterie électrique CTA salles de réunion			P	V

	Locaux desservis :	Salle de réunion du 1 ^{er} étage du bâtiment A	1	2
	Energie :	Electricité		
	Puissance thermique :	18 kW		
	Rendement :	100 %		
	Technologie :	Batterie électrique		
	Fonction :	Appoint au système de chauffage		
	Année :	2018		
	Marque :	France AIR		
	Modèle :	CIREC A400/18000 T V2		
	Nombre :	1		
Convecteur électrique			P	V
	Locaux desservis :	Locaux 1 ^{er} sous-sol et 1 ^{er} étage côté nord du bâtiment A	0	1
	Energie :	Electricité		
	Puissance thermique :	2 kW		
	Rendement :	100 %		
	Technologie :	Convecteur électrique		
	Fonction :	Appoint au système de chauffage		
	Marque :	ATLANTIC		
	Nombre :	11		
Convecteur électrique à inertie			P	V
	Locaux desservis :	Locaux 1 ^{er} sous-sol du bâtiment A	1	2
	Energie :	Electricité		
	Puissance thermique :	1,5 kW		
	Rendement :	100 %		
	Technologie :	Convecteur électrique		
	Fonction :	Appoint au système de chauffage		
	Marque :	ACOVA		
	Nombre :	15		
Convecteur électrique plinthe			P	V
	Locaux desservis :	7 ^{ème} étage du bâtiment A	1	2
	Energie :	Electricité		
	Puissance thermique :	1 kW		
	Rendement :	100 %		
	Technologie :	Convecteur électrique		
	Fonction :	Appoint au système de chauffage		
	Année :	2017		
	Marque :	ACOVA		
	Modèle :	MTCLXD - 100		
	Nombre :	16		

Batterie électrique terminale CTA 1		P	V
	Locaux desservis :	1	2
	Accueil du bâtiment A		
	Energie :		
	Electricité		
	Puissance thermique :		
	65 kW		
	Rendement :		
	100 %		
	Technologie :		
	Batterie électrique		
	Fonction :		
	Appoint au système de chauffage		
	Marque :		
	Erge-Spirale		
	Nombre :		
	1		
Batterie électrique terminale CTA 2		P	V
	Locaux desservis :	1	2
	Zones périphériques des bâtiments A et B		
	Energie :		
	Electricité		
	Puissance thermique :		
	388 kW		
	Rendement :		
	100 %		
	Technologie :		
	Batterie électrique		
	Fonction :		
	Appoint au système de chauffage		
	Marque :		
	Erge-Spirale		
	Nombre :		
	4		





Commentaire par équipement	
Système de chauffage et climatisation change over	<p>En été</p> <ul style="list-style-type: none"> - La chaleur excédentaire est rejetée dans l'atmosphère via les tours aéroréfrigérantes lorsque la bâche est à température. <p>En mi-saison</p> <ul style="list-style-type: none"> - La chaleur excédentaire est stockée dans la bâche. - La récupération de chaleur sur air extrait est activée lorsque le recyclage de l'air des zones chaudes ne suffit pas à assurer les besoins en chauffage des zones froides. <p>En hiver</p> <ul style="list-style-type: none"> - La chaleur des groupes froids et de l'air extrait est utilisée pour le chauffage. Lorsque cela n'est pas suffisant la chaleur stockée dans la bâche est utilisée. - Si la chaleur stockée la journée est insuffisante une chaudière électrique assure la mise en température de la bâche.
Récupération de chaleur sur groupes froids	La récupération de chaleur sur les groupes froids est efficace énergétiquement. Toutefois les groupes froids peuvent être remplacés afin d'améliorer la performance du système. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Récupération de chaleur sur air extrait	La récupération de chaleur sur air extrait est efficace énergétiquement. Nous préconisons toutefois le calorifugeage de l'échangeur de récupération de chaleur. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Chaudière électrique alimentant les bâches	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Batterie électrique CTA périphérie accueil	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Batterie électrique sur ventilo-convecteur atelier ouvriers	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Rideau d'air chaud accueil	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Batterie électrique CTA salles de réunion	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Convecteur électrique	Nous préconisons le remplacement des convecteurs par des radiateurs électriques à inertie. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Convecteur électrique à inertie	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Convecteur électrique plinthe	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Batterie électrique terminale CTA 1	Nous préconisons la désactivation des batteries terminales électriques en cas de rénovation énergétique complète du bâtiment, car en limitant les besoins du bâtiment celles-ci ne seront plus nécessaires pour atteindre les températures de consigne.
Batterie électrique terminale CTA 2	Nous préconisons la désactivation des batteries terminales électriques en cas de rénovation énergétique complète du bâtiment, car en limitant les besoins du bâtiment celles-ci ne seront plus nécessaires pour atteindre les températures de consigne.

Auxiliaire de chauffage			
Pompes maintien de pression circuit chaud		P	V
	Puissance électrique :	4 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Position :	Maintien de pression	
	Marque :	SULZER	
	Nombre :	2	
Localisation : Chaufferie		1	1
Pompes réchauffeur		P	V
	Puissance électrique :	0,55 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Position :	Réchauffeur	
	Marque :	Salmson	
	Nombre :	2	
Localisation : Chaufferie		1	2
Pompes circulation récupération de chaleur sur groupes froids 1A et 1B		P	V
	Puissance électrique :	7,5 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Position :	Récupération de chaleur sur groupes froids 1A et 1B	
	Marque :	SULZER	
	Nombre :	2	
Localisation : Chaufferie		1	1
Pompe circulation récupération de chaleur sur groupe froid 2		P	V
	Puissance électrique :	2,2 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Position :	Récupération de chaleur sur groupe froid 2	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie		1	2
Pompe circulation réseau éjecto-convecteur		P	V
	Puissance électrique :	7,5 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Position :	Départ constant	
	Marque :	SULZER	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie		1	1

Pompe circulation batteries chaudes des centrales d'air bâtiments AB		P	V
	Puissance électrique : 15 kW	3	2
	Technologie : Pompe à débit variable		
	Type : Pompe simple		
	Position : Départ constant		
	Marque : SULZER		
	Nombre : 1		
Localisation : Chaufferie			
Pompe circulation batteries chaudes CTA restaurant et aérothermes bâtiments CD		P	V
	Puissance électrique : 3 kW	1	1
	Technologie : Pompe à débit constant		
	Type : Pompe simple		
	Position : Départ constant		
	Marque : SULZER		
	Nombre : 1		
Localisation : Chaufferie			
Pompe secondaire bâtiment C		P	V
	Puissance électrique : 0,2 kW	3	3
	Technologie : Pompe à débit variable		
	Type : Pompe double		
	Position : Départ constant		
	Marque : WILO		
	Nombre : 1		
Localisation : Sous-station bâtiment C			
Commentaire par équipement			
Pompes maintien de pression circuit chaud	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur les pompes. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.		
Pompes réchauffeur	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur les pompes. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.		
Pompes circulation récupération de chaleur sur groupes froids 1A et 1B	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur les pompes. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.		
Pompe circulation récupération de chaleur sur groupe froid 2	Cette pompe est de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'une pompe à vitesse variable. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.		
Pompe circulation réseau éjecto-convecteur	Cette pompe est de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur la pompe. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.		
Pompe circulation batteries chaudes des centrales d'air bâtiments AB	Cette pompe est équipée d'un variateur de vitesse ce qui est performant énergétiquement. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.		

Pompe circulation batteries chaudes CTA restaurant et aérothermes bâtiments CD	Cette pompe est de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur la pompe. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompe secondaire bâtiment C	Cette pompe est de technologie « à vitesse variable » ce qui est performant énergétiquement. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

3.2.3 Description des émetteurs

Emission de chaleur						
Soufflage d'air chaud				P	V	
	Locaux desservis	Ensemble des bâtiments		3	2	
	Energie :	Air chaud				
	Technologie :	Soufflage d'air chaud par CTA				
	Position :	Plafond				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
Ejecto-convecteur				P	V	
	Locaux desservis	Périphérie des bâtiments AB		2	2	
	Energie :	Hydraulique et air chaud				
	Technologie :	Ejecto-convecteur				
	Position :	En allège				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
Convecteur électrique				P	V	
	Locaux desservis :	Locaux 1 ^{er} sous-sol et 1 ^{er} étage côté nord du bâtiment A		0	1	
	Energie :	Electricité				
	Technologie :	Convecteur électrique				
	Position :	Murale				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
Convecteur électrique à inertie				P	V	
	Locaux desservis :	Locaux 1 ^{er} sous-sol du bâtiment A		1	2	
	Energie :	Electricité				
	Technologie :	Convecteur électrique				
	Position :	Murale				
	Pathologies :	Aucune dégradation				
Convecteur électrique plinthe				P	V	
	Locaux desservis :	7 ^{ème} étage du bâtiment A		1	2	
	Energie :	Electricité				
	Technologie :	Convecteur électrique				
	Position :	En allège				
	Pathologies :	Aucune dégradation				

Ventilo-convecteur atelier ouvriers		P	V
Puissance électrique :	0,1 kW	2	2
Technologie :	Ventilo-convecteur		
Batterie chaude :	Hydraulique + appoint électrique		
Puissance batterie chaude :	3 kW		
Marque :	CIAT		
Modèle :	Major 2 CV1D 432		
Locaux desservis :	Atelier ouvriers		
Nombre :	1		

Commentaire par équipement	
Soufflage d'air chaud	Les zones centrales, périphériques ainsi que le 1 ^{er} sous-sol du bâtiment A et le bâtiment C sont équipés de bouches de ventilation reliées aux CTA permettant le soufflage d'air chaud ou froid (réversible) dans le bâtiment. Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.
Ejecto-convecteur	Les locaux des périphéries des bâtiments A/B sont équipés d'éjecto-convecteurs permettant le chauffage et le refroidissement des locaux (réversible). Nous préconisons le remplacement des éjecto-convecteurs par des ventilo-convecteurs à basse consommation. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Convecteur électrique	Nous préconisons le remplacement des convecteurs par des ventilo-convecteurs reliés à la production change over. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Convecteur électrique à inertie	Nous préconisons le remplacement des convecteurs par des ventilo-convecteurs reliés à la production change over. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Convecteur électrique plinthe à inertie	Nous préconisons le remplacement des convecteurs par des ventilo-convecteurs reliés à la production change over. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Ventilo-convecteur atelier ouvriers	L'atelier ouvriers du bâtiment A est chauffé par un ventilo-convecteur. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

3.2.4 Schéma de principe

Un schéma de principe était bien accessible mais pas 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.

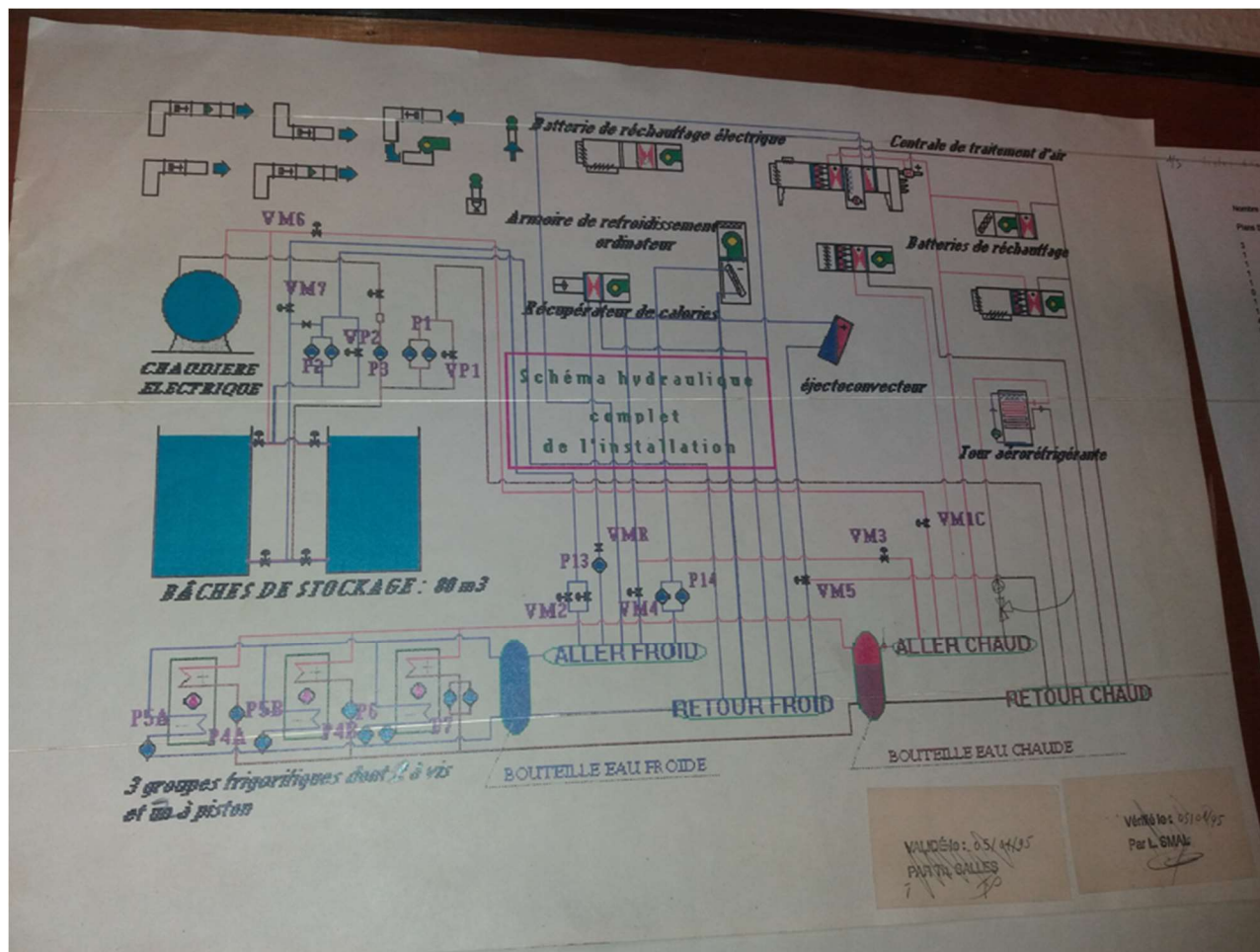

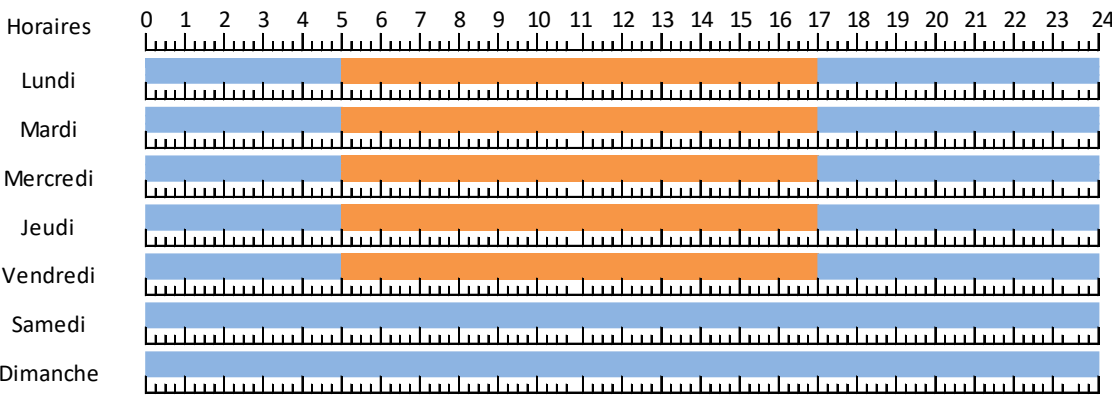


Figure 2 : Schéma de principe de l'installation présent en chaufferie

3.2.5 Analyse de la conformité

Conformité réglementaire Chaufferie	
Nom du local	Chaufferie
Situation	2 ^{ème} sous-sol
Accessibilité	Oui
Sens d'ouverture de la porte d'accès	Intérieur vers extérieur
Présence d'une barre anti-panique	Oui
Présence d'un ferme-porte	Oui
Balayage chaufferie	Conforme
Type de ventilation basse	Conduit
Type de ventilation haute	Conduit
Surface de plancher de la chaufferie	970 m ²
Hauteur sous plafond	4 m
Éclairage	Suffisant
Présence de consigne de sécurité	Non
Présence d'un schéma de principe	Oui (schéma incorrect)
Paroi coupe-feu	Non
Porte coupe-feu	Non
Présence d'une armoire électrique	Oui
Etat de l'armoire électrique	Bon état
Présence d'une coupure extérieure électrique	Oui
Présence d'une signalétique pour la coupure extérieure électrique	Non
Etat du coffret de coupure extérieure électrique	Bon état

3.2.6 Description de la régulation


Caractéristiques de la régulation en chaufferie :		Vétusté	Perf.
Régulation	 <p>La régulation des réseaux de chauffage et de refroidissement est réalisée à partir d'une GTB qui est pilotée depuis un poste informatique situé au rez-de-chaussée du bâtiment A.</p> <p>La régulation est régie selon des plannings horaires ainsi que par les températures intérieure et extérieure.</p> <p>Les plannings horaires sont adaptés à l'usage du bâtiment.</p>	2	3
	Départ Chauffage		
	<p>Circuit N°1 : Chauffage</p>  <p>Consignes : ■ Confort : 22,0 °C ■ Hors gel : 12,0 °C</p> <p>L'horaire de redémarrage du chauffage en mode confort est fonction des températures extérieures.</p>		

Commentaires
<ul style="list-style-type: none"> > Le chauffage est actuellement régulé par l'intermédiaire de la GTB. Les consignes de température en mode chauffage sont bloqués à un maximum de 22 °C. > L'interface de la GTB est peu ergonomique, l'utilisation d'une plateforme adaptée permettrait d'améliorer la gestion du site. <ul style="list-style-type: none"> • Le site de la CPAM de Rouen répond au décret BACS du 21/07/2020 (Building Automation and Control System) avec l'obligation de la mise en place d'une GTC pour les bâtiments tertiaires disposant d'une puissance installée (Chauffage + Refroidissement) supérieure à 290kW.

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			
CTA 1		P	V
	Puissance électrique :	37 kW	
	Technologie :	CTA DF avec caisson de mélange et avec récupération d'énergie	
	Echangeur :	Récupérateur de calories sur air extrait	
	Efficacité échangeur :	55%	
	Débit d'air soufflé :	19 400 m3/h	
	Débit d'air repris :	16 300 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Puissance batterie chaude :	400 kW + 65 kW (batterie terminale)	
	Puissance batterie froide :	400 kW	
	Marque :	HYDRONIC	
	Modèle :	CTH510	
	Locaux desservis :	Zones centrales, direction 7 ^{ème} étage, imprimerie, economat, accueil zls, rdv sm	
	Nombre :	1	
CTA 2		P	V
	Puissance électrique :	55 kW	
	Technologie :	CTA DF avec caisson de mélange et avec récupération d'énergie	
	Echangeur :	Récupérateur de calories sur air extrait	
	Efficacité échangeur :	55%	
	Débit d'air soufflé :	35 200 m3/h	
	Débit d'air repris :	29 600 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Puissance batterie chaude :	388 kW	
	Puissance batterie froide :	388 kW	
	Marque :	HYDRONIC	
	Modèle :	CTHB 445	
	Locaux desservis :	Zones périphériques, batterie terminale accueil zls	
	Nombre :	1	





CTA 3		P	V
	Puissance électrique :	3 kW	
	Technologie :	CTA DF avec caisson de mélange sans récupération d'énergie	
	Débit d'air soufflé :	3500 m3/h	
	Débit d'air repris :	1750 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	2
	Batterie froide :	Hydraulique	2
	Puissance batterie chaude :	24 kW	
	Puissance batterie froide :	14 kW	
	Locaux desservis :	1 ^{er} sous-sol du bâtiment A	
	Nombre :	1	

CTA périphérie accueil		P	V
	Puissance électrique :	2,2 kW	
	Technologie :	CTA SF	
	Débit d'air soufflé :	3000 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Puissance batterie chaude :	23 kW	2
	Marque :	HYDRONIC	
	Modèle :	AX M20 Confort	
	Locaux desservis :	Périphérie accueil	
	Nombre :	1	
CTA Salles de réunion		P	V
	Puissance électrique :	0,3 kW	
	Technologie :	CTA SF	
	Batterie chaude :	Electrique	
	Puissance batterie chaude :	18 kW	
	Marque :	France Air	2
	Modèle :	SILENS'AIR ECM315	
	Locaux desservis :	Salles de réunion du 1 ^{er} étage du bâtiment A	
	Nombre :	1	
CTA Bâtiment C		P	V
	Puissance électrique :	1,1 kW	
	Technologie :	CTA SF	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Puissance batterie chaude :	58 kW	3
	Marque :	HYDRONIC	
	Modèle :	CCM 20	
	Locaux desservis :	Bâtiment C	
	Nombre :	1	

CTA Bâtiment D		P	V
	Puissance électrique :	5,5 kW	1
	Technologie :	CTA SF	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Puissance batterie chaude :	93 kW	
	Puissance batterie froide :	110 kW	
	Marque :	HYDRONIC	
	Modèle :	AXM 125 Confort	
	Locaux desservis :	Bâtiment D	
	Nombre :	1	2

Commentaire par équipement	
CTA 1	Les zones centrales du bâtiment A sont ventilées par une CTA double flux qui permet de limiter les déperditions par renouvellement d'air. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par une CTA double flux avec caisson de mélange et récupérateur d'énergie. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
CTA 2	Les zones périphériques du bâtiment A sont ventilées par une CTA double flux qui permet de limiter les déperditions par renouvellement d'air. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par une CTA double flux avec caisson de mélange et récupérateur d'énergie. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
CTA 3	Le 1 ^{er} sous-sol du bâtiment A est ventilé par une CTA double flux qui permet de limiter les déperditions par renouvellement d'air. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par une CTA double flux avec caisson de mélange et récupérateur d'énergie. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
CTA périphérie accueil	La zone périphérique de l'accueil du bâtiment A est ventilé par une CTA simple flux. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par une CTA double flux avec caisson de mélange et récupérateur d'énergie. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
CTA Salles de réunion	Les salles de réunion du 1 ^{er} étage du bâtiment A sont ventilés par une CTA simple flux. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par une CTA double flux avec caisson de mélange et récupérateur d'énergie. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
CTA Bâtiment C	Le bâtiment C est ventilé par une CTA simple flux. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par une CTA double flux avec caisson de mélange et récupérateur d'énergie. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
CTA Bâtiment D	Le bâtiment D est ventilé par une CTA simple flux. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par une CTA double flux avec caisson de mélange et récupérateur d'énergie. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.





3.4 Eau Chaude Sanitaire

Caractéristiques des installations de production et distribution d'ECS :			Vétusté	Perf.
Production ECS		<p><i>Echangeur</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > Type : Echangeur à plaques <ul style="list-style-type: none"> o Marque : ALFA LAVAL o Modèle : V4-FM o Nombre : 1 o Puissance : 58 kW o Localisation : 2^{ème} sous-sol bâtiment A o Locaux desservis : Sanitaires 	2	1
		<p><i>Pompe de circulation échangeur ECS</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > Type : Pompe simple à débit constant > Marque : SALMSON > Modèle : SCX 32-25 > Puissance : 160 W > Nombre : 1 	2	1
		<p><i>Pompes de bouclage ECS</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > Type : Pompe simple à débit constant > Marque : GRUNDFOS > Modèle : UPS 25-50 > Puissance : 65 W > Nombre : 2 	2	1
		<p><i>Ballons électriques</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > Type : Ballon électrique décentralisé > Locaux desservis : douche sous-sol > Marque : ATLANTIC > Capacité : 50L > Nombre : 1 	2	1



Commentaire par équipement	
Echangeur	La production ECS pour les sanitaires est assurée par un échangeur à plaques. Celui-ci n'est pas calorifugé ce qui entraîne des pertes thermiques. Nous préconisons la mise en place d'une protection calorifuge autour de l'échangeur. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompe de circulation échangeur ECS	La circulation du réseau primaire ECS est assurée par une pompe simple à débit constant. Nous préconisons le remplacement de cette pompe par une pompe à débit variable. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompes de bouclage ECS	Le bouclage de la distribution ECS est assurée par deux pompes simples à débit constant. Nous préconisons le remplacement de ces pompes par des pompes à débit variable. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

Ballons électriques	La production d'ECS pour la douche des locaux techniques est assurée par un ballon électrique décentralisé. Nous proposons le raccordement de la douche au réseau de distribution ECS afin de déposer le ballon électrique.
---------------------	---

3.5 Eclairage




Eclairage intérieur				
Dalle LED			P	V
	Technologie :	Luminaires LED	3	3
	Type de luminaire :	Dalle		
	Nombre de lampes par luminaire :	1		
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	3 W/m²		
	Type d'éclairage :	Eclairage direct		
	Localisation :	Rdc, local CE et bibliothèque, étages 2 et 3, une partie du 7 ^{ème} étage rénovée du bâtiment A et bâtiment C		
Ampoule LED			P	V
	Technologie :	Luminaires LED	3	3
	Type de luminaire :	Ampoule		
	Nombre de lampes par luminaire :	1		
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	3 W/m²		
	Type d'éclairage :	Eclairage direct		
	Localisation :	Rdc bâtiment A		
Tubes Fluorescents			P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T8	1	2
	Type de luminaire :	Tube		
	Nombre de lampes par luminaire :	4		
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	10 W/m²		
	Type d'éclairage :	Eclairage direct		
	Localisation :	Escaliers, étage 1 4 5 6 et 7 du bâtiment A		
Tubes LED			P	V
	Technologie :	Luminaires LED	3	3
	Type de luminaire :	Tube		
	Nombre de lampes par luminaire :	1		
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	3 W/m²		
	Type d'éclairage :	Eclairage direct		
	Localisation :	Archives sous-sol bâtiment A		

Commentaire par équipement	
Dalle LED	Une partie des locaux a fait l'objet d'une rénovation récente de son éclairage avec la mise en place de dalles LED en plafond. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Ampoule LED	Une partie des locaux a fait l'objet d'une rénovation récente de son éclairage avec la mise en place de dalles LED en plafond. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Tubes fluorescents	Les escaliers et les étages 1 4 5 6 7 du bâtiment A présentent des éclairages fluorescents. Nous préconisons la mise en place d'éclairage LED dans ces locaux. Le remplacement de ces systèmes d'éclairages par des dalles LED est présenté dans les fiches actions dans la suite de ce rapport.
Tubes LED	Les archives du bâtiment A présentent des éclairages de type tube LED. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

Pilotage central			
GTB		P	V
-	Technologie : GTB	3	2
	Localisation : Ensemble des bâtiments		
Pilotage terminal			
Détecteur de présence		P	V
	Technologie : Détection de présence	3	3
	Localisation : Couloirs de l'étage 3, ainsi que l'ensemble des sanitaires du site		
Détecteur de présence +interrupteur		P	V
	Technologie : Détection de présence	3	3
	Localisation : Zone rénovée de l'étage 7, bureaux de l'étage 3, et bureaux du rez-de-chaussée		
Interrupteur + gradateur		P	V
	Technologie : Interrupteur et gradateur pour le réglage de l'intensité lumineuse	2	3
	Localisation : Plateaux des étages 2 et 3		
Sonde de luminosité		P	V
	Technologie : Sonde de luminosité	3	3
	Localisation : Zones périphériques étage 7		
Sans pilotage terminal		P	V
	Technologie : Sans pilotage	0	1
	Localisation : Escaliers, couloirs et zones centrales des étages 4 5 6 et 7, parking		



Commentaire par équipement	
Pilotage central	L'éclairage des bâtiments est piloté par la GTB. L'éclairage est allumé du lundi au jeudi de 6h à 19h45 et le vendredi de 6h à 19h30. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Pilotage terminal détecteur de présence	Certaines circulations et les sanitaires sont équipés de détecteurs de présence. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Pilotage terminal détecteur de présence + interrupteur	Certains bureaux sont équipés de détecteurs de présence couplés à des interrupteurs. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Pilotage terminal interrupteur + gradateur	Certaines grandes zones de plateaux de bureaux sont équipées d'interrupteurs couplés à des gradateurs permettant la régulation de l'intensité lumineuse. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Pilotage terminal sonde de luminosité	Certains bureaux sont équipés de sondes de luminosité. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Sans pilotage terminal	Les escaliers, certaines zones centrales et de circulation ne sont pas équipés de pilotage terminal de l'éclairage. Nous préconisons de mettre en place des détecteurs de présence couplés à des sondes de luminosité dans ces locaux.

3.6 Climatisation



Production de froid			
Groupe froid – 1A CARRIER		P	V
	Type :	Groupe froid à compresseur à vis	
	Puissance froid :	550 kW	
	Puissance électrique :	212 kW	
	Technologie :	COP < 3	
	COP :	2.59	
	Position :	Sol	
	Année :	2006	
	Marque :	CARRIER	
	Modèle :	30HXC190	
	Nombre :	1	
Groupe froid – 1B CARRIER		P	V
	Type :	Groupe froid à compresseur à vis	
	Puissance froid :	419 kW	
	Puissance électrique :	134 kW	
	Technologie :	COP > 3	
	COP :	3.13	
	Position :	Sol	
	Année :	2011	
	Marque :	CARRIER	
	Modèle :	30XW-0452	
	Nombre :	1	
Groupe froid – 2 TRANE		P	V
	Type :	Groupe froid à compresseurs à spirale	
	Puissance froid :	165 kW	
	Puissance électrique :	72 kW	
	Technologie :	COP < 3	
	COP :	2.29	
	Position :	Sol	
	Année :	1998	
	Marque :	TRANE	
	Modèle :	ECGWH250	
	Nombre :	1	

Tour aéroréfrigérante T3A		P	V
	Type :	Tour de refroidissement	
	Puissance thermique :	800 kW	
	Puissance électrique :	7,5 kW	
	Année :	2006	
	Position :	Toiture-terrasse	
	Marque :	EVAPCO	
	Modèle :	ATW-84-61	
	Nombre :	1	
2		2	
Tour aéroréfrigérante T3B		P	V
	Type :	Tour de refroidissement	
	Puissance thermique :	800 kW	
	Puissance électrique :	11 kW	
	Année :	1999	
	Position :	Toiture-terrasse	
	Marque :	EVAPCO	
	Modèle :	ATW-91B	
	Nombre :	1	
2		2	
Tour aéroréfrigérante T4		P	V
	Type :	Tour de refroidissement	
	Puissance thermique :	200 kW	
	Puissance électrique :	2,2 kW	
	Année :	1999	
	Position :	Toiture-terrasse	
	Marque :	EVAPCO	
	Modèle :	ATW-33A	
	Nombre :	1	
2		2	
Commentaire par équipement			
Groupe froid – 1A CARRIER	Le groupe froid 1A CARRIER a été installé en 2006, il est bon état et la maintenance est réalisée régulièrement permettant de conserver de bonnes performances. Le fluide frigorigène utilisé est le R134A. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par un groupe froid de type CO2.		
Groupe froid – 1B CARRIER	Le groupe froid 1B CARRIER a été installé en 2011, il est bon état et la maintenance est réalisée régulièrement permettant de conserver de bonnes performances. Le fluide frigorigène utilisé est le R134A. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par un groupe froid type CO2.		
Groupe froid – 2 TRANE	Le groupe froid 2 TRANE a été installé en 1998, il est en état d'usage et était destiné à être remplacé par un nouveau groupe froid lors de la visite. Le fluide frigorigène utilisé est le R22. Nous préconisons le remplacement de cet équipement par un groupe froid type CO2.		
Tour aéroréfrigérante T3A	Nous préconisons le remplacement de cet équipement par un modèle de tour aéroréfrigérante plus récent.		
Tour aéroréfrigérante T3B	Nous préconisons le remplacement de cet équipement par un modèle de tour aéroréfrigérante plus récent.		
Tour aéroréfrigérante T4	Nous préconisons le remplacement de cet équipement par un modèle de tour aéroréfrigérante plus récent.		

Auxiliaire de climatisation			
Pompe maintien de pression circuit froid 1		P	V
	Puissance électrique :	7,4 kW (hypothèse)	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Position :	Maintien de pression	
	Marque :	LOWARA	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie			
Pompe maintien de pression circuit froid 2		P	V
	Puissance électrique :	7,4 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Position :	Maintien de pression	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie			
Pompes circulation groupe froid 1		P	V
	Puissance électrique :	4 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Position :	Circulation groupe froid 1A et 1B	
	Marque :	SULZER	
	Nombre :	2	
Localisation : Chaufferie			
Pompe circulation groupe froid 2		P	V
	Puissance électrique :	0,9 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Position :	Circulation groupe froid 2	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie			
Pompes circulation froid		P	V
	Puissance électrique :	2,2 kW	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Position :	Départ salle info CTI	
	Marque :	SALMSON	
	Nombre :	2	
Localisation : Chaufferie			



Pompes circulation tour de refroidissement 1		P	V
	Puissance électrique : 11 kW	1	2
	Technologie : Pompe à débit constant		
	Type : Pompe simple		
	Position : Circulation tour de refroidissement 3A et 3B		
	Marque : SULZER		
	Nombre : 2		
Localisation : Chaufferie			
Pompes circulation tour de refroidissement 2		P	V
	Puissance électrique : 2,2 kW	1	1
	Technologie : Pompe à débit constant		
	Type : Pompe simple		
	Position : Circulation tour de refroidissement 4		
	Marque : SULZER		
	Nombre : 2		
Localisation : Chaufferie			
Pompes circulation climatisation		P	V
	Puissance électrique : 0,09 kW	1	1
	Technologie : Pompe à débit constant		
	Type : Pompe simple		
	Position : Circulation climatisation salles palières		
	Marque : GRUNDFOS		
	Nombre : 5		
Localisation : Bâtiment A			

Commentaire par équipement	
Pompes maintien de pression circuit froid	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur les pompes. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompes circulation groupe froid	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur les pompes. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompes circulation froid	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur les pompes. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompes circulation tour de refroidissement 1	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur les pompes. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompes circulation tour de refroidissement 2	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation d'un variateur de vitesse sur les pompes. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Pompes circulation climatisation	Ces pompes sont de technologie « à vitesse constante » ce qui n'est pas performant énergétiquement. Nous préconisons l'installation de pompes à débit variable. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

Emission de froid			
Soufflage d'air froid		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble des bâtiments	
	Energie :	Air froid	
	Technologie :	Soufflage d'air chaud par CTA	
	Position :	Plafond	
	Pathologies :	Aucune dégradation	
		3	2
Ejecto-convecteur		P	V
	Locaux desservis :	Périphérie des bâtiments A/B	
	Energie :	Hydraulique et air froid	
	Technologie :	Ejecto-convecteur	
	Position :	En allège	
	Pathologies :	Aucune dégradation	
		2	2

Commentaire par équipement	
Soufflage d'air froid	Les zones centrales, périphériques ainsi que le 1 ^{er} sous-sol du bâtiment A et le bâtiment C sont équipés de bouches de ventilation reliées aux CTA permettant le soufflage d'air chaud ou froid (réversible) dans le bâtiment. Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.
Ejecto-convecteur	Les locaux des périphéries des bâtiments A/B sont équipés d'éjecto-convecteurs permettant le chauffage et le refroidissement des locaux (réversible). Nous préconisons le remplacement des éjecto-convecteurs par des ventilo-convecteurs à basse consommation. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

3.7 Autres usages

Autres usages			
Serveurs informatiques		P	V
	Type :	Serveurs informatiques	
	Extinction hors utilisation :	Automatique de 19h45 à 6h le lendemain	
	Localisation :	Salle serveur	
		3	2
Equipements de cuisine		P	V
	Type :	Bouilloires / machines à café / micro-ondes / réfrigérateurs / distributeurs de nourriture	
	Extinction hors utilisation :	Fréquent	
		2	2
Imprimantes		P	V
	Type :	Imprimantes	
	Extinction hors utilisation :	Fréquent	
		2	2
Equipements de bureautique		P	V
	Type :	PC fixe, PC portable	
	Extinction hors utilisation :	Automatique de 19h45 à 6h le lendemain	
	Type :	Ecran	
	Extinction hors utilisation :	Mise en veille automatique	
		3	2
Equipements accès		P	V
	Type :	Portes automatiques, ascenseurs, et volets roulants	
	Extinction hors utilisation :	Automatique	
		2	2
Commentaire par équipement			
Serveurs informatiques	Les serveurs sont éteints automatiquement à 19h45 puis se rallument à 6h le lendemain. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.		
Equipements de cuisine	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.		
Imprimantes	Lors de la visite il a été spécifié que le nombre d'imprimantes va être divisé par deux afin d'arriver à 50 unités sur l'ensemble du site. Nous préconisons la mise en place d'une extinction généralisée de la bureautique.		
Equipements de bureautique	Les bureaux sont équipés d'ordinateurs composés d'une unité centrale et d'un écran. Les ordinateurs présentent une extinction généralisée, nous proposons de mettre en place le même système pour l'ensemble des équipements bureautique.		
Equipements accès	Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.		

4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE

4.1 Usages énergétiques du site

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

4.2 Plan de comptage des énergies

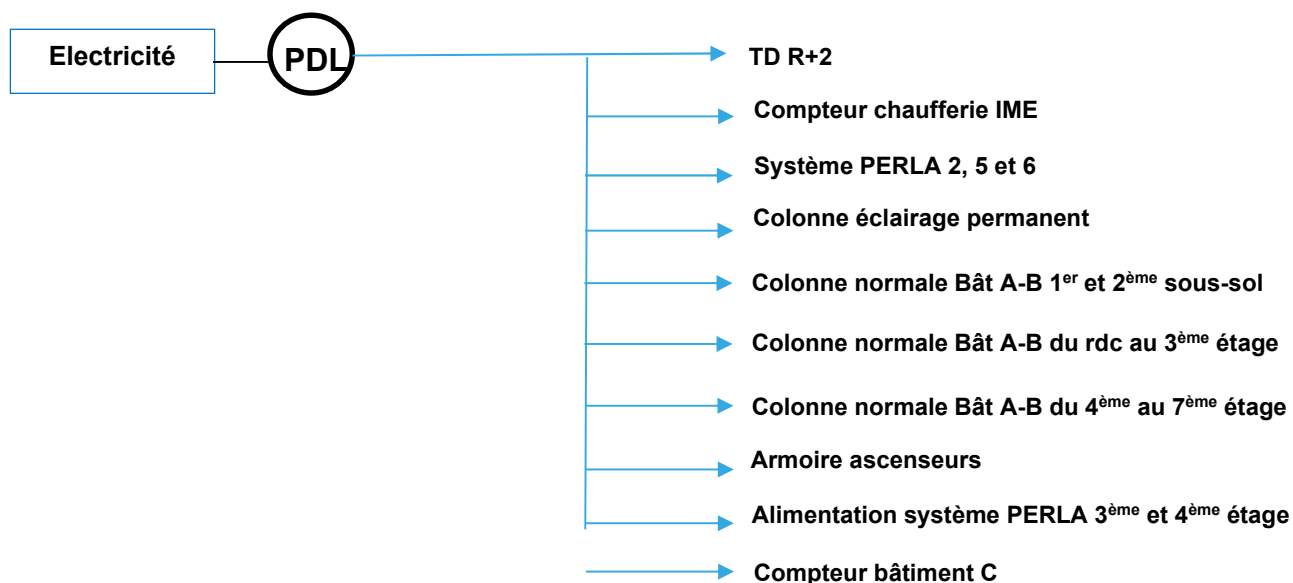
Les schémas du plan de comptage sont idéaux et peuvent être ajustés selon les besoins.

4.2.1 Description de l'approvisionnement en électricité

- > Le site dispose d'un seul compteur général qui dessert l'ensemble des bâtiments. Le site présente également dix sous-compteurs permettant de différencier les consommations par bâtiment et par usage électrique.

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PDL	Fournisseur	Puissance souscrite
CPAM Rouen	-	-	GL0218190T	DALKIA	800 kVA

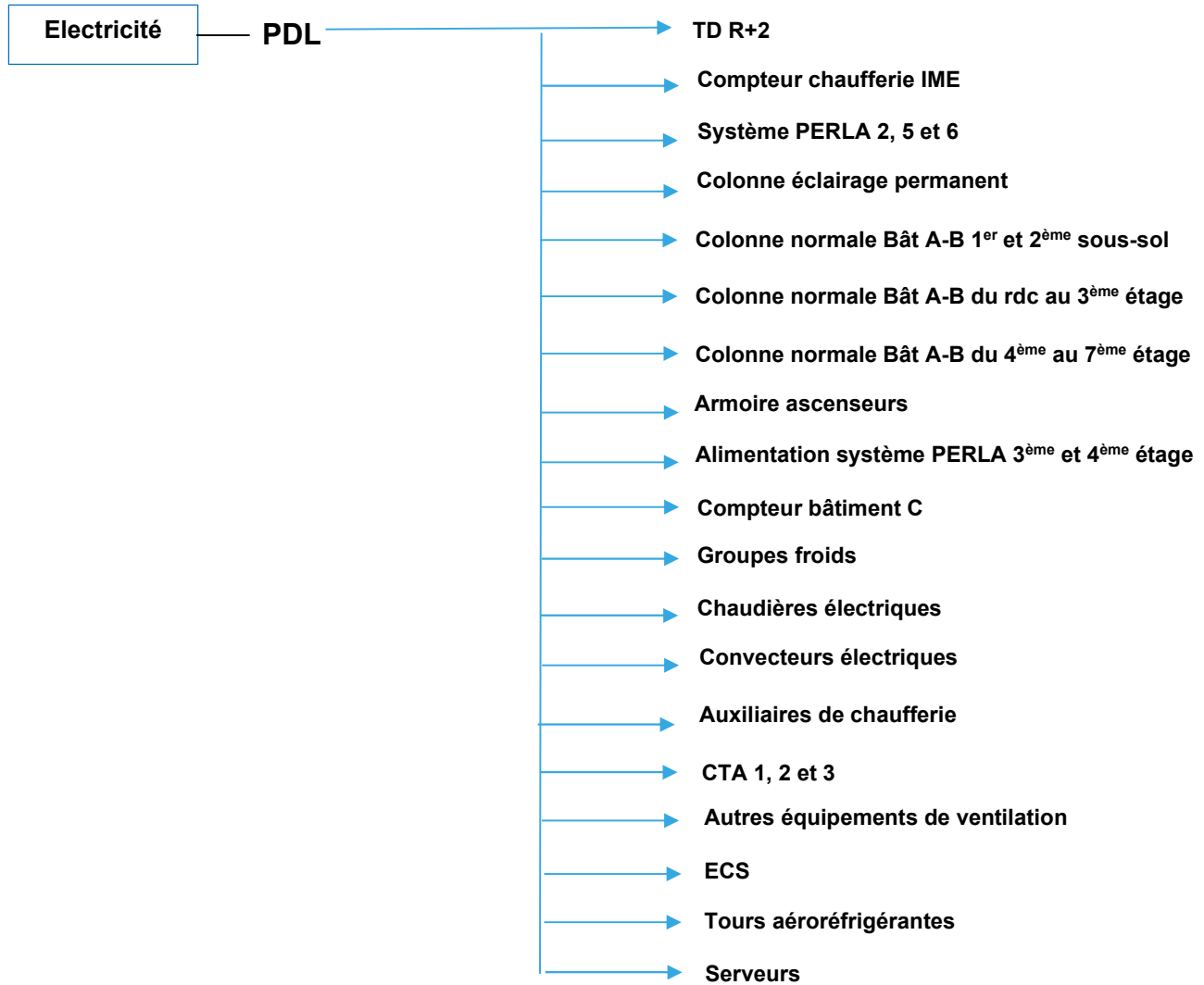
Le schéma ci-dessous présente le système de comptage actuel :



PDL : Point De Livraison

Les sous-compteurs électriques permettent d'identifier précisément les consommations et de limiter le risque de dérives énergétiques.

4.2.2 Schéma du plan de comptage proposé :



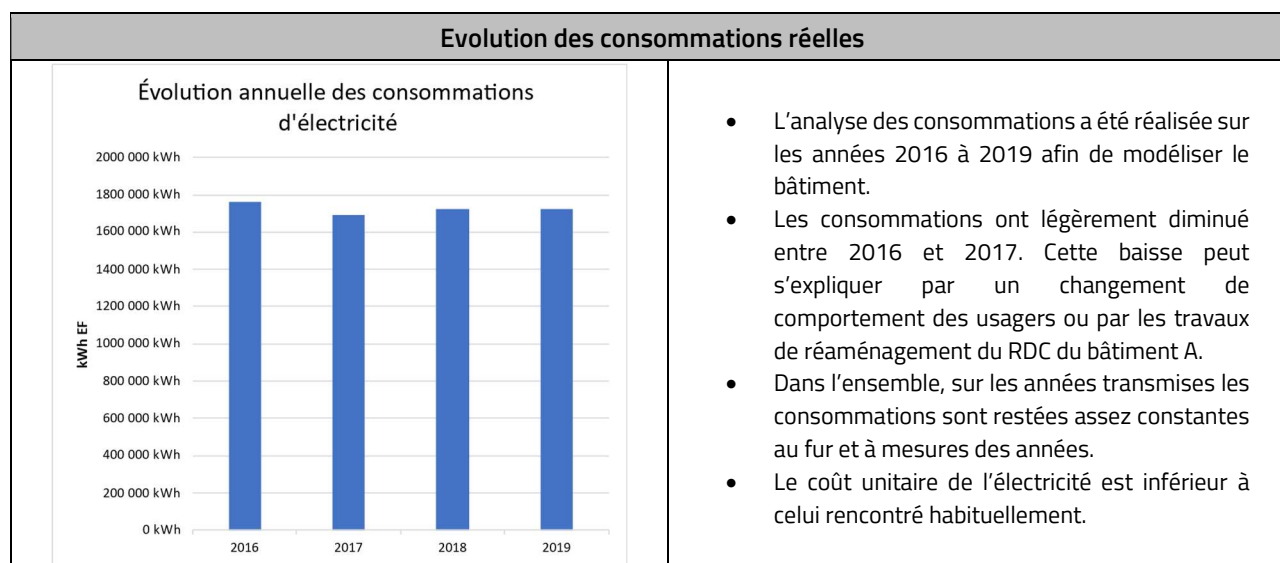
4.3 Historique des consommations

4.3.1 Electricité

Les consommations ci-dessous sont issues des relevés fournis par la Maîtrise d'Ouvrage. Les consommations étudiées ici exclues la part liée au bâtiment D qui n'a pas été pris en compte pour l'étude.

Consommations énergétiques réelles		2016	2017	2018	2019	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{shon}
Électricité	Consommations (kWh)	1 763 785	1 690 840	1 725 572	1 726 308	1 726 626	306
	Emissions de CO ₂ (T _{eq-CO2})	148	142	145	145	145	
	Dépenses (€ ^{TTC})	169 379	154 076	158 232	189 539	167 807	
	Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh)	0,096	0,091	0,092	0,110	0,097	

*Les années 2020 et 2021 ont été écartées au vu de la modification d'usage à cause de l'épidémie COVID-19.



4.3.2 Analyse des contrats de fourniture d'énergie

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

Energie	Fournisseur	Type de contrat
Electrique	DALKIA	P1 P2 P3

Commentaires :

Le contrat est de type tarif vert A5, il est adapté aux consommations énergétiques du site.

La puissance électrique souscrite est de 800 kW.

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. Ensuite, une modulation des consommations d'énergie vis-à-vis de la rigueur climatique (DJU) pour les postes chauffage et climatisation est effectuée.

Consommations énergétiques corrigées à la rigueur climatique (en kWh _{eff} /m ²) (Toutes énergies confondues)									
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 823 109	1 852 865	1 835 377	1 783 150	1 827 850	1 741 300	1 728 460	1 725 058	1 747 822	1 763 126
DJH 3 172	2 471	2 830	2 992	2 402	2 582	2 763	2 598	2 559	2 584
DJE 204	177	174	175	175	209	228	255	339	268

L'année 2011 étant la plus consommatrice sur ces dix dernières années, elle est sélectionnée pour année de référence. La consommation de référence associée est de 114 kWh_{eff}/m²SP.an

Il est donc déjà possible de valoriser les travaux énergétiques réalisés entre l'année de référence et 2019, dans l'atteinte des objectifs énergétiques réglementaires soit 6 %.

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

Données d'usages :

CPAM

Catégorie	
Bureaux Services Publics	
Sous-catégorie	
Bureaux Standards (cloisonnés-attribués)	
Surface de la zone (m ²)	11210,54
Composante CVC	57
Composante USE	81
Total	138

Calcul composante USE

USE1_Bureaux_& Accueil_public	USE modulé (kWh/m ² .an)	81,26
Indicateurs d'intensité d'usage	Site	Etalon
Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	4706	3120
Surface par poste de travail (m ² /poste) OU Surface par guichet d'accueil (m ² /guichet) OU Surface par enfant (m ² /enfant)	18	18
Taux d'occupation nominal (%)	70	70
USE étalon (kWh/m ² .an)		50

Catégorie	
Bureaux Services Publics	
Sous-catégorie	
Zone accueil public	
Surface de la zone (m ²)	1293,92
Composante CVC	57
Composante USE	57
Total	114

Calcul composante USE

USE1_Bureaux_& Accueil_public	USE modulé (kWh/m ² .an)	56,88
Indicateurs d'intensité d'usage	Site	Etalon
Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	4706	3120
Surface par poste de travail (m ² /poste) OU Surface par guichet d'accueil (m ² /guichet) OU Surface par enfant (m ² /enfant)	25	25
Taux d'occupation nominal (%)	70	70
USE étalon (kWh/m ² .an)		35

CARSAT :

Catégorie	
Bureaux_Services_Publics	
Sous-catégorie	
Bureaux Standards (cloisonnés-attribués)	
Surface de la zone [m²]	331,46
Composante CVC	57
Composante USE	81
Total	138

Calcul composante USE

ISE1_Bureaux_&_Accueil_public	USE modulé (kWh/m².an)	81,26
Indicateurs d'intensité d'usage	Site	Etalon
Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	4706	3120
Surface par poste de travail (m²/poste) OU Surface par guichet d'accueil (m²/guichet) OU Surface par enfant (m²/enfant)	18	18
Taux d'occupation nominal (%)	70	70
USE étalon (kWh/m².an)		50

Catégorie	
Bureaux_Services_Publics	
Sous-catégorie	
Zone accueil public	
Surface de la zone [m²]	86,08
Composante CVC	57
Composante USE	57
Total	114

Calcul composante USE

USE1_Bureaux_&_Accueil_public	USE modulé (kWh/m².an)	56,88
Indicateurs d'intensité d'usage	Site	Etalon
Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	4706	3120
Surface par poste de travail (m²/poste) OU Surface par guichet d'accueil (m²/guichet) OU Surface par enfant (m²/enfant)	25	25
Taux d'occupation nominal (%)	70	70
USE étalon (kWh/m².an)		35

Calcul des objectifs « décret tertiaire » :

Les objectifs de consommation d'énergie calculés sont :

- Objectif absolu 2030 = 136 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2030 (-40%) = 68 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 56 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 45 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 ». 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 (-40%) = 138 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 56 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 45 kWhEF/m²

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 ?	Oui
Pas de surface extérieure pour technologie potentiel/nécessaire	Non
Contraintes architecturales	
Problème de surplomb de la parcelle voisine	Non
Façade ouvragée/complexe ?	Non
Homogénéité des menuiseries ?	Oui
Descente EP complexe à modifier	Non
Absence d'entrée d'air ?	Oui
Contraintes patrimoniales ⁴	
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 ?	Oui
Environnement du bâtiment à valeur patrimoniale importante ?	Non
Coûts disproportionnés	
Action de rénovations relatives à l'enveloppe : TRI ⁵ > 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

⁴ L'analyse du périmètre classé a été réalisée depuis le site <http://atlas.patrimoines.culture.fr>

⁵ TRI : Temps de retour sur investissement

5 ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

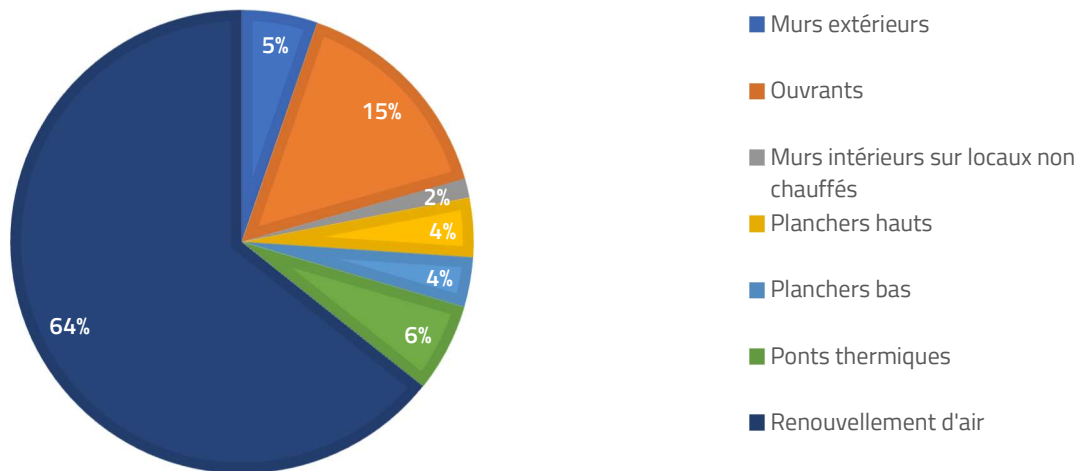
5.1 Analyse des déperditions thermiques du site

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 19°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	
64 5%	186 15%	16 1%	50 4%	42 3%	75 6%	779 64%	1211

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS DU BÂTIMENT



Commentaire

Les déperditions sont majoritairement issues du renouvellement de l'air avec 64% des déperditions totales. Une part importante de ces déperditions provient du rendement d'échange (récupération de chaleur) des CTA qui est moyen.

Les ouvrants pour la plupart d'origine représentent le second poste de déperditions avec 15%. Les murs extérieurs ne représentent que 5% des déperditions, ceci s'explique par le fait que la plupart des murs présentent une isolation et que la grande majorité des façades sont vitrées. Les planchers hauts et bas représentent respectivement 4% et 3% des déperditions. Les ponts thermiques sont favorisés par l'isolation intérieure et représentent 6% des déperditions.

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 :

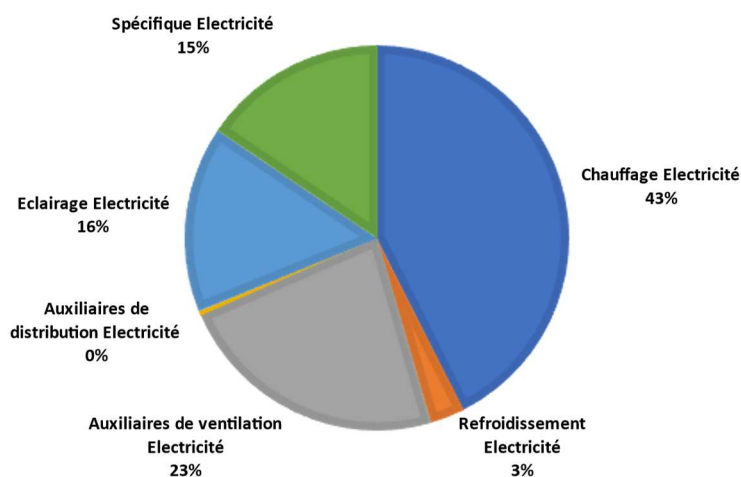
Ubat (W/m².K)	1,72	Les bâtiments sont légèrement isolés
Svitrage / Sfaçade	48%	Les façades sont grandement vitrées
Inertie	Moyenne	Inertie moyenne grâce à la structure béton des murs et toitures
Etanchéité à l'air	Moyenne	Etanchéité des ouvrants moyenne

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	Electricité	723 245	1 865 971	130 184	70 290
Refroidissement	Electricité	49 352	127 327	1 974	4 796
Auxiliaires de ventilation	Electricité	389 600	1 005 169	32 726	37 864
Auxiliaires de distribution	Electricité	6 542	16 878	550	636
Eclairage	Electricité	265 168	684 135	22 274	25 771
Spécifique	Electricité	263 611	680 115	22 143	25 620
TOTAL		1 697 518	4 379 595	209 851	164 977

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS PAR POSTE (KWH EP/PCI)



			Etiquettes	
			Energie	Climat
CPAM ROUEN	301	kWhEP/m².an	D	B
	14	kgeqCO2/m².an		

Commentaires	
>	La majorité des consommations est liée au chauffage du site.
>	La conversion en énergie primaire joue en défaveur des postes consommateurs d'électricité. Cependant, l'énergie électrique est conventionnellement moins émettrice de CO ₂ 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 4.3.

	Réelles	Théoriques (corrigées de la rigueur climatique)	Ecart
Consommations - Electricité (kWh EF/PCI)	1 749 592	1 697 518	-3%
Consommations totales (kWh _{EF})	1 749 592	1 697 518	-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).

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

Le calcul réglementaire permet de déduire les étiquettes C_{EP} ⁶ ci-dessous :



Etat initial :

Bâtiment économe	Bâtiment	Faible émission de GES	Bâtiment
<51 A		<6 A	
51 à 110 B		6 à 15 B	11
111 à 210 C	136	16 à 30 C	
211 à 350 D		31 à 60 D	
351 à 540 E		61 à 100 E	
541 à 749 F		101 à 144 F	
>750 G		>145 G	
Bâtiment énergivore		Forte émission de GES	

Commentaires
<ul style="list-style-type: none"> > Les étiquettes sont issues de la simulation réalisée sous la méthode réglementaire, méthode TH-C-E ex via le module RT-ex du logiciel Pléiades-Comfie. > On observe un écart entre la simulation réelle et réglementaire car les méthodes de calcul sont différentes.

⁶ Ces étiquettes présentent la consommation C_{EP} . **Ce ne sont pas des étiquettes DPE officielles.**

6 ENERGIES RENOUVELABLES

6.1 Installations d'énergies renouvelables existantes

Actuellement, le bâtiment dispose d'un système change over avec une bâche de stockage et des groupes froids.
Aucune autre énergie renouvelable n'est installée sur le site.

6.2 Potentiels d'ENR

Le tableau suivant permet d'évaluer la faisabilité des différentes énergies renouvelables sur le site.

Biomasse	
Capacité de livraison	Non
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Non
Foncier disponible pour un silo	Oui
Surface disponible	1000 m ²
Adéquation au besoin	Non
Potentiel	Inexistant
Commentaires	Le site dispose déjà d'un système de production de chaleur renouvelable.
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	Non
Adéquation avec les équipements	Oui
Potentiel	Inexistant
Commentaires	Le site dispose déjà d'un système de production de chaleur renouvelable.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible	1000 m ²
Nature du sol	Sans objet
Présence d'une nappe	Sans objet
Potentiel	Inexistant
Commentaires	Le site dispose déjà d'un système de production de chaleur renouvelable.
Aérothermie (PAC)	
Surface disponible	375 m ²
Zone climatique favorable	Non
Besoin rafraîchissement	Oui
Potentiel	Inexistant
Commentaires	Le site dispose déjà d'un système de production de chaleur renouvelable.
Solaire thermique	
Orientation toiture	Sud-Ouest, sud-est
Présence de masque solaire	Nul
Surface disponible	375 m ²
Type de toiture	Toiture-terrasse
Adéquation avec les besoins thermiques	Non
Potentiel	Inexistant
Commentaires	Le site dispose déjà d'un système de production de chaleur renouvelable.
Solaire photovoltaïque	

Orientation toiture	Sud-Ouest, sud-est
Présence de masque solaire	Nul
Surface disponible	375 m ²
Type de toiture	Toiture-terrasse
Potentiel	Fort
Commentaires	La mise en place de panneaux photovoltaïque peut être intéressant sous réserve des contraintes liées au PLU de la commune.
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	Oui
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	Oui
Groupe froid récent	2 groupes récents, 1 groupe ancien
Liaison groupe récupérateur/chaufferie pertinente	Oui
Potentiel	Fort
Commentaires	Les groupes froids sont déjà équipés de systèmes de récupération de chaleur.

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

	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 (annuel)
				KWh EF / PCI	Gain (%)					
SCENARIO 1	Mise en place d'un plan de comptage	Action de pilotage	0 €	0	0,0%	12,1%	8 000 €	0 €	18 300 €	1
	Mise en place d'une nouvelle interface GTB	Action de pilotage	0 €	0	0,0%		3 000 €	0 €		
	Modification des températures de consigne de chauffage et climatisation	Action de pilotage	18 719 €	192 612	11,3%		500 €	0 €		
	Calorifugeage de l'échangeur de récupération de chaleur	Travaux sur les systèmes	70 €	723	0,0%		400 €	33 €		
	Mise en place d'un calorifuge autour de l'échangeur ECS	Travaux sur les systèmes	141 €	1 446	0,1%		400 €	216 €		
	Mise en place d'une extinction généralisée sur les équipements bureautiques	Travaux sur les systèmes	1 025 €	10 544	0,6%		6 000 €	0 €		
SCENARIO 2	Mise en place d'un plan de comptage	Action de pilotage	0 €	0	0,0%	41,6%	8 000 €	0 €	3 832 815 €	30
	Mise en place d'une nouvelle interface GTB	Action de pilotage	0 €	0	0,0%		3 000 €	0 €		
	Modification des températures de consigne de chauffage et climatisation	Action de pilotage	18 719 €	192 612	11,3%		500 €	0 €		
	Isolation par l'extérieur des façades	Travaux sur le bâti	6 199 €	63 785	3,8%		725 622 €	24 883 €		
	Isolation par l'intérieur des murs enterrés	Travaux sur le bâti	1 768 €	18 195	1,1%		26 065 €	1 498 €		
	Isolation par l'extérieur des murs sur locaux non chauffés	Travaux sur le bâti	1 644 €	16 913	1,0%		159 136 €	6 552 €		
	Remplacement des lanterneaux des bâtiments C et D	Travaux sur le bâti	244 €	2 508	0,1%		28 000 €	638 €		
	Remplacement des menuiseries simple vitrage	Travaux sur le bâti	125 €	1 287	0,1%		42 724 €	1 109 €		
	Remplacement des menuiseries double vitrage du bâtiment A	Travaux sur le bâti	10 100 €	103 927	6,1%		1 105 938 €	28 577 €		
	Remplacement des vitres de toit du bâtiment B	Travaux sur le bâti	53 €	550	0,0%		24 300 €	454 €		
	Isolation du plancher bas sur locaux techniques	Travaux sur le bâti	3 707 €	38 143	2,2%		195 394 €	24 386 €		
	Isolation des toitures terrasses des bâtiments B C et D	Travaux sur le bâti	2 394 €	24 637	1,5%		439 320 €	15 180 €		
	Isolation par l'extérieur du bâtiment D	Travaux sur le bâti	6 984 €	71 864	4,2%		191 896 €	6 581 €		

	Remplacement des menuiseries du bâtiment D	Travaux sur le bâti	834 €	8 579	0,5%	54,5%	0 €	0 €	5 618 165 €	>30
	Calorifugeage de l'échangeur de récupération de chaleur	Travaux sur les systèmes	70 €	723	0,0%		400 €	33 €		
	Mise en place de variateurs de vitesse sur les auxiliaires CVC	Travaux sur les systèmes	76 €	785	0,0%		190 000 €	0 €		
	Remplacement des pompes à débit constant par des modèles à débit variable	Travaux sur les systèmes	19 €	196	0,0%		28 000 €	0 €		
	Remplacement des CTA par des CTA double flux	Travaux sur les systèmes	20 603 €	211 990	12,5%		425 000 €	55 120 €		
	Mise en place d'un calorifuge autour de l'échangeur ECS	Travaux sur les systèmes	141 €	1 446	0,1%		400 €	216 €		
	Remplacement des éclairages de type tubes fluorescents par des luminaires LED à détection de présence et de luminosité	Travaux sur les systèmes	12 090 €	124 403	7,3%		233 120 €	6 154 €		
	Mise en place d'une extinction généralisée sur les équipements bureautiques	Travaux sur les systèmes	1 025 €	10 544	0,6%		6 000 €	0 €		
SCENARIO 3	Mise en place d'un plan de comptage	Action de pilotage	0 €	0	0,0%		8 000 €	0 €		
	Mise en place d'une nouvelle interface GTB	Action de pilotage	0 €	0	0,0%		3 000 €	0 €		
	Modification des températures de consigne de chauffage et climatisation	Action de pilotage	18 719 €	192 612	11,3%		500 €	0 €		
	Isolation par l'extérieur des façades	Travaux sur le bâti	6 199 €	63 785	3,8%		725 622 €	24 883 €		
	Isolation par l'intérieur des murs enterrés	Travaux sur le bâti	1 768 €	18 195	1,1%		26 065 €	1 498 €		
	Isolation par l'extérieur des murs sur locaux non chauffés	Travaux sur le bâti	1 644 €	16 913	1,0%		159 136 €	6 552 €		
	Remplacement des lanterneaux des bâtiments C et D	Travaux sur le bâti	244 €	2 508	0,1%		28 000 €	638 €		
	Remplacement des menuiseries simple vitrage	Travaux sur le bâti	125 €	1 287	0,1%		42 724 €	1 109 €		
	Remplacement des menuiseries double vitrage du bâtiment A	Travaux sur le bâti	10 100 €	103 927	6,1%		1 105 938 €	28 577 €		
	Remplacement des vitres de toit du bâtiment B	Travaux sur le bâti	53 €	550	0,0%		24 300 €	454 €		
	Isolation du plancher bas sur locaux techniques	Travaux sur le bâti	3 707 €	38 143	2,2%		195 394 €	24 386 €		
	Isolation des toitures terrasses des bâtiments B C et D	Travaux sur le bâti	0 €	0	0,0%		439 320 €	15 180 €		
	Isolation par l'extérieur du bâtiment D	Travaux sur le bâti	6 984 €	71 864	4,2%		191 896 €	6 581 €		
	Remplacement des menuiseries du bâtiment D	Travaux sur le bâti	834 €	8 579	0,5%		0 €	0 €		

Mise en place de BSO	Travaux sur le bâti	1 588 €	16 339	1,0%	280 000 €	0 €		
Calorifugeage de l'échangeur de récupération de chaleur	Travaux sur les systèmes	70 €	723	0,0%	400 €	33 €		
Remplacement des convecteurs électriques par des ventilo-convecteurs	Travaux sur les systèmes	5 115 €	52 627	3,1%	40 500 €	0 €		
Remplacement des ejecto-convecteurs par des ventilo-convecteurs	Travaux sur les systèmes	3 106 €	31 962	1,9%	408 800 €	0 €		
Mise en place de variateurs de vitesse sur les auxiliaires CVC	Travaux sur les systèmes	76 €	785	0,0%	190 000 €	0 €		
Remplacement des pompes à débit constant par des modèles à débit variable	Travaux sur les systèmes	19 €	196	0,0%	28 000 €	0 €		
Remplacement des CTA par des CTA double flux	Travaux sur les systèmes	20 603 €	211 990	12,5%	425 000 €	55 120 €		
Mise en place d'un calorifuge autour de l'échangeur ECS	Travaux sur les systèmes	141 €	1 446	0,1%	400 €	216 €		
Raccordement de la douche au réseau de distribution ECS hydraulique	Travaux sur les systèmes	211 €	2 170	0,1%	4 000 €	0 €		
Remplacement des éclairages de type tubes fluorescents par des luminaires LED à détection de présence et de luminosité	Travaux sur les systèmes	12 090 €	124 403	7,3%	233 120 €	6 154 €		
Mise en place d'éclairage à détection de présence et de luminosité dans les circulations et les bureaux sans régulation terminale	Travaux sur les systèmes	224 €	2 301	0,1%	110 800 €	0 €		
Mise en place d'une extinction généralisée sur les équipements bureautiques	Travaux sur les systèmes	1 025 €	10 544	0,6%	6 000 €	0 €		
Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques	Travaux sur les systèmes	3 420 €	38 790	2,3%	131 250 €	0 €		
Remplacement des groupes froids	Travaux sur les systèmes	1 644 €	16 913	1,0%	600 000 €	0 €		
Remplacement des tours aéroréfrigérantes	Travaux sur les systèmes	294 €	3 022	0,2%	210 000 €	0 €		
Désactivation des batteries terminales électriques des CTA – <i>après renforcement thermique de l'enveloppe et optimisation des systèmes.</i>	Travaux sur les systèmes	7 029 €	72 324	4,3%	0 €	0 €		

8 SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

8.1 Travaux de densification projetés

Les objectifs à atteindre dans le cadre du décret tertiaire sont présentés au chapitre 4.4.

8.2 Scénario 1 : Action à faible investissement

8.2.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action de pilotage	1	Mise en place d'un plan de comptage	8 000	€HT
Action de pilotage	2	Mise en place d'une nouvelle interface GTB	3 000	€HT
Action de pilotage	3	Modification des températures de consigne de chauffage et climatisation	500	€HT
Travaux sur les systèmes	4	Calorifugeage de l'échangeur de récupération de chaleur	400	€HT
Travaux sur les systèmes	5	Mise en place d'un calorifuge autour de l'échangeur ECS	400	€HT
Travaux sur les systèmes	6	Mise en place d'une extinction généralisée sur les équipements bureautiques	6 000	€HT
Coût des travaux			18 300	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale (kWh)	1 697 518	► 1 492 718	12%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Ecart	
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	301	D	►	264	D	12%
Evolution de la classe climat (kg _{CO2} /m² _{SHON})	14	B	►	12	B	16%

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}
	136	114	135	19%

8.2.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	12% soit 528 383 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	12% soit 204 800 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	16% soit 33 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-19 904 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	31 115 kWh _{CUMAC}
Valorisation CEE	249 €
Temps de retour sur investissement actualisé	1 année
Efficience	
Coût du kWh économisé	0,0 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	547 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	150 134 €TTC
Dépenses de maintenance	41 572 €TTC
Dépenses de renouvellement	13158 €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 inférieur à 25% du coût conventionnel du bâtiment, les travaux devront respecter la réglementation thermique élément par élément.

8.2.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	15 851 505 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	6 143 994 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	1 004 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	8 907 227 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	1 761 798 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	557 629 €TTC
Coût global (avec investissements)	11 244 954 €TTC

8.3 Scénario 2 : -40% sur énergie finale

8.3.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action de pilotage	1	Mise en place d'un plan de comptage	8 000	€HT
Action de pilotage	2	Mise en place d'une nouvelle interface GTB	3 000	€HT
Action de pilotage	3	Modification des températures de consigne de chauffage et climatisation	500	€HT
Travaux sur le bâti	4	Isolation par l'extérieur des façades	725 622	€HT
Travaux sur le bâti	5	Isolation par l'intérieur des murs enterrés	26 065	€HT
Travaux sur le bâti	6	Isolation par l'extérieur des murs sur locaux non chauffés	159 136	€HT
Travaux sur le bâti	7	Remplacement des lanterneaux des bâtiments C et D	28 000	€HT
Travaux sur le bâti	8	Remplacement des menuiseries simple vitrage	42 724	€HT
Travaux sur le bâti	9	Remplacement des menuiseries double vitrage du bâtiment A	1 105 938	€HT
Travaux sur le bâti	10	Remplacement des vitres de toit du bâtiment B	24 300	€HT
Travaux sur le bâti	11	Isolation du plancher bas sur locaux techniques	195 394	€HT
Travaux sur le bâti	12	Isolation des toitures terrasses des bâtiments B C et D	439 320	€HT
Travaux sur le bâti	13	Isolation par l'extérieur du bâtiment D	191 896	€HT
Travaux sur le bâti	14	Remplacement des menuiseries du bâtiment D	0	€HT
Travaux sur les systèmes	15	Calorifugeage de l'échangeur de récupération de chaleur	400	€HT
Travaux sur les systèmes	16	Mise en place de variateurs de vitesse sur les auxiliaires CVC	190 000	€HT
Travaux sur les systèmes	17	Remplacement des pompes à débit constant par des modèles à débit variable	28 000	€HT
Travaux sur les systèmes	18	Remplacement des CTA par des CTA double flux	425 000	€HT
Travaux sur les systèmes	19	Mise en place d'un calorifuge autour de l'échangeur ECS	400	€HT
Travaux sur les systèmes	20	Remplacement des éclairages de type tubes fluorescents par des luminaires LED à détection de présence et de luminosité	233 120	€HT
Travaux sur les systèmes	21	Mise en place d'une extinction généralisée sur les équipements bureautiques	6 000	€HT
Coût des travaux			3 832 815	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale (kWh)	1 697 518	► 991 486	42%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Ecart	
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	301	D	►	176	C	42%
Evolution de la classe climat (kg _{CO2} /m² _{SHON})	14	B	►	8	B	45%

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}
	136	114	87	-24%

8.3.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	42% soit 1 821 560 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	42% soit 706 031 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	45% soit 95 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-68 617 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	21 422 611 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	171 381 €
Temps de retour sur investissement actualisé	30 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	2,1 €HT investi/kWh _{EP}
Coût de la tonne de CO ₂ évité	40 478 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	101 421 €TTC
Dépenses de maintenance	41 572 €TTC
Dépenses de renouvellement	13158 €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 inférieur à 25% du coût conventionnel du bâtiment, les travaux devront respecter la réglementation thermique élément par élément.

8.3.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	54 646 803 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	21 180 932 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	2 841 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	6 017 141 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	1 761 798 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	557 629 €TTC
Coût global (avec investissements)	12 169 383 €TTC

8.4 Scénario 3 : -50% sur énergie finale

8.4.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action de pilotage	1	Mise en place d'un plan de comptage	8 000	€HT
Action de pilotage	2	Mise en place d'une nouvelle interface GTB	3 000	€HT
Action de pilotage	3	Modification des températures de consigne de chauffage et climatisation	500	€HT
Travaux sur le bâti	4	Isolation par l'extérieur des façades	725 622	€HT
Travaux sur le bâti	5	Isolation par l'intérieur des murs enterrés	26 065	€HT
Travaux sur le bâti	6	Isolation par l'extérieur des murs sur locaux non chauffés	159 136	€HT
Travaux sur le bâti	7	Remplacement des lanterneaux des bâtiments C et D	28 000	€HT
Travaux sur le bâti	8	Remplacement des menuiseries simple vitrage	42 724	€HT
Travaux sur le bâti	9	Remplacement des menuiseries double vitrage du bâtiment A	1 105 938	€HT
Travaux sur le bâti	10	Remplacement des vitres de toit du bâtiment B	24 300	€HT
Travaux sur le bâti	11	Isolation du plancher bas sur locaux techniques	195 394	€HT
Travaux sur le bâti	12	Isolation des toitures terrasses des bâtiments B C et D	439 320	€HT
Travaux sur le bâti	13	Isolation par l'extérieur du bâtiment D	191 896	€HT
Travaux sur le bâti	14	Remplacement des menuiseries du bâtiment D	0	€HT
Travaux sur le bâti	15	Mise en place de BSO	280 000	€HT
Travaux sur les systèmes	16	Calorifugeage de l'échangeur de récupération de chaleur	400	€HT
Travaux sur les systèmes	17	Remplacement des convecteurs électriques par des ventilo-convecteurs	40 500	€HT
Travaux sur les systèmes	18	Remplacement des ejecto-convecteurs par des ventilo-convecteurs	408 800	€HT
Travaux sur les systèmes	19	Mise en place de variateurs de vitesse sur les auxiliaires CVC	190 000	€HT
Travaux sur les systèmes	20	Remplacement des pompes à débit constant par des modèles à débit variable	28 000	€HT
Travaux sur les systèmes	21	Remplacement des CTA par des CTA double flux	425 000	€HT
Travaux sur les systèmes	22	Mise en place d'un calorifuge autour de l'échangeur ECS	400	€HT
Travaux sur les systèmes	23	Raccordement de la douche au réseau de distribution ECS hydraulique	4 000	€HT
Travaux sur les systèmes	24	Remplacement des éclairages de type tubes fluorescents par des luminaires LED à détection de présence et de luminosité	233 120	€HT
Travaux sur les systèmes	25	Mise en place d'éclairage à détection de présence et de luminosité dans les circulations et les bureaux sans régulation terminale	110 800	€HT
Travaux sur les systèmes	26	Mise en place d'une extinction généralisée sur les équipements bureautiques	6 000	€HT
Travaux sur les systèmes	27	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques	131 250	€HT
Travaux sur les systèmes	28	Remplacement des groupes froids	600 000	€HT

Travaux sur les systèmes	29	Remplacement des tours aéroréfrigérantes	210 000	€HT
Travaux sur les systèmes	30	Désactivation des batteries terminales électriques des CTA	0	€HT
Coût des travaux			5 618 165	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale (kWh)	1 697 518	► 771 620	55%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	301	D ►	137	C	55%
Evolution de la classe climat (kg _{CO2} /m ² _{SHON})	14	B ►	6	A	61%

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}
	136	114	72	-37%

8.4.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	55% soit 2 388 815 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	55% soit 925 897 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	61% soit 129 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-89 986 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	350 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	21 422 611 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	171 381 €
Temps de retour sur investissement actualisé	32 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	2,4 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	43 608 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	80 053 €TTC
Dépenses de maintenance	41 922 €TTC
Dépenses de renouvellement	13158 €TTC

8.4.3 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.

8.4.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	71 664 446 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	27 776 917 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	3 865 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	4 749 399 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	1 776 631 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	557 629 €TTC
Coût global (avec investissements)	12 701 823 €TTC

8.5 Comparaison des scénarios par rapport aux objectifs du décret tertiaire

	Année de référence (2011)	Etat initial	2030		2040		2050	
Consommation d'énergie, (kWhEF/m²SP, Energie Finale)	116	106	Valeur relative :	70	Valeur relative :	58	Valeur relative :	46
			Valeur absolue :	136	Valeur absolue :		Valeur absolue :	
Evolution par rapport à l'année de référence		-8%	17%		-50 %		-60 %	
Evolution par rapport à l'état initial			28 %		-45%		-56 %	
Comparaison des scénarios aux exigences du décret tertiaire								
Scénario 1	-19 %		✓		✗		✗	
Scenario 2	-46 %		✓		✓		✗	
Scénario 3	-58 %		✓		✓		✓	
Commentaires :								
La valeur absolue à atteindre pour 2030 (138 kWh/m²SdP) l'est déjà à l'état initial du bâtiment qui est d'origine assez efficace sur le plan énergétique.								
Les deux scénarios 2 et 3, permettront d'atteindre les objectifs relatifs aux horizons 2040 et 2050.								

9 Descriptif des interventions simulées

Isolation Thermique par l'Intérieur

Problématique traitée et points de vigilance

Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage.
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 enterrés 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 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

Isolation Thermique par l'Extérieur

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage.
- > 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.
- > Les travaux d'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.
- > Mise en œuvre d'une isolation thermique extérieure. La solution choisie est une isolation thermique extérieure sous enduit. **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).

Chiffrage :

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

Reprise de l'isolation des toitures-terrasses

Problématique traitée et points de vigilance

- > Diminution des déperditions par l'enveloppe, diminution des consommations de chauffage.
- > 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 aux bâtiments.

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

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 mécanique par des CTA.
- > La performance énergétique des systèmes de ventilation est insuffisante.
- > Le mode de renouvellement d'air actuel ne permet pas de valoriser de manière optimale les calories de l'air extrait.

Mise en œuvre proposée :

- > Dépose des centrales de ventilation existantes.
- > Mise en place de nouvelles CTA double flux avec caisson de mélange et échangeur thermique.
- > Le rendement des échangeurs est **attendu supérieur à 80 %**.
- > Raccordement des nouvelles CTA aux réseaux aérauliques. Pour une ventilation double flux, deux réseaux sont nécessaires : un pour le soufflage et un pour l'extraction.
- > Le débit de renouvellement d'air à respecter sont de **18 à 25 m3/h par occupant**, suivant la zone et l'usage.
- > 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 :

- > Les débits de renouvellement d'air à respecter sont précisés dans le code du travail et dans la réglementation sanitaire départementale.

Mise en place de circulateurs à débit variable

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Certains circulateurs sont à vitesse constante.
- > Réduction des consommations électriques des auxiliaires de chauffage.

Mise en œuvre proposée :

- > L'intervention concerne les pompes situées sur les départs en chaufferie.
- > Dépose des pompes actuelles.
- > Mise en place de nouvelles pompes à vitesse variable.

Remarque :

- > Cette intervention est l'occasion de contrôler les débits et les pertes de charge. Les nouvelles pompes devront être choisies avec des puissances adaptées (il faut éviter tout surdimensionnement en remplaçant systématiquement à l'identique).
- > L'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants impose que les pompes de circulation des installations de chauffage intégrées à la chaudière ou situées dans le local de la chaufferie, installées ou remplacées, soient munies de dispositif permettant leur arrêt.
- > Il est primordial de revoir l'équilibrage de l'installation en parallèle de cette intervention (non chiffré).

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Dépose des pompes actuelles
 - Mise en place de pompes à débit variable
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - Équilibrage du réseau

Révision des paramètres de régulation du chauffage

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Amélioration de la régulation de chauffage et diminution des consommations de chauffage.

Mise en œuvre proposée :

- > Réglage des consignes de température en régime de confort.
- > Pour le chauffage consigne de confort égale à 19°C et pour la climatisation consigne de confort égale à 26°C.

Chiffrage :

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

Amélioration de la performance du système d'éclairage

Problématique traitée et points de vigilance

- > L'éclairage des bâtiments est partiellement assuré par des éclairages d'ancienne technologie qui absorbent une grande puissance électrique entraînant une consommation importante.
- > L'éclairage de certains locaux à usage intermittent (circulations et sanitaires) est géré par une régulation horaire, 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 ou tubes LED.
- > Pilotage de l'éclairage par des détecteurs de présence et de luminosité dans les locaux à occupation continue, avec la mise en place d'une gradation en fonction des apports de lumière naturelle.
- > Pilotage de l'éclairage par détection de présence et de luminosité 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 une intervention sur le système de ventilation mécanique pour profiter de la dépose du faux-plafond, qui facilitera l'accès aux systèmes.
- > 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 détecteurs de présence et de gradateurs dans les bureaux

Mise en place d'une coupure centrale pour le matériel de bureautique

Problématique traitée et points de vigilance

- > Actuellement, un système de coupure centrale permet un arrêt complet des serveurs et des ordinateurs, nous proposons de généraliser ce système à l'ensemble des équipements bureautiques.
- > Les équipements de bureautique restent fréquemment en fonctionnement permanent ou en veille.
- > Diminution de la consommation d'électricité des équipements de bureautique.

Mise en œuvre proposée

- > Les imprimantes, écrans et photocopieurs sont concernés par ce type de dispositif.
- > Installation de prises équipées d'horloge ou d'horloges dans les armoires électriques afin de couper l'alimentation en électricité des moniteurs des ordinateurs par exemple.
- > Sensibilisation des utilisateurs pour faire éteindre les ordinateurs après l'utilisation.

Remarques

- > La coupure des équipements informatiques permet également de réduire les apports internes de chaleur, ce qui limite les surchauffes estivales.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
Mise en place d'une coupure centrale pour le matériel de bureautique
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
Une éventuelle mise en conformité de l'armoire électrique

Mise en place d'un plan de comptage énergétique

Problématique traitée et points de vigilance

- > Le plan de comptage énergétique actuel du site est partiel et ne permet pas d'évaluer les consommations de l'ensemble des postes.
- > Au niveau du comptage de la chaleur, il n'y a pas de sous-compteur sur les départs de chauffage.
- > Au niveau de l'électricité, plusieurs sous-compteur propre aux différents usages sont présents, nous proposons de les compléter en ajoutant des sous-compteurs supplémentaires.
- > Cette intervention permet de réaliser une maîtrise complète des flux énergétiques du site.

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place des sous-compteurs électriques dans les armoires électriques afin réaliser le suivi des consommations par usages et par zones.
- > Mise en place de compteurs thermiques avec un compteur par départ hydraulique.
- > Le suivi des compteurs devra être réalisé mensuellement par un technicien.

Remarques

Une éventuelle mise aux normes des armoires électriques sera nécessaire.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
Fourniture et pose des compteurs électriques et thermique
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
Relevé des compteurs
Mise aux normes des armoires électriques

Mise en place d'une installation solaire photovoltaïque

Problématique traitée et points de vigilance

- > L'ensemble ou une partie de la toiture présente un potentiel intéressant pour la mise en place d'une installation solaire photovoltaïque.
- > Valorisation d'une énergie renouvelable.

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place de panneaux photovoltaïques polycristallins d'une surface totale de 375m² représentant une puissance crête de 53 kWc.
- > Mise en place d'un local ventilé permettant d'accueillir les onduleurs.
- > Raccordement au réseau de distribution électrique.

Remarques

- > La faisabilité de cette intervention pourrait être compromise si le bâtiment est classé ou situé à proximité d'un bâtiment classé.
- > Le site étant utilisé en été il est envisageable de créer une installation en autoconsommation. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de raccorder l'installation au réseau de distribution électrique.
- > Les prix de rachat sont fixés chaque trimestre par la CRE (Commission de Régulation de l'Energie), suivant l'arrêté du 4 mars 2011. Le coût de rachat du kWh est de 12,07 c€^{TTC} pour une puissance comprise entre 9 et 36 kWc.
- > Une attention particulière devra être portée à l'espace entre les panneaux.
- > Un surcout de maintenance est à prévoir.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Fourniture et pose des panneaux photovoltaïques et d'un onduleur
 - Création d'un local dédié à l'accueil de l'onduleur
 - Raccordement au réseau de distribution
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - Sans objet

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.

Dans le cas des présentes STD Confort l'objectif se limitent à analyser le confort thermique des occupants au travers de l'analyse des températures estivales intérieures.

10.3 Outil de simulation

La simulation thermique dynamique est réalisée avec le logiciel Pleiades-Comfie. 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.

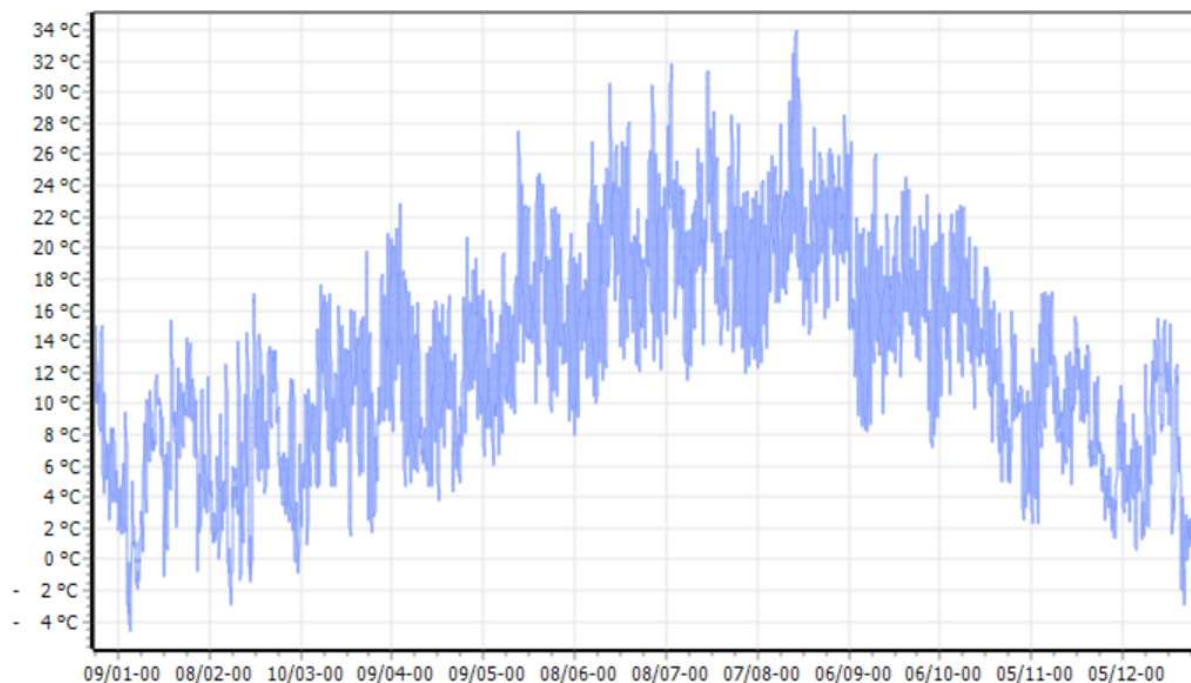
10.5 Données météorologiques

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

Le fichier météo est issu du Pack Météonorm et est de type « A1B 2040 » qui correspond au climat le plus probable pour 2040 selon les projections du GIEC. La station météo de rattachement pour les calculs STD est celle de Rouen. Les fichiers météo qui sont intégrés aux logiciels sont non modifiable.

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



Courbe annuelle de température extérieure

11 Modélisation du bâtiment et usage

11.1 Représentation 3D

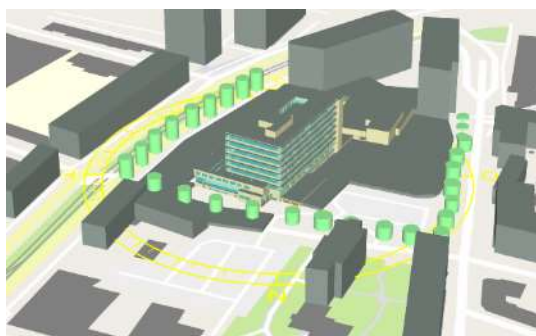
L'outil de simulation numérique Pleiades permet une représentation graphique du bâtiment d'étude. Celle-ci n'a pas de vocation architecturale ou esthétique.



Vue Pléiades Sud



Vue Google Maps Sud



Vue Pléiades Nord



Vue Google Maps Nord-Est

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

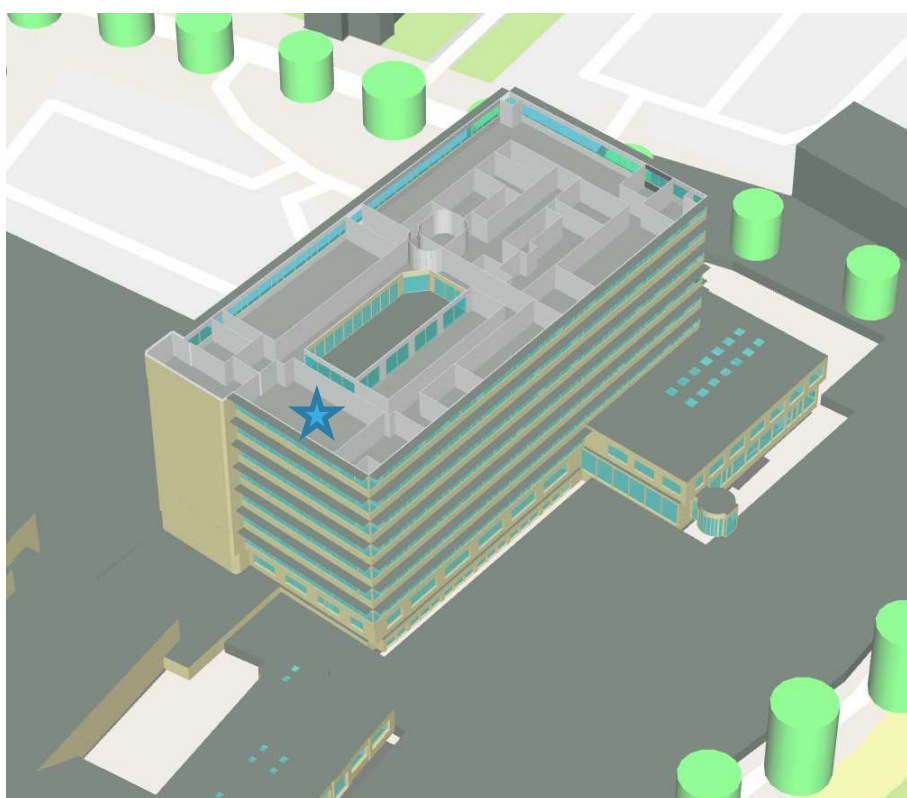
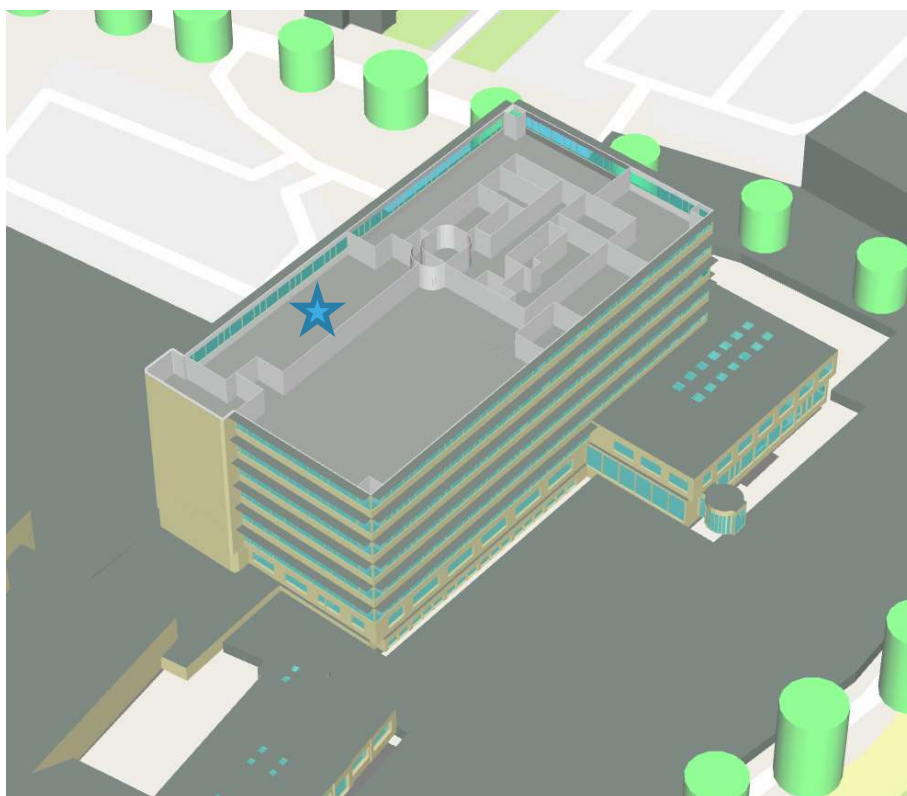
11.2 Zonage thermique

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
7 ^{ème} étage Sud-Est bâtiment A	Open space
6 ^{ème} étage Nord-Ouest bâtiment A	Open space
7 ^{ème} étage Sud-Ouest bâtiment A	Salles de réunion

Les figures ci-dessous localisent les zones étudiées :





Zones thermiques du 7ème étage Sud-Est, 6ème étage Nord-Ouest et du 7ème étage Sud-Ouest

11.3 Chauffage

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

11.4 Climatisation

La présente étude ayant pour objectif de limiter l'usage à des solutions actives de climatisation, nous ne considérons pas les systèmes de climatisation dans la modélisation.

11.5 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
7 ^{ème} étage Sud-Est bâtiment A	Soufflage depuis CTA Double Flux A	403 m ³ /h	Débit nominal : 6h à 19h45 tous les jours sauf weekend Eteint sinon
6 ^{ème} étage Nord-Ouest bâtiment A	Soufflage depuis CTA Double Flux A	1900 m ³ /h	Débit nominal : 6h à 19h45 tous les jours sauf weekend Eteint sinon
7 ^{ème} étage Sud-Ouest bâtiment A	Soufflage depuis CTA Double Flux A	865 m ³ /h	Débit nominal : 6h à 19h45 tous les jours sauf weekend Eteint sinon

11.6 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 évaluée à **1.7 m³/(h.m²)** sous 4 Pa ce qui correspond à une étanchéité moyenne.

11.7 Occupation

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

Le site présente une occupation de 0,039 occ/m² le mardi et jeudi. Et une occupation de 0,031 occ/m² le lundi, mercredi et le vendredi.

Zones	Planning hebdomadaire	Planning annuel																																																																																																				
7 ^{ème} étage Sud- Est bâtiment A	<table><tr><td>Nom</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td></tr><tr><td>Mardi 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>0.00</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</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><td>0.00</td></tr><tr><td>Lundi Mercredi 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>0.00</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</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>weekend</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><td>0.00</td></tr></table>	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	Mardi Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lundi Mercredi Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	weekend	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	0.00	Pas de fermeture annuelle
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																																																																														
Mardi Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																														
Lundi Mercredi Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																														
weekend	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	0.00																																																																														
6 ^{ème} étage Nord- Ouest bâtiment A	<table><tr><td>Nom</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td></tr><tr><td>Mardi 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>0.00</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</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><td>0.00</td></tr><tr><td>Lundi Mercredi 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>0.00</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</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>weekend</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><td>0.00</td></tr></table>	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	Mardi Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lundi Mercredi Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	weekend	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	0.00	Pas de fermeture annuelle
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																																																																														
Mardi Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																														
Lundi Mercredi Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																														
weekend	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	0.00																																																																														
7 ^{ème} étage Sud- Ouest bâtiment A	<table><tr><td>Nom</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td></tr><tr><td>Mardi 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>0.00</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.04</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><td>0.00</td></tr><tr><td>Lundi Mercredi 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>0.00</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</td><td>0.03</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>weekend</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><td>0.00</td></tr></table>	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	Mardi Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lundi Mercredi Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	weekend	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	0.00	Pas de fermeture annuelle
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																																																																														
Mardi Jeudi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																														
Lundi Mercredi Vendredi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																														
weekend	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	0.00																																																																														

11.8 Eclairage artificiel

Les systèmes d'éclairage présents sur site sont globalement de type tubes fluorescents et dalle LED.

Zones	Eclairage	Planning
7 ^{ème} étage Sud-Est bâtiment A	Environ 3 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon
6 ^{ème} étage Nord-Ouest bâtiment A	Environ 10 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon
7 ^{ème} étage Sud-Ouest bâtiment A	Environ 3 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon

11.9 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
7 ^{ème} étage Sud-Est bâtiment A	Poste de travail : Ordinateurs fixes + écrans	10 W/m ² en occupation 0 W/m ² en inoccupation
6 ^{ème} étage Nord-Ouest bâtiment A	Poste de travail : Ordinateurs fixes + écrans	10 W/m ² en occupation 0 W/m ² en inoccupation
7 ^{ème} étage Sud-Ouest bâtiment A	Poste de travail : Système vidéo-projecteur	5 W/m ² en occupation 0 W/m ² en inoccupation

11.10 Parois vitrées et occultations

Type	Localisation	Performance
Châssis aluminium double vitrage 4/6/4	Bureaux, open space, salles de réunion	$U_w = 3,3$
		$S_w = 0,55$
		$TL_w = 0,6$
		Ratio d'ouverture = 0 %

Les bureaux du site sont équipés de stores intérieurs.



[Photos des dispositifs d'occultation présents sur site](#)

La performance intrinsèque de réduction du facteur solaire de ces stores est estimée à 15 % et le taux d'utilisation est estimé à 66 %. L'usage est considéré non dépendant de l'orientation et du moment de la journée. La réduction du facteur solaire est donc estimée à 10 %.

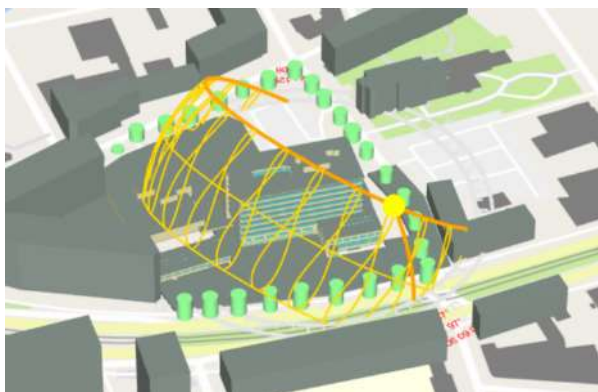
11.11 Aération

Les menuiseries des bureaux ne présentent pas d'ouvrants.

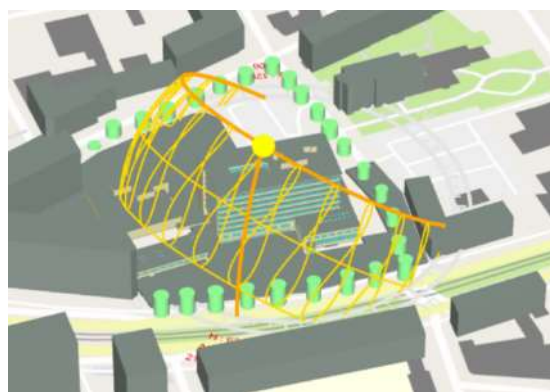
12 Simulations et Résultats

12.1 Analyse des ombres portées

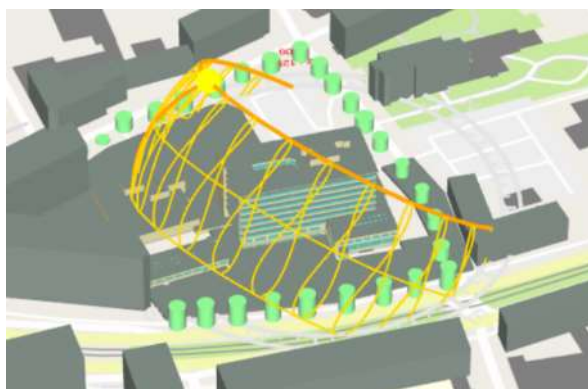
Les représentations 3D permettent d'apprécier l'évolution des ombres portées le 21 juin.



Représentation à 9h



Représentation à 12h



Représentation à 15h



Représentation à 18h

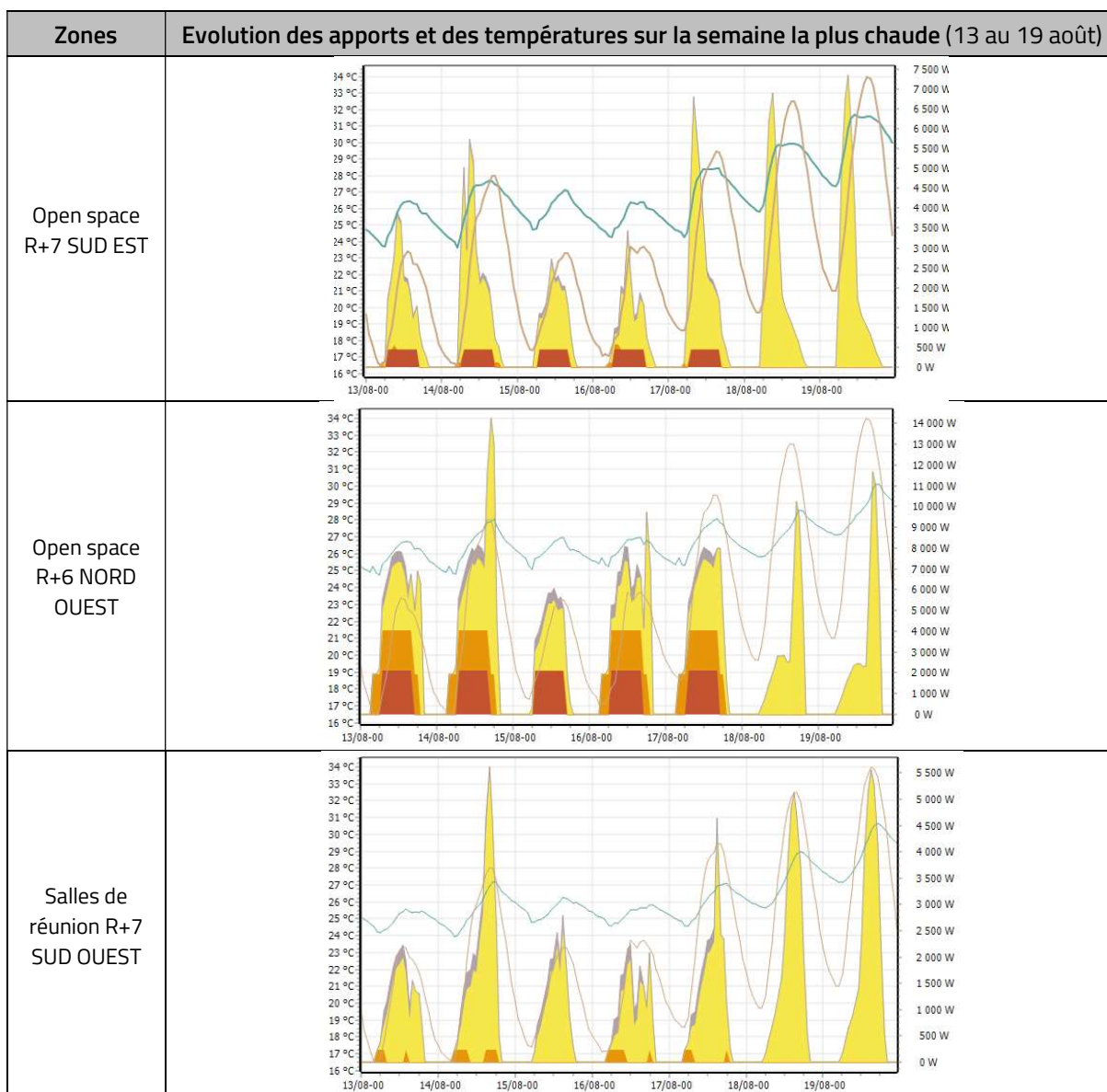
Analyse de l'héliodon et des ombres portées

Commentaires :

- > Le site est très peu impacté par les ombrages des bâtiments avoisinants.
- > Les arbres avoisinants ont peu d'impact sur le bâtiment en période estival.

12.2 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 les températures extérieures et opératives, sur la semaine la plus chaude.



Commentaires :

- > Dans l'ensemble des locaux, la majorité des apports internes sont issus du rayonnement solaire : jusqu'à près de 100% pour certains bureaux.
- > La puissance dissipée est une source d'apports internes importante dans les bureaux nord-ouest (25%).
- > L'éclairage artificiel est une source d'apports internes importante dans les bureaux nord-ouest (25%).

12.3 Indicateurs du confort estival

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

- > Les heures d'inconfort où la température intérieure opérative dépasse les 27 °C en période d'occupation.
- > La température maximale atteinte sur la simulation annuelle.

13 Interventions et scénario

13.1 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 1 : Mise en place de brises soleil orientables
- > Intervention 2 : Mise en place de CTA double flux avec by-pass et sur-ventilation nocturne
- > Scénario ¹ : Scénario 2 audit énergétique + Interventions 1 + Intervention 2

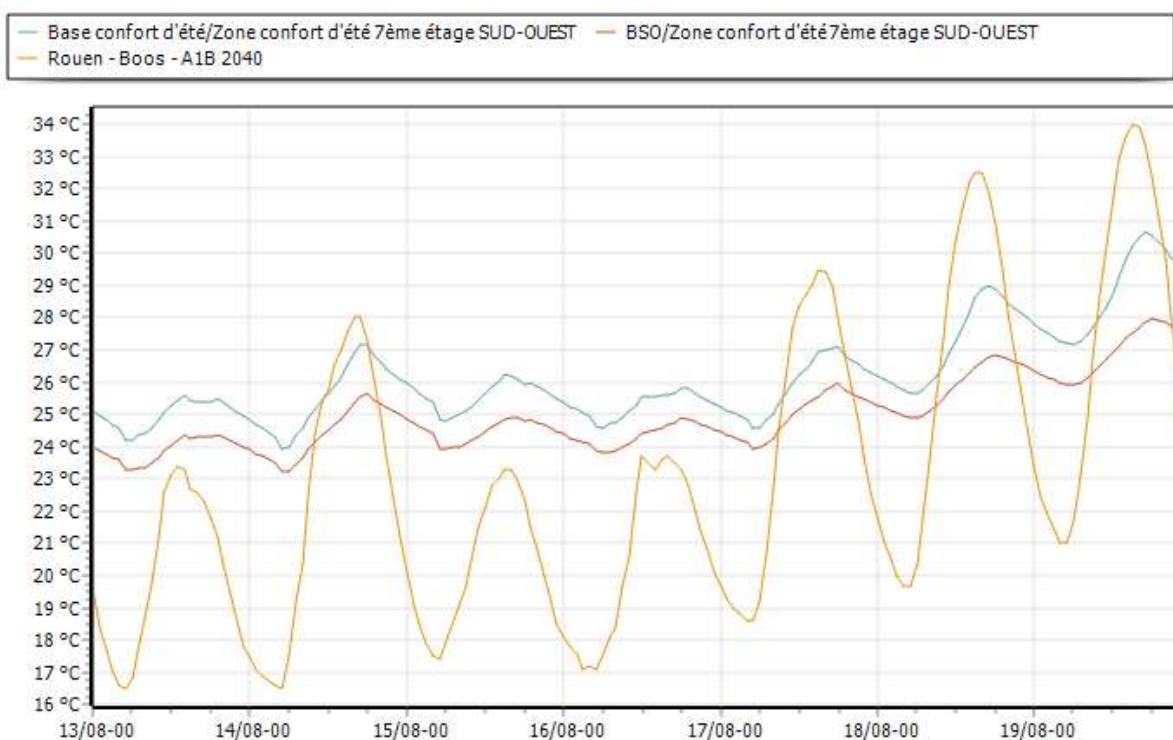
¹ Un scénario correspond à une simulation mettant en œuvre plus d'une modification de l'état initial

13.2 Intervention 1 : Mise en place de brises soleil orientables

Les apports de chaleur par rayonnement solaire sont actuellement de plus de 60% 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	
	400 €HT/m ² , soit environ 280 000 €HT	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
Avantages :		Inconvénients :
<ul style="list-style-type: none"> > Forte réduction des apports solaires > Peu d'entretien nécessaire > Efficace sur les orientations Est et Ouest > Dispositifs orientables permettant l'adaptation des occupants 		<ul style="list-style-type: none"> > Modification de l'image architecturale du bâtiment > Augmentation des consommations d'éclairage et de chauffage en hivers > Investissement élevé
Performance : <ul style="list-style-type: none"> > L'orientation des brise-soleils est horizontale > Les brise soleil fixes sont installés sur les menuiseries des bureaux orientés Est, Sud et Ouest > Les brise soleil auront les caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ 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 :



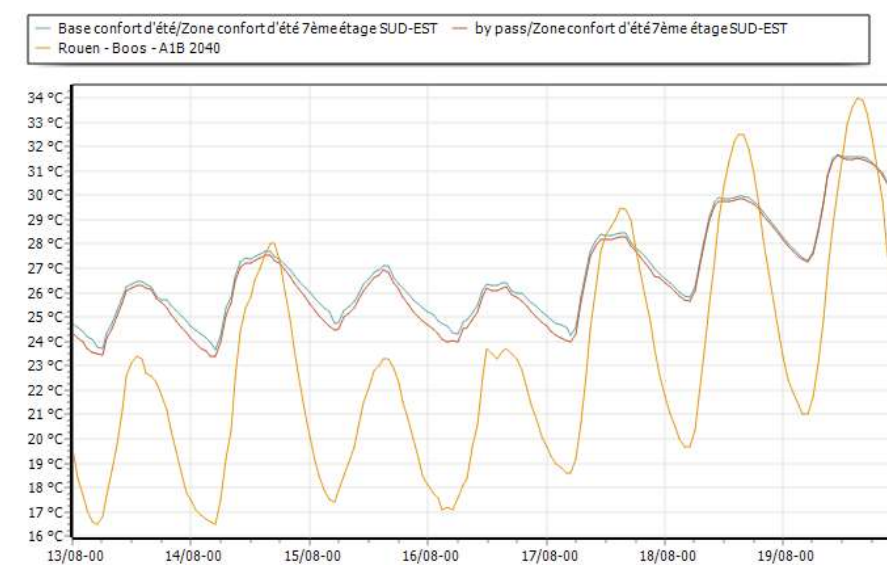
Evolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce Salles de réunion R+7
SUD OUEST en état initial et pour l'intervention 1

L'intervention est efficace puisqu'elle permet d'abaisser la température intérieure d'environ 2°C.

13.3 Intervention 2 : Mise en place de CTA double flux avec by-pass et sur-ventilation nocturne

Mise en place d'une ventilation double-flux avec by-pass et sur ventilation nocturne.	<u>Estimation du coût</u>	
	425 000 €HT	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		NON
<u>Avantages :</u>		<u>Inconvénients :</u>
<ul style="list-style-type: none">> Diminue les consommations de chauffage et de refroidissement liées au renouvellement d'air> Le bypass permet d'optimiser la température d'entrée d'air> 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		<ul style="list-style-type: none">> Nécessite le passage de réseaux imposants (création de trémies)> Augmentation des consommations d'auxiliaires de ventilation> Investissement élevé> Nécessite une inertie au moins moyenne
<u>Détails :</u>		
<u>Mise en œuvre :</u> <ul style="list-style-type: none">> Mise en place d'une CTA Double flux,> Ventilation régulée sur horloge sur les heures d'occupation> Programmation de la ventilation mécanique déjà en place dans le bâtiment afin de dégager les calories du bâtiment en période nocturne		
<u>Performance :</u> <ul style="list-style-type: none">> Débit de renouvellement d'air en sur ventilation nocturne : 100 % à 150% du débit actuellement mis en place en occupation.> Période de sur-ventilation nocturne : 22h à 05h, de mi-mai à mi-October.> By-pass : saison de chauffage : actif si T°air neuf > 22 °C et la T°de reprise d'air > 22 °C> By-pass : reste de l'année : actif si T°air neuf > 12 °C et la T°de reprise d'air > 26 °C		

> Evolution des températures intérieures :



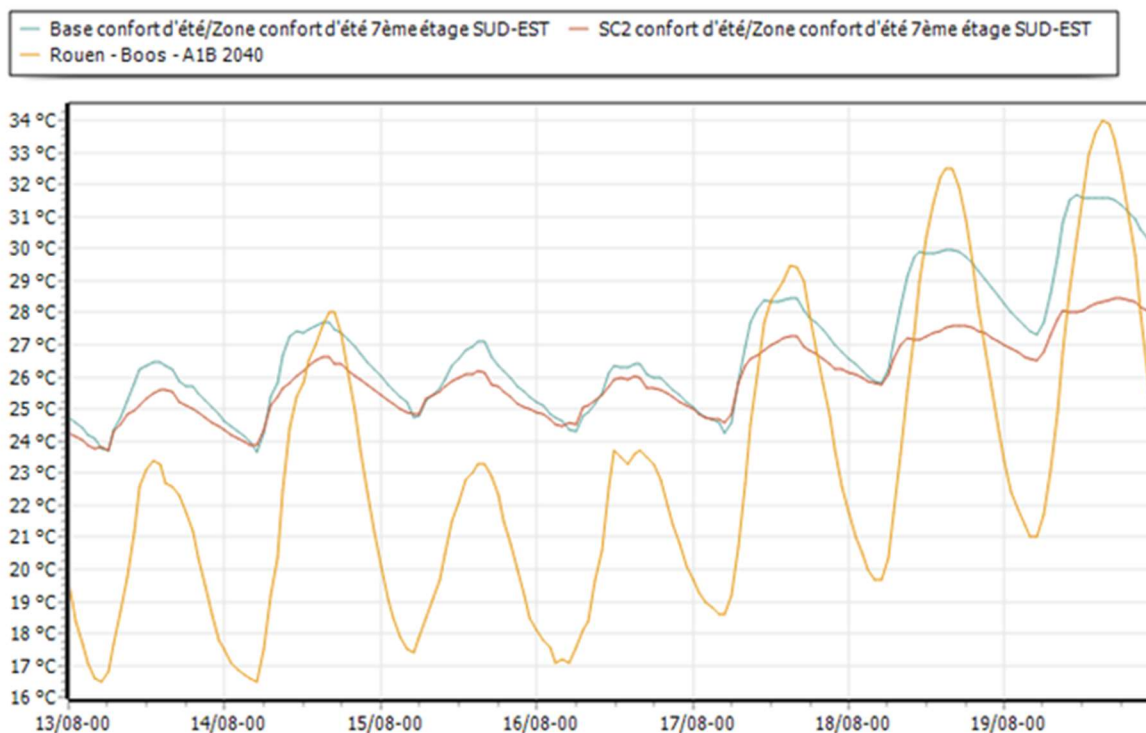
Evolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce open space R+7 SUD EST en état initial et pour l'intervention 1

La mise en place d'une ventilation double flux permet d'évacuer plus facilement la chaleur en journée, aussi, le by-pass permet de ne pas récupérer les calories de l'air repris et de réchauffer l'air neuf inutilement et d'augmenter la température de soufflage, surtout en mi-saison. Cette intervention permet donc de faire baisser la température de l'ensemble des locaux à occupation prolongée, ici l'open space sud-est du R+7 voit sa température intérieure abaissée d'environ 0,2°C sur la semaine la plus chaude.

13.4 Scénario

Le scénario 1 reprend le scénario 2 de la partie audit énergétique en y ajoutant les intervention 1 (mise en place de brises soleil orientable (BSO)) et 2 (mise en place de CTA double flux avec by-pass et sur-ventilation nocturne) qui améliorent le confort d'été.

BSO + CTA double flux avec by-pass et sur-ventilation nocturne + scénario 2	Estimation du coût
	Environ 4 112 815 €HT
<u>Avantages :</u>	<u>Inconvénients :</u>
<ul style="list-style-type: none"> > Avantages des interventions suivantes : Mise en place de brises soleil orientables, mise en place de CTA double flux avec by-pass et sur-ventilation nocturne. 	<ul style="list-style-type: none"> > Inconvénients des interventions suivantes : Mise en place de brises soleil orientables, mise en place de CTA double flux avec by-pass et sur-ventilation nocturne.
<u>Mise en œuvre :</u> <ul style="list-style-type: none"> > Voir mises en œuvre 13.2, 13.3 > Ce scénario présente l'avantage de réduire le recours au système de climatisation actif. 	



Evolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce Open space R+7 SUD EST en état initial et pour le scénario

13.5 Synthèse des simulations

Les tableaux ci-dessous présentent les gains sur le confort estival des interventions et scénarios des pièces étudiées selon les 2 indicateurs retenus :

		Avec BSO	Avec CTA DF by-pass et sur- ventilation nocturne	SC2 audit + inter 1 et 2
Taux d'inconfort (%)	Etat initial	Variante 1	Variante 2	Scénario 1
Bureau R+7 SUD EST	8	0	7	0
Bureaux R+6 NORD OUEST	7	0	4	0
Bureau R+7 SUD OUEST	7	0	1	0
	7	0	4	0

Synthèse du taux d'inconfort estivales

		Avec BSO	Avec CTA DF by-pass et sur- ventilation nocturne	SC2 audit + inter 1 et 2
Température maximale [°C]	Etat initial	Variante 1	Variante 2	Scénario 1
Bureau R+7 SUD EST	31,7	28,9	31,6	28,6
Bureaux R+6 NORD OUEST	30,1	29,0	30,0	28,8
Bureau R+7 SUD OUEST	30,7	28,0	30,5	27,7
	30,8	28,6	30,7	28,4

Synthèse des températures maximales atteintes

14 Conclusions de l'étude de confort d'été

Conformément aux échanges avec le gestionnaire de site, cette présente étude sur le confort thermique confirme que le site est moyennement 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 8% et des températures maximales de plus de 30°C , occasionnant donc un inconfort 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 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.

Nous avons pu observer que les interventions proposées (film solaire, et brise soleil orientables) permettent de réduire la température intérieure d'environ 2°C en été et de passer à un taux d'inconfort de 0%.

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.

L'installation de nouveaux systèmes de climatisation actifs ne nous semble donc pas justifiée au regard des gains relatifs présentés ici et du contexte climatique.

15 Annexes

15.1 Grandeurs utiles au diagnostic

15.1.1 Taux d'actualisation

Les valeurs ci-dessous sont utilisées dans les résultats présentés au niveau des interventions et des scénarios :

Énergie	Taux d'actualisation
Energie	4%
Maintenance / Entretien	2%

15.1.2 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

15.1.3 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	0,234
Charbon	0,385
Électricité (hors autoconsommation) tous usages confondus	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.

15.1.4 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

15.1.5 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} ⁸
Bois, biomasse	0,60
Gaz naturel	1,00
Gaz propane	1,00
Electricité	2.58
Fioul	1,00

⁸ 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.

15.1.6 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.

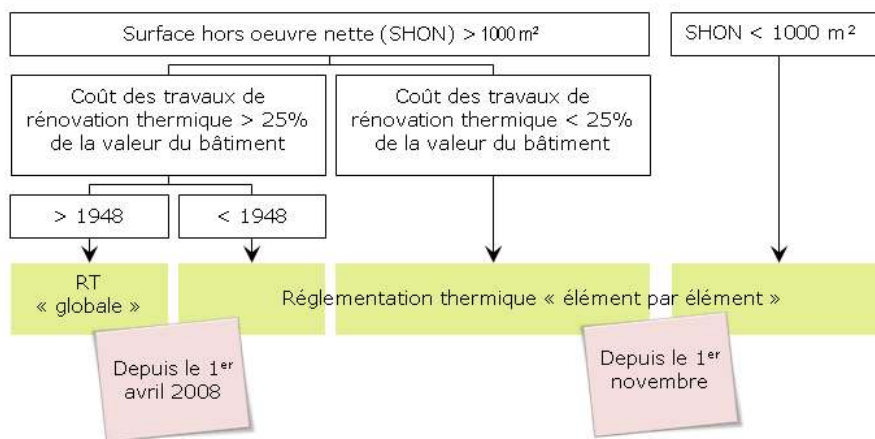
Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

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 1 466 €/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} semestre 2022⁹).



⁹ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.9, mis à jour le 14 janvier 2022.