



CPAM du LOT -ET-GARONNE

Siège Social d'Agen (M47D001)

2 RUE DIDEROT

47 000 AGEN

AUDIT ENERGETIQUE

ETUDE DE CONFORT D'ETE

MAITRISE D'OUVRAGE :

CPAM DU LOT-ET-GARONNE
2 Rue Diderot
47914 AGEN CEDEX

Sylvie PUIMALY
Responsable Logistique – Marchés
07 60 57 23 41
marches.cpam-agen@assurance-maladie.fr

ASSISTANT MOA :

ALTEREA AGENCE BORDEAUX
2 Rue du Jardin de l'Ars
33000 BORDEAUX
T 05 54 52 92 23

Christelle Biennard
Chef de projets
07 57 09 13 08
cbiennard@alterea.fr

Maxime THIZY
Coordinateur d'études
07 48 10 97 99
mthizy@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	22/06/2022	Version provisoire	CDEL	MTHI	CBIE
2	06/07/2022	Version initiale	CDEL	MTHI	CBIE
3	22/09/2022	Reprise suivant retour PRECI	CDEL	MTHI	CBIE

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	12
1.1 OBJECTIF DE L'AUDIT ENERGETIQUE	12
1.2 DECRET TERTIAIRE	12
1.3 METHODOLOGIE EMPLOYEE	13
1.3.1 Processus de l'audit énergétique	13
1.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie	14
1.4 LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS PAR LA MOA	15
1.5 HYPOTHESES PRISES POUR LA REALISATION DE L'ETUDE	15
1.6 ANOMALIES EVENTUELLES A FAIRE REMONTER	15
1.7 POINTS BLOQUANTS	15
1.8 ESTIMATIONS DES QUANTITES POUR LES DIFFERENTES PRESCRIPTIONS	15
2 DESCRIPTION DU SITE	16
2.1 INFORMATIONS GENERALES	16
2.1.1 Périmètre du diagnostic	16
2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs	16
2.1.3 Visite	16
2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés	17
2.1.5 Vue aérienne du site	18
2.2 DONNEES D'USAGE DU SITE	19
2.2.1 Bâtiments	19
2.2.2 Occupation du bâtiment	19
2.3 ANALYSE DU COMPORTEMENT DES USAGERS	20
3 DESCRIPTION DU BATIMENT	21
3.1 BATI	21
3.2 CHAUFFAGE	29
3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation	29
3.2.2 Description de la chaufferie	30
3.2.3 Description des émetteurs	32
3.2.4 Schéma de principe	34
3.2.5 Analyse de la conformité	35
3.2.6 Description de la régulation	36
3.3 VENTILATION	38
3.4 EAU CHAUDE SANITAIRE	41

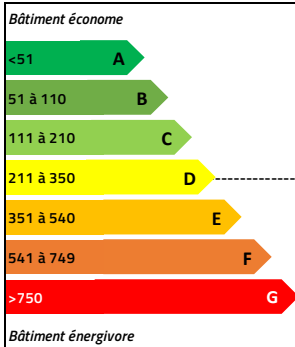
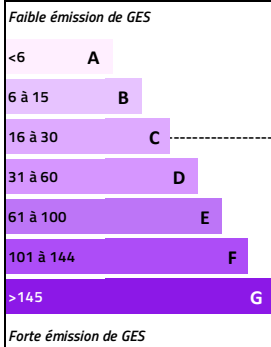
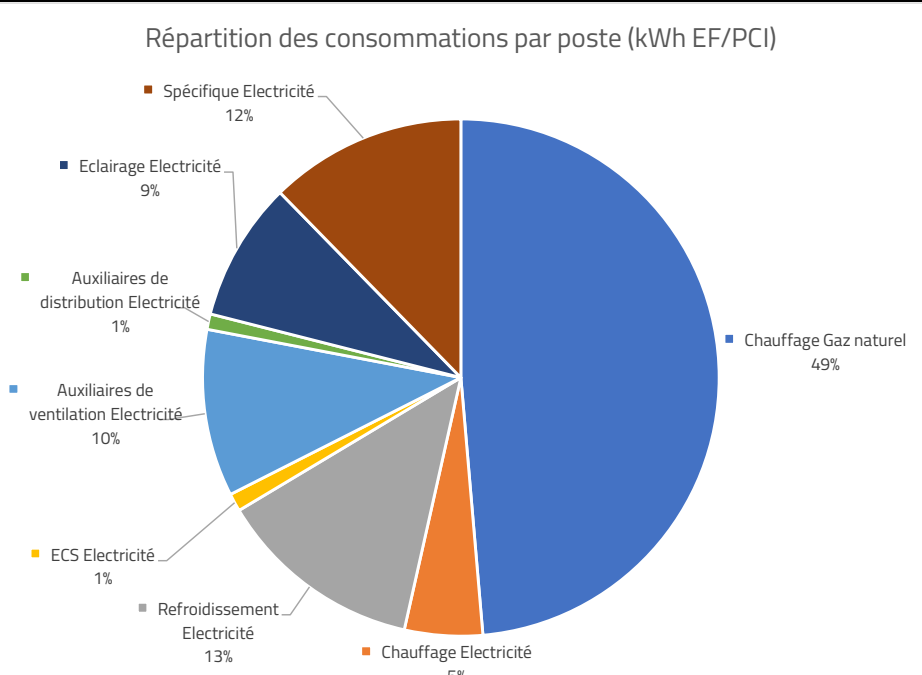
3.5	ECLAIRAGE	42
3.6	CLIMATISATION	45
3.7	AUTRES USAGES	48
4	ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE	50
4.1	USAGES ENERGETIQUES DU SITE	50
4.2	PLAN DE COMPTAGE DES ENERGIES	50
4.2.1	Description de l'approvisionnement en électricité	50
4.2.2	Schéma du plan de comptage proposé :	51
4.2.3	Description de l'approvisionnement en gaz naturel	51
4.2.4	Schéma du plan de comptage proposé :	51
4.3	HISTORIQUE DES CONSOMMATIONS	52
4.3.1	Gaz naturel	52
4.3.2	Electricité	53
4.3.3	Analyse des contrats de fourniture d'énergie	53
4.4	RESPECT DES EXIGENCES DU DECRET TERTIAIRE	54
4.4.1	Sélection de l'année de référence (Décret Tertiaire)	54
4.4.2	Objectifs de consommations énergétiques aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050	54
4.4.3	Contraintes techniques, architecturales et patrimoniales	55
5	ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	56
5.1	ANALYSE DES DEPERDITIONS THERMIQUES DU SITE	56
5.2	SYNTHESE DE L'ENVELOPPE	57
5.3	ANALYSE DES CONSOMMATIONS SIMULEES	58
5.4	COMPARAISON DES CONSOMMATIONS REELLES ET SIMULEES	59
5.5	PRESENTATION DES RESULTATS REGLEMENTAIRES (METHODE TH-C-E ex)	60
6	ENERGIES RENOUVELABLES	61
6.1	INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES EXISTANTES	61
6.2	POTENTIELS D'ENR	61
7	GISEMENT DES POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE	63
7.1	INTRODUCTION	63
7.2	SYNTHESE DES INTERVENTIONS SIMULEES	64
8	SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE	66
8.1	TRAVAUX DE DENSIFICATION PROJETES	66
8.2	SCENARIO 1 : ACTION A FAIBLE INVESTISSEMENT	67
8.2.1	Synthèse	67

8.2.2	Données détaillées des performances du scénario	68
8.2.3	Application de la réglementation thermique	68
8.2.4	Analyse en coût global	69
8.3	SCENARIO 2 : -40% SUR ENERGIE FINALE	70
8.3.1	Synthèse	70
8.3.2	Données détaillées des performances du scénario	71
8.3.3	Application de la réglementation thermique	71
8.3.4	Analyse en coût global	72
8.4	SCENARIO 3 : -50% SUR ENERGIE FINALE	73
8.4.1	Synthèse	73
8.4.2	Données détaillées des performances du scénario	74
8.4.3	Application de la réglementation thermique	74
8.4.4	Analyse en coût global	75
8.5	COMPARAISON DES SCENARIOS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DU DECRET TERTIAIRE	76
9	DESCRIPTIF DES INTERVENTIONS SIMULEES	77
10	CONTEXTE DE LA MISSION DE L'ETUDE DU CONFORT D'ETE	84
10.1	DEROULEMENT DE LA MISSION	84
10.2	OBJECTIFS DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE	84
10.3	OUTIL DE SIMULATION	84
10.4	HYPOTHESES DE CALCUL	85
10.5	DONNEES METEOROLOGIQUES	85
11	MODELISATION DU BATIMENT ET USAGE	86
11.1	REPRESENTATION 3D	86
11.2	ZONAGE THERMIQUE	86
11.3	CHAUFFAGE	87
11.4	CLIMATISATION	88
11.5	RENOUVELLEMENT D'AIR MECANIQUE	88
11.6	ETANCHEITE A L'AIR	88
11.7	OCCUPATION	88
11.8	ECLAIRAGE ARTIFICIEL	89
11.9	EQUIPEMENTS « SPECIFIQUES »	89
11.10	PAROIS VITREES ET OCCULTATIONS	90
11.11	AERATION	90
12	SIMULATIONS ET RESULTATS	91
12.1	ANALYSE DES OMBRES PORTEES	91
12.2	BILAN ESTIVAL DES APPORTS THERMIQUES	92
12.3	INDICATEURS DU CONFORT ESTIVAL	94

13 INTERVENTIONS ET SCENARIO	95
13.1 CHOIX DES INTERVENTIONS	95
13.2 INTERVENTION 1 : MISE EN PLACE DE FILMS SOLAIRES	96
13.3 INTERVENTION 2 : PROGRAMMATION D'UNE SUR-VENTILATION NOCTURNE	98
13.4 INTERVENTION 2 : PROGRAMMATION D'UNE SUR-VENTILATION NOCTURNE	100
13.5 SCENARIO 1	101
13.6 SYNTHESE DES SIMULATIONS	103
14 CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE CONFORT D'ETE	104
15 ANNEXES	105
15.1 HYPOTHESES DE CALCUL DES OBJECTIFS DECRET TERTIAIRE	105
15.2 PLAN DE REPERAGE DES LOCAUX DESSERVIS PAR LA PAC DU PATIO	106
15.3 GRANDEURS UTILES AU DIAGNOSTIC	106
15.3.1 Taux d'actualisation	106
15.3.2 Conversion des unités énergétiques	106
15.3.3 Émissions de CO2	107
15.3.4 Lexique de quelques abréviations	108
15.3.5 Facteur de conversion énergie finale / énergie primaire	109
15.3.6 Réglementation thermique	110

SYNTHESE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

	Année de construction	1978
	Type	Catégorie DPE Tertiaire : 6.1(Public)
	Surface plancher	6 380 m ²
	SHON	6 570 m ²
	Nombre de niveaux	5 Niveaux

Performance énergétique ¹	 Cette étiquette n'a pas valeur de DPE	 Cette étiquette n'a pas valeur de DPE
Coût énergétique simulé au réel ²	99 191 €^{TTC}/an dont gaz naturel 35 249 €^{TTC}/an dont électricité 63 942 €^{TTC}/an	
Consommations par usage (kWhEF)	Répartition des consommations par poste (kWh EF/PCI) 	

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

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

Objectif des scénarios proposés :

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

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

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

Le scénario 1 prévoit :

- Les travaux de réaménagement du rez-de-chaussée ainsi que les interventions énergétiques déjà réalisées (remplacement des chaudières gaz, remplacement du groupe froid, mise en place de tube LED dans le parking et dans certains bureaux)
- Modification des paramètres de régulation
- Mise en place d'un plan de comptage

Le scénario 2 prévoit en complément du scénario 1 :

- Remplacement des ouvrants et reprise de l'étanchéité des joints des menuiseries
- Amélioration de la performance de l'éclairage

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

- Reprise de l'isolation des toitures (hors toiture accessible)
- Mise en place d'une isolation sur le plancher bas donnant sur le parking
- Mise en place de robinets thermostatiques
- Mise en place d'une PAC air/eau assurant le chauffage et le refroidissement du site

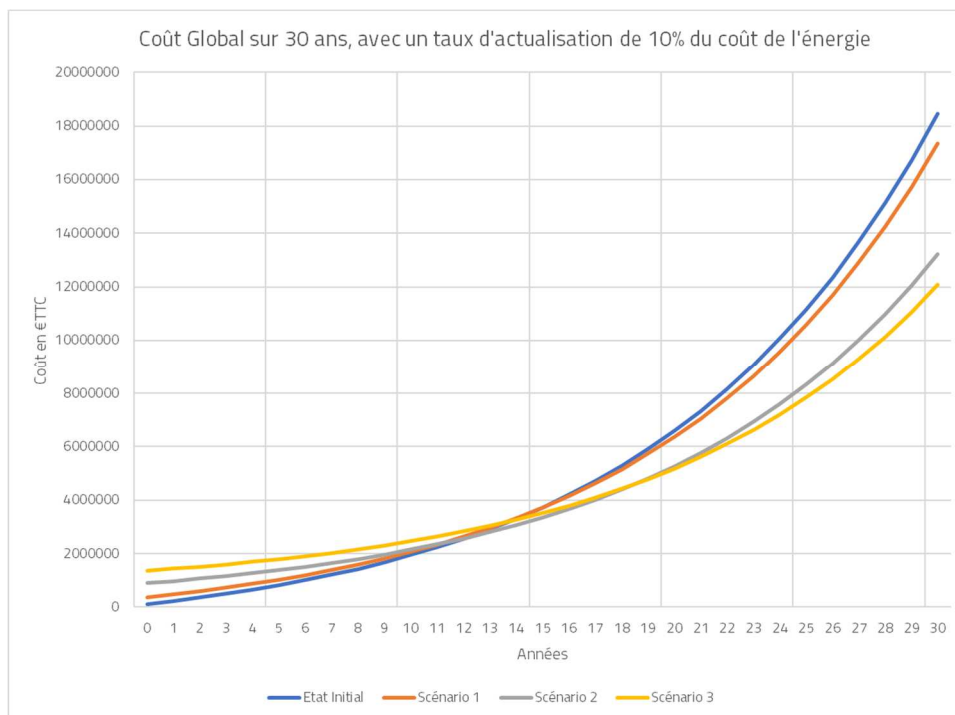
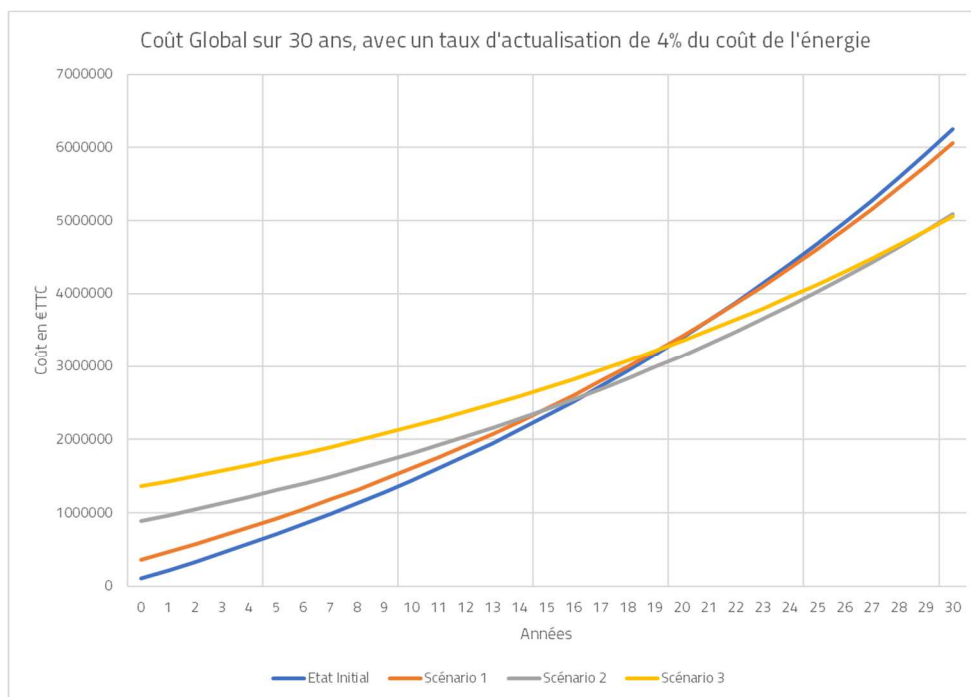
APPROCHE ECONOMIQUE						
Scénario	Economie annuelle d'énergie				Coût (€ ^{TTC})	TRI
	kWh EP/PCI	€TTC	%EP	%EF		
Scénario 1	111 729	7 687	5%	11%	267 k€	22
Scénario 2	641 720	33 344	31%	37%	818 k€	17
Scénario 3	720 948	41 621	35%	54%	1 259 k€	21

APPROCHE ENERGETIQUE								
Scénario	Consommation énergétique simulée	Emissions de CO ₂	Optimisation	Amélioration des systèmes		Traitement du bâti		EnR
	En kWh _{ep} /m ² . _{SHON}	En kg CO ₂ /m ² . _{SHON}		léger	lourd	léger	lourd	
Etat initial	211 à 350 D 312	16 à 30 C 27						
Scénario 1	211 à 350 D 295	16 à 30 C 22	X		X		X	
Scénario 2	111 à 210 C 215	6 à 15 B 15	X	X			X	
Scénario 3	111 à 210 C 203	6 à 15 B 7	X		X		X	X

Désignation	Unité	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Investissements	€HT	0	267 000	818 000	1 295 500
Economie annuelle d'énergie primaire	%	0	5%	31%	35%
Economie annuelle d'énergie finale	%	0	11%	37%	54%
Emissions de CO ₂ évitées	%	0	18%	44%	73%
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	€TTC	0	-7 684	-33 391	-42 518
Impact sur la maintenance (P2) ³	€TTC	0	0	0	875
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	€TTC	0	0	0	0
CEE Mobilisables	kWh CUMAC	0	0	0	8 300 564
Valorisation CEE	€	0	0	0	66 405
Temps de retour sur investissement actualisé	années	0	22	17	21
Dépenses annuelles énergétiques	€TTC	99 783	92 099	66 392	57 265
Dépenses annuelles de maintenance	€TTC	7 920	7 920	7 920	8 795
Dépenses annuelles de renouvellement	€TTC	0	0	0	0
Dépenses énergétiques sur 30 ans (Actualisation des coûts d'énergie de 4%)	€TTC	5 919 959	5 464 081	3 938 906	3 397 410
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	€TTC	335 645	335 645	335 645	372 727
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	€TTC	0	0	0	0
Coût global⁴ (avec investissements)	€TTC	6 255 604	6 066 726	5 092 551	5 065 637

³ Origine du P2 (base ALTEREA)

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



- > Les scénarios ont un temps de retour d'environ 20 ans. Les investissements sont importants.
- > 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 inférieur à 15 ans.
- > Les scénarios permettent des gains énergétiques importants. De plus entre l'année de référence du décret tertiaire (2010) et maintenant, les consommations du site ont fortement diminué ce qui révèle une forte implication des usagers et des moyens mis en œuvre sur ce site.

1 INTRODUCTION

1.1 Objectif de l'audit énergétique

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

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

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

1.2 Décret tertiaire

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

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

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

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

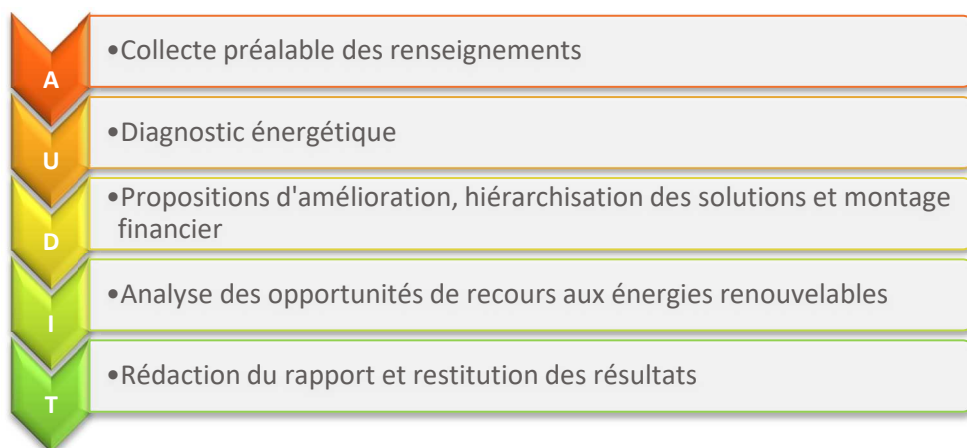
Cette obligation est assortie de deux objectifs intermédiaires en 2030 et 2040 où les consommations devront être réduites respectivement de 40% et 50% par rapport à l'année de référence. Le dispositif prévoit un assouplissement permettant l'atteinte de ces objectifs à l'échelle d'un patrimoine.

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

1.3 Méthodologie employée

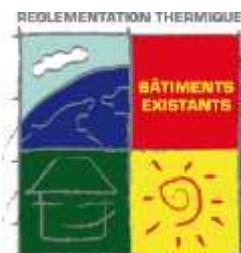
1.3.1 Processus de l'audit énergétique

Le diagnostic peut se décomposer en cinq étapes distinctes :



1.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie

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



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

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

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

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



1.4 Liste des documents transmis par la MOA

DOCUMENTS		FORMAT
Plans et surfaces	> Plans de niveaux des bâtiments	DWG
Consommations énergétiques	> Consommations et dépenses de gaz naturel des années 2010 à 2021.	Excel
	> Consommations et dépenses électriques des années 2012 à 2021.	
Divers	> Liste des travaux immobiliers réalisés depuis 2010	Word
	> Liste matériel CVC	PDF
	> Docs technique chaudière et groupe clim 2022	PDF

1.5 Hypothèses prises pour la réalisation de l'étude

- Isolation du plancher bas donnant sur le rez-de-chaussée en cours de réaménagement par 8 cm de laine minérale
- Isolation du plancher bas sur l'extérieur par 8 cm de laine minérale
- Allège de la façade rideau isolée par 5 cm d'isolant
- Isolation des murs donnant sur l'extérieur par 6 cm
- Isolation des planchers hauts (hors toiture inaccessible) par 10 cm d'isolant
- Isolation des planchers hauts inaccessibles par 12 cm d'isolant

1.6 Anomalies éventuelles à faire remonter

Les réseaux de froid sont oxydés, il est recommandé de réaliser une analyse pH de l'eau des réseaux et une analyse métallographique des réseaux. Il est nécessaire de vérifier qu'il n'y a pas d'incompatibilité entre les matériaux des réseaux.

1.7 Points bloquants

La programmation des ventilations n'est pas reportée sur la GTC, la programmation a donc été supposée identique aux périodes de chauffage.

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 14/04/2022. 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 de la CHARENTE-MARITIME
2 rue Diderot - 47000 - AGEN

2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs

	CPAM DU LOT-ET-GARONNE
Nom	Sylvie PUIMALY
Téléphone	05 53 69 11 40
Fonction	Responsable Logistique – Marchés
E-mail	marches.cpam-agen@assurance-maladie.fr

2.1.3 Visite

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

Situation	
Date de la visite :	14/04/2022
Diagnosticteur :	Maxime THIZY mthizy@alterea.fr
Accompagnateurs :	Laurent TORTUL
Conditions climatiques :	T _{ext.} = 19°C, Ensoleillé

2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés

Les travaux antérieurs ou programmés sont les suivants :

Travaux réalisés :	Année de réalisation
Réfection de l'étanchéité des terrasses et toitures Remplacement de la cellule haute tension	2010
Réaménagement de l'accueil du Siège Social Remplacement d'un système de climatisation Aménagement d'un plancher technique	2011
Remplacement d'un système de climatisation Isolation phonique des locaux Installation d'un monte-personne Remplacement de l'ascenseur "accueil" Réaménagement de l'accueil du Siège Social	2012
Aménagement de nouveaux bureaux et d'une salle de réunion	2013
Installation de deux bornes de recharge de voiture avec achat de deux véhicules électriques Mise en place de luminaire de bureaux individuels	2015
Installation de film solaire (compta + salle Diadème) Remplacement par zone de faux plafond	2016
Remplacement par zone de faux plafond	2017
Remplacement des ventilo-convecteurs du 2ème étage Mise en place de luminaire LED Éclairage du parking en LED Remplacement de 50% des stores extérieurs du 2ème étage	2018
Remplacement de 10 ventilo-convecteurs du 3ème étage Mise en place de luminaire LED	2019
Télétravail générale (covid) Remplacement de 50% des stores extérieurs du 2ème étage Mise en place de luminaire LED	2020
Remplacement du système de climatisation (mise en service juillet) Remplacement des deux chaudières Réfection de l'étanchéité du patio intérieur Remplacement de 50% des stores extérieurs en toile du 2ème étage	2021

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 ⁵	Surface chauffée	Usages
CPAM Agen	1978	5	4 883 m ²	5 046 m ²	Immeuble de bureaux

2.2.2 Occupation du bâtiment

2.2.2.1 Horaires du site

Ouverture au public :

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Ouverture	08h00	08h00	08h00	08h00	08h00	-	-
Fermeture	16h30	16h30	16h30	16h30	16h30	-	-

Le samedi et dimanche le site est uniquement occupé par le service Intracting (open-space).

2.2.2.2 Fréquentation du site

Dénomination	Effectif
Nombre d'employés	295 personnes
Surface plancher ⁶	4 883 m ²
Densité surfacique (m ² surface utile nette/occupant)	10 m ² /occupant

⁵ Les surfaces sont issues du modèle réalisé sur Pléiades et ne prennent pas en compte le réaménagement en cours

⁶ La surface est issue du modèle réalisé sur Pléiades.

2.3 Analyse du comportement des usagers

Inspection des comportements	
Comportement des usagers	
Le public est-il sensibilisé aux problématiques énergétiques ?	Non très peu
Hiver : Comportement des usagers vis-à-vis de l'ouverture des Mex	Menuiseries laissées souvent ouvertes
Hiver : Les portes d'accès aux bâtiments (halls, portes d'entrée, accès techniques, etc) sont	Fermées systématiquement
Comportement vis à vis de la bureautique - Personnel	Extinction de beaucoup de postes
Comportement vis à vis des radiateurs	Réglage aléatoire des robinets selon les zones
Comportement vis à vis de l'éclairage	Les usagers éteignent souvent les éclairages
Comportement vis à vis des douches	Aucune douche
Ressenti des usagers	
Les usagers ont-ils des sensations de froid en hiver ?	Non
Les usagers ont-ils des sensations de chaud en été ?	Oui (ensemble du site)
Les usagers ressentent-ils des courants d'air ?	Oui (zones ponctuelles)
Les usagers mentionnent-ils des problématiques liées à la qualité de l'air (odeurs, air sec, air humide, ...) ?	Non
Si autre, préciser	-
Appréciation générale du comportement des usagers	
Performance	1
Commentaires	Les usagers ne sont pas sensibilisés à la réduction des consommations d'énergies. Lors de la visite, le chauffage était en fonctionnement et des menuiseries restaient ouverte.

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

3 Description du bâtiment

Le descriptif des parois et des systèmes ci-dessous correspond aux éléments observés lors de la visite :

- Les zones concernées par le réaménagement en cours ne sont pas présentées ici.
- Les équipements de chauffage et de refroidissement ont été remplacés, les systèmes actuels sont présentés ici. Néanmoins pour caler l'état initial avec les consommations fournies, les anciens systèmes ont été pris en compte.

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					
Allège isolée façade rideau		Surface	U	P	V
	Type :	Structure métallique et remplissage	298 m²	0,47	1
	Epaisseur :	2 cm			
	Année :	1978			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Polystyrène extrudé			
	Epaisseur d'isolation :	5 cm			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2,90			
Localisation :		Majorité du site			
Mur sur extérieur		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	677m²	0,48	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Année :	1978			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Polystyrène extrudé			
	Epaisseur d'isolation :	6 cm			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2,90			
Localisation :		Patio, murs du R+3			

Mur sur local non chauffé		Surface	U	P	V
-	Type : Béton plein	136 m ²	3,85	1	1
	Epaisseur : 20 cm				
	Année : 1978				
	Nature du local non chauffé : Archives (réaménagement en cours)				
	Garde-fou RTex 2018 (R) : 2,00				
Localisation : Archives					

Commentaire par paroi	
Allèges isolées	Les murs du site sont principalement composés d'une façade rideau. Cette dernière possède des allèges isolées, avec 5 cm de polystyrène. Il n'est pas prévu de rajouter une isolation complémentaire.
Mur sur extérieur	Une partie des murs de la CPAM est en béton plein, isolée par 6 cm de polystyrène côté intérieur. La mise en place d'une ITE permettrait des gains faibles pour un investissement important, aucune intervention ne sera préconisée.
Mur sur locaux non chauffés	Une partie du rez-de-chaussée donne sur des archives, actuellement non chauffées. Celles-ci sont en cours de réaménagement et seront chauffées après les travaux. Aucune intervention ne sera prévue sur ces parois.

Menuiserie								
Simple vitrage aluminium – Façade rideau			Surface	Uw	P	V		
	Matériau et vitrage :		Aluminium / Simple vitrage		543 m²	5,50	0	0
	Etanchéité :		Mauvaise					
	Année :		1978					
	Occultation :		Stores extérieurs					
	Matériau occultation :		PVC					
	Position :		Nu intérieur					
	Fermeture :		Variable					
	Pathologies :		Présence de défauts d'étanchéité à l'air généralisés au niveau du cadre					
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :		1,9					
Localisation :			Majorité du site					
Simple vitrage bois			Surface	Uw	P	V		
	Matériau et vitrage :		Bois / Simple vitrage		8m²	4,70	0	0
	Etanchéité :		Faible					
	Année :		1978					
	Occultation :		Aucune					
	Matériau occultation :		Sans objet					
	Position :		Nu intérieur					
	Fermeture :		Variable					
	Pathologies :		Présence de défauts d'étanchéité à l'air généralisés au niveau du cadre					
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :		1.9					
Localisation :			Courrier au RDC					
Lanterneau sur toiture-terrasse			Surface	U	P	V		
	Type :		Aluminium / double vitrage		10m²	2.40	2	3
	Pathologies :		Absence de pathologie					
	Année :		2022					
	Garde-fou RTex 2018 (R) :		2.5					

Commentaire par paroi	
Menuiseries simple vitrage (aluminium ou bois)	La majorité du site, dont la façade rideau, est équipé de menuiseries en aluminium simple vitrage. Celles-ci ne sont pas équipées de rupteurs de ponts thermiques et ne sont pas performantes d'un point de vue thermique et elles amènent une sensation d'inconfort avec leur faible étanchéité à l'air et par effet de paroi froides. Elles sont équipées pour la majorité de stores extérieurs permettant de limiter les apports solaires. Il est proposé de les remplacer par des modèles plus performants ce qui permettra de diminuer nettement les déperditions thermiques tout en améliorant le confort des occupants aussi bien en été qu'en hiver. Ponctuellement au R+3 certaines menuiseries ont déjà été remplacées.
Lanterneau	Les lanterneaux installés en toiture-terrasse pour faire des puits de lumières sont récents et de bonne performance. Aucune intervention ne sera réalisée concernant ceux-ci.

Plancher bas						
Plancher bas sur parking		Surface	U	P	V	
	Type :	Dalle béton	1 506 m²	3,23	1	0
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Isolant :	Aucun				
	Epaisseur d'isolation :	-				
	Année :	1978				
	Position :	Sur sous-sol enterré				
Pathologies :	Absence de pathologie					
Localisation :		Parking				
Plancher bas sur extérieur		Surface	U	P	V	
-	Type :	Dalle béton	240 m²	0,44	2	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Laine de roche				
	Epaisseur d'isolation :	8 cm				
	Position :	Sur extérieur				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
Localisation :		Plancher bas du R+1 donnant sur l'extérieur				
Plancher bas sur terre-plein		Surface	U	P	V	
-	Type :	Dalle béton	13m²	0,21	2	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Isolant :	-				
	Epaisseur d'isolation :	-				
	Position :	Sur terre-plein				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
Localisation :		Plancher bas du R+1 donnant sur l'extérieur				

Commentaire par équipement	
Plancher bas sur parking	La majorité du plancher bas de la CPAM donne sur un parking sous-terrain. Ce plancher est non isolé en sous-face. Nous proposerons de l'isoler en sous-face de la dalle béton ce qui permettra de diminuer les consommations énergétiques. <u>Remarque</u> : Ce plancher n'est actuellement pas déperditif, le rez-de-chaussée étant non chauffé. En suivant l'aménagement des archives, la mise en place d'une isolation sera préconisée.
Plancher bas sur extérieur	Une partie des planchers bas du site donne sur l'extérieur. Compte tenu de l'année de construction, nous avons considéré une isolation en sous face de 8 cm en laine de verre. Il sera envisagé la reprise de cette isolation, mais le gisement d'économie d'énergie sera faible car la mise en œuvre d'une isolation complémentaire ne permettra pas de faire de gains conséquents.
Plancher bas sur terre-plein	Une partie du plancher donne sur terre-plein, celui-ci est supposé non isolé. Aucune intervention n'est envisagée sur ce plancher.

Plancher haut					
Toiture-terrasse inaccessible		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	622m²	0,28	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Mousse de polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	10 cm			
	Etanchéité :	Finition lourde			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Année :	2010			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3,30			
	Localisation :		Majorité du site		
Toiture-terrasse accessible		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	919m²	0,24	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Mousse de polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	12 cm			
	Etanchéité :	Finition lourde			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Année :	2010			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3,30			
	Localisation :		Toiture R+2		
Toiture-terrasse Bac Acier		Surface	U	P	V
	Type :	Charpente métallique	404m²	0,24	2
	Epaisseur :	5 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Mousse de polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	10 cm			
	Etanchéité :	Bitumineuse			
	Pathologies :	Eau stagnante en toiture			
	Année :	2011			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3,30			
	Localisation :		une partie des bureaux et réfectoire du R+3		

Commentaire par paroi	
Toiture terrasse	Les planchers hauts du site de la CPAM sont en majorité de type toiture terrasse. Globalement les toitures terrasse sont correctement isolées et sont faiblement déperditives. Il sera tout de même proposé de reprendre l'isolation de la toiture inaccessible mais les gains associés seront faibles.
Bac acier	Le site possède également une toiture de type bac acier. Même remarque que précédemment pour les toitures terrasse, le bac acier est correctement isolé mais il sera proposé d'améliorer cette isolation dans un soucis d'efficacité énergétique et de pérennisation du bâtiment.

3.2 Chauffage

3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation

Description de l'exploitation	
Type d'exploitation	Prestataire privé avec visites contractuelles.
Société de maintenance	Société Equans-Axima
Périmètre	Chauffage / Ventilation / ECS / Climatisation Contrat de maintenance réalise à l'aide d'un Marché à Procédure Adaptée (MAPA). Le marché de maintenance consiste à des interventions de contrôle, vérification, réglage et mise en état conformément aux prescriptions inscrites dans le CCTP du marché datant de 2022.
Appréciation de la conduite des installations	Bonne qualité de la prestation de maintenance. Lors de la visite il a été remonté un problème avec les réseaux d'eaux glacées et la présence de dépôt métallique dans les canalisations. Les CTA étaient correctement entretenues. Aucune autre anomalie n'a été relevé lors de la visite.

3.2.2 Description de la chaufferie

Production de chaleur			
Chaudière gaz à condensation		P	V
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique :	390 kW	
	Technologie :	Condensation	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Oui	
	Mode d'évacuation :	Conduit de fumées	
	Position :	Au sol	
	Année :	2022	
	Marque :	ATLANTIC	
	Modèle :	Varmax	
	Nombre :	2	
		3	3
Pompe à chaleur périphérique patio		P	V
	Type :	Pompe à chaleur air/eau réversible	
	Puissance thermique :	25 kW	
	EER :	2,56	
	COP	2,61	
	Fluide frigorigène :	R407C	
	Position :	Terrasse	
	Marque :	Trane	
	Modèle :	CXA 100	
	Nombre :	1	
Locaux desservis		Cf Annexe 15.2	
		2	1
Pompe à chaleur réfectoire		P	V
	Energie :	Electricité	
	Puissance chaud :	7,5 kW	
	Puissance froid :	6,5 kW	
	Puissance électrique :	0,4 à 2,7 kW	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	EER	3,75	
	COP	3,85	
	Type :	Détente directe	
	Année :	2010	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	3MXS68G2V1B	
	Nombre :	1	
		2	2

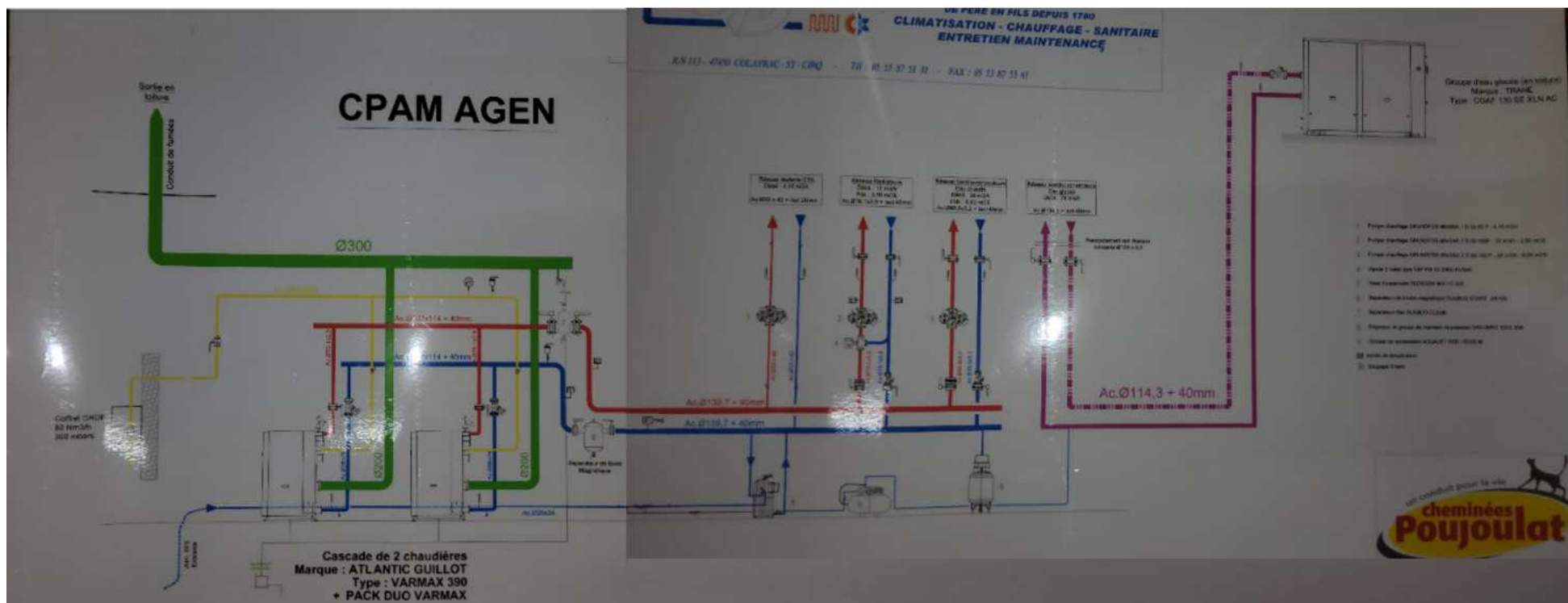
Commentaire par équipement	
Chaudière gaz à condensation	Les chaudières gaz du site ont été rénovées cette année en lieu et place de deux anciennes chaudières fonctionnant à haute température et datant de 1978. Elles fonctionnent au gaz naturel et sont montées en cascade. Leur technologie est à condensation, ce qui leur permet d'avoir un rendement sur PCI allant jusqu'à 109,1% et leur plage de modulation de puissance est de 20 à 100% Le site étant climatisé par des pompes à chaleur air/eau. Le chauffage pourrait également être réalisé par ce système. Cette solution permettrait de recourir à une énergie moins carbonée.
Pompe à chaleur Réfectoire	Une pompe à chaleur AIR/AIR est actuellement installée dans le réfectoire. Le groupe extérieur est en bon état, aucune préconisation n'est envisagée sur cet équipement.
Pompe à chaleur Patio	Le patio est chauffé et climatisé par une PAC air/eau réversible. Ce système est performant. Lors de la visite il a été remonté que la deuxième unité était « Hors service ».

Auxiliaire de chauffage				
Pompe départ CTA			P	V
	Technologie :		Pompe à débit variable	
	Type :		Pompe double	
	Position :		Départ constant	
	Taille :		Petite	
	Année :		2022	
	Marque :		GRUNDFOS	
	Modèle :		MAGNA 1D	
	Nombre :		2	
	Localisation :		Chaufferie	
Pompe départ radiateur et ventilo-convecteur			P	V
	Technologie :		Pompe à débit variable	
	Type :		Pompe double	
	Position :		Départ régulé	
	Taille :		Moyenne	
	Année :		2022	
	Marque :		GRUNDFOS	
	Modèle :		MAGNA 3D	
	Nombre :		2	
	Localisation :		Chaufferie	
Commentaire par équipement				
Pompe de chauffage		Les pompes, équipant la chaufferie et les départs, ont été rénovées également en 2022. Elles sont toutes à débit variable ce qui permet de diminuer les consommations des auxiliaires de distribution.		
		La distribution de chaleur se fait en locaux technique par des tubes acier. Le calorifugeage des réseaux est bon, il se fait par de la laine de verre d'une épaisseur moyenne de 3cm, revêtue d'une coque de protection en aluminium ou PVC.		

3.2.3 Description des émetteurs

Emission de chaleur			
Ventilo-convecteurs bureaux		P	V
	Locaux desservis :	Majorité des bureaux	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	4 tubes (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Murale	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
		2	1
Radiateur hydraulique		P	V
	Locaux desservis :	Sanitaires et circulations	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
		3	3
Soufflage depuis une CTA 1er étage		P	V
	Position :	Bouche de soufflage plafonnrière	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	2003	
		1	1
Ventilo-convecteurs chaud réfectoire		P	V
	Locaux desservis :	Bureaux donnant sur le patio du R+1	
	Energie :	Chauffage : PAC air/eau Electrique	
	Position :	Murale	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	Daikin	
		2	1

Commentaire par équipement	
Soufflage CTA	L'open-space du 1 ^e étage est chauffé et climatisé par des batteries hydrauliques présentes sur la CTA.
Ventilo-convecteurs chaud	L'ensemble des locaux sont équipés de ventilo-convecteurs permettant le chauffage et le refroidissement des locaux (réversible). Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.
Radiateurs	Les circulations et les sanitaires sont équipés de radiateurs à eau permettant le chauffage. Actuellement, les radiateurs ne sont pas équipés de robinets thermostatiques. La mise en place de têtes thermostatiques permettrait de réduire les consommations de ces zones en améliorant la régulation. Cette intervention est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.



3.2.5 Analyse de la conformité

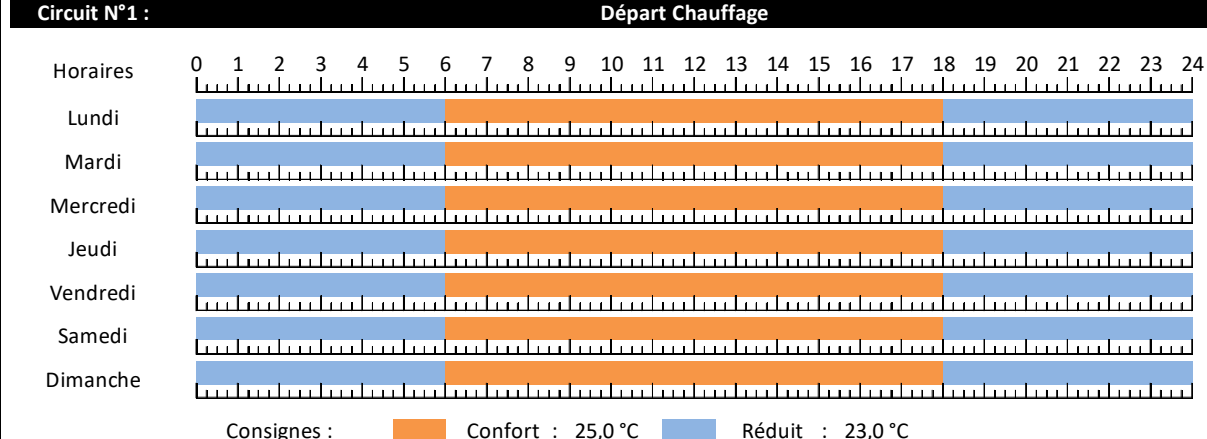
Conformité réglementaire Chauffage	
Nom du local	Local Chauffage
Situation	Sous-sol
Accessibilité	Oui
Sens d'ouverture de la porte d'accès	Intérieur vers extérieur
Présence d'une barre anti-panique	Oui
Présence d'un ferme-porte	Oui
Balayage chauffage	Conforme
Type de ventilation basse	Ouverture en paroi
Type de ventilation haute	Ouverture en paroi
Surface de plancher de la chauffage	28 m ²
Hauteur sous plafond	4.6 m
Éclairage	Suffisant
Distance entre chaudières	Conforme
Présence de BAES	Oui
Etat des BAES	Bon état
Contrôle du disconnecteur	Conforme
Présence de gaine pompiers	Oui
Signalétique de gaine pompiers	Oui
Présence de consignes de sécurité	Oui
Présence d'un schéma de principe	Oui (schéma correct)
Paroi coupe-feu	Oui
Porte coupe-feu	Oui
Nombre d'extincteur(s)	2
Présence d'une armoire électrique	Oui
Présence des schémas électriques de l'armoire	Non
Etat de l'armoire électrique	Bon état
Espace libre dans l'armoire électrique	Suffisant
Eclairage de l'armoire électrique	Suffisant
Présence d'une coupure extérieure combustible	Oui
Présence d'une signalétique pour la coupure extérieure combustible	Oui
Etat du coffret de coupure extérieure combustible	Etat moyen
Présence d'une coupure extérieure électrique	Oui
Présence d'une signalétique pour la coupure extérieure électrique	Oui
Séparation force/lumière	Oui
Présence d'une signalétique force/lumière	Oui
Etat du coffret de coupure extérieure électrique	Bon état

La rénovation complète de la chaufferie est en cours de réalisation, la mise en place des BAES et de la modification de l'accès (+barre antipanique) est prévue à la suite de la visite.

3.2.6 Description de la régulation

Régulation terminale chauffage			
Régulation terminale ventilo-convecteurs		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance	
	Année :	-	
	Marque :	Siemens	
	Locaux desservis :	Bureaux	
		2	3
Robinet manuel		P	V
	Technologie :	Robinets manuels	
	Année :	-	
	Marque :	RBM	
	Locaux desservis :	Circulation, Sanitaires	
		1	0

Commentaire par équipement	
Régulation émetteurs	L'ensemble des ventilo-convecteurs sont pilotés depuis la GTC permettant la mise en place de planning horaire et de plage de température en fonction de la saison (chauffage et refroidissement). Des thermostats d'ambiances permettant la modification de certains paramètres de régulations (vitesse de ventilation + écart de température par rapport à la consigne de +/- 0.5°C) sont installées dans les bureaux Les radiateurs hydrauliques ne disposent pas de robinet thermostatique permettant une régulation plus fine de la température de consigne. Cette intervention sera préconisé dans la suite du rapport.

Caractéristiques de la régulation en chaufferie :		Vétusté	Perf.
Régulation	La régulation des réseaux de chauffage et de refroidissement réalisée à partir d'une GTC de marque SIEMENS. La régulation est régie selon des plannings horaires et des lois d'eau sur la température extérieure. Actuellement, toutes les zones ne sont pas raccordées à la GTC. Seules les chaudières (et les équipements associés tel que les thermostats) étaient pilotées par ce système lors de notre visite. Le raccordement des équipements de ventilation est prévu dans un second temps.	3	3
	Départ Chauffage Circuit N°1 :  Consignes : ■ Confort : 25,0 °C ■ Réduit : 23,0 °C		

Commentaires
> Le chauffage fonctionne de 6h à 18h du lundi au dimanche. Le week-end seule le service contact tracing est utilisé. Cette zone n'est pas desservie par un départ spécifique. Néanmoins une programmation permettrait la coupure des ventilo-convecteurs des zones non utilisées pour limiter les consommations énergétiques. > La température de consigne en période d'occupation est très élevée ainsi qu'une faible différence de la température de réduit hors période d'occupation. Il est recommandé de reprendre les consignes de températures (Confort + Réduit). L'inconfort dans le site provient d'une sensation de paroi froide générée par le simple vitrage et l'absence de rupteurs de ponts thermiques. > Si des travaux sur l'enveloppe sont réalisés, il sera nécessaire d'ajuster la loi d'eau. > La régulation terminale est réalisée par des sondes d'ambiances dans chaque bureau avec possibilité de réguler la température autour de la valeur de consigne +/- 0,5°C. Chaque ventilo-convecteur est équipé d'une vanne deux voies permettant une régulation plus fine des températures. > Les radiateurs sont eux équipés de robinets manuels. La mise en place de robinets thermostatiques est préconisée. > Une régulation sera installée pour la gestion des nouveaux locaux au RDC « Rez-de-jardin »

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				P	V
CTA Open-Space + Service Médical				P	V
	Technologie :	CTA DF sans récupération d'énergie et avec caisson de mélange		3	1
	Batterie chaude :	Hydraulique			
	Débit :	11 000 m³/h			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Année :	Non connue			
	Marque :	AERMEC			
	Modèle :	NCT 10			
	Locaux desservis :	Open-Space + Service Médical + bureaux en cours de réaménagement au RDC			
	Nombre :	1			
CTA ALDES - 1				P	V
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et sans caisson de mélange		2	1
	Batterie chaude :	Electrique			
	Puissance batterie chaude :	4.5 kW			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Année :	2003			
	Marque :	Aldes			
	Modèle :	ADF 2			
	Locaux desservis :	2 ^{ème} étage			
	Nombre :	1			
CTA ALDES - 2				P	V
	Puissance électrique :	4.5 kW		2	1
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et sans caisson de mélange			
	Batterie chaude :	Electrique			
	Puissance batterie chaude :	9 kW			
	Année :	2003			
	Marque :	ALDES			
	Modèle :	ADF 2			
	Locaux desservis :	2eme étage			
	Nombre :	1			

CTA ALDES - 3		P	V
	Puissance électrique :	4.5 kW	
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et sans caisson de mélange	
	Batterie chaude :	Electrique	
	Puissance batterie chaude :	6.8 kW	2
	Année :	2003	
	Marque :	ALDES	
	Modèle :	ADF 2	
	Locaux desservis :	2eme étage	
	Nombre :	1	1
CTA ALDES - 4		P	V
	Puissance électrique :	4.5 kW	
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et sans caisson de mélange	
	Batterie chaude :	Electrique	
	Puissance batterie chaude :	4.5 kW	2
	Année :	2003	
	Marque :	ALDES	
	Locaux desservis :	3eme étage	
	Nombre :	1	1
Extracteurs simple flux cuisine		P	V
	Puissance électrique :	1.5 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type :	Sur conduit	
	Extracteur :	Classique	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	1977	
	Marque :	VEM	
	Modèle :	NC	
	Locaux desservis :	Réfectoire	
	Nombre :	1	0
Extracteurs simple flux sanitaire		P	V
	Puissance électrique :	0.25 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type :	Sur conduit	
	Extracteur :	Classique	
	Année :	2003	
	Marque :	Ciat	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
	Nombre :	2	1

Extracteurs simple flux sanitaire		P	V
	Puissance électrique :	250 W	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type :	Sur conduit	
	Extracteur :	Classique	
	Année :	2003	
	Marque :	CIAT	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
	Nombre :	3	1

Commentaire par équipement
Les sanitaires sont ventilés par des tourelles d'extractions simple flux. Celles-ci fonctionnent de manière permanente. L'open-space du R+1 est ventilé par une CTA double flux avec caisson de mélange. Celle-ci est équipée d'une batterie chaude et d'une batterie froide hydraulique. Elle permet le chauffage et le rafraichissement de l'open-space. La zone réaménagée du RDC sera raccordée à cette CTA. Le reste du site est ventilé par des CTA double flux avec récupération de chaleur et est équipée d'une batterie chaude électrique. La zone courrier est ventilée de manière naturelle par des entrées d'air sur les menuiseries.

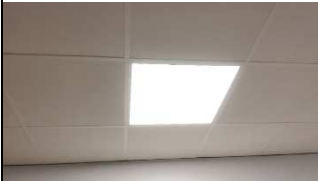
3.4 Eau Chaude Sanitaire

Production ECS			
Ballon électrique sanitaire		P	V
	Marque :	Altech	
	Modèle :	Alt 30	
	Nombre :	3	
	Type de production :	Centralisée	
	Puissance électrique :	1.5 kW	
	Volume :	30 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	2
	Locaux desservis :	Sanitaires	2
Ballon électrique chaufferie		P	V
	Marque :	De Dietrich	
	Nombre :	2	
	Type de production :	Centralisée	
	Puissance électrique :	2.4 kW	
	Volume :	200 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	3
			2

Commentaire par équipement
La production d'ECS du site est réalisée par deux ballons électriques. Ceux-ci alimentent les blocs sanitaires du site. Les besoins sont faibles. Cette production est adaptée à l'usage. Aucune intervention ne sera envisagée sur ce poste.

3.5 Eclairage

Source d'éclairage			
Source éclairage intérieur		P	V
	Technologie :	Lampe fluocompacte	
	Type de luminaire :	Ampoule	
	Nombre de lampes par luminaire :	1	2
	Position :	Suspendue	
	Localisation :	Sanitaires	1
Spot hublot LED		P	V
	Année :	2022	
	Technologie :	Luminaire LED	
	Type de luminaire :	Spot	
	Nombre de lampes par luminaire :	1	3
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	3
	Ballast :	Sans objet	
	Localisation :	Sanitaires	
T5		P	V
-	Technologie :	Tube fluorescent T5	
	Nombre de lampes par luminaire :	4	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	14 W	
	Position :	Encastrée	2
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	1
	Ballast :	Electronique	
	Localisation :	Quelques bureaux R+3	
T8		P	V
	Année :	1978	
	Technologie :	Tube fluorescent T8	
	Type de luminaire :	Tube	
	Nombre de lampes par luminaire :	4	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	18 W	1
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Ferromagnétique	
	Localisation :	La majorité des bureaux	1

Dalle LED		P	V
	Année :	2021	3
	Technologie :	Dalle LED	
	Type de luminaire :	LED	
	Nombre de lampes par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	43 W	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans Objet	
	Localisation	Rénovation en cours RDC	

Commentaire par équipement
L'éclairage du site est majoritairement réalisé par des tubes fluorescents de type T8 avec ballast ferromagnétique. Ponctuellement des tubes T5 ont été mis en place. Dans les sanitaires des ampoules fluocompactes ou des luminaires LED sont présents. L'éclairage du parking a été rénovée récemment et des tubes LED ont été mis en place. La majorité de l'éclairage du site est peu performant. La mise en place de luminaires LED permettrait de limiter les consommations d'éclairage et également d'améliorer le confort d'été (diminution des apports internes).

Pilotage terminal éclairage			
Détection de présence		P	V
	Technologie :	Détection de présence	
	Locaux desservis :	Sanitaires – Circulations rénovés	
		3	3
Interrupteur simple		P	V
	Technologie :	Tout ou rien	
	Localisation :	Bureaux, circulations non rénovés	
		1	0

Commentaire par équipement
L'éclairage des bureaux sont gérés par des interrupteurs simples. Les apports solaires étant importants, la mise en place de sondes photométriques est recommandée. L'éclairage des sanitaires est géré par détection de présence. Ce système est performant et permet d'éviter les dérives de consommations. La gestion de l'éclairage du parking est actuellement énergivore. La mise en place d'une détection de présence permettrait de limiter les consommations énergétiques de cet espace. L'éclairage des circulations est géré par des interrupteurs simples. La mise en place de détection de présence comme dans les sanitaires est préconisé. Les circulations de la zone en rénovation sont équipées de détection de présence.

3.6 Climatisation

Certains équipements sont réversibles et participent également au chauffage.

Production de froid			
Pompe à chaleur réfectoire		P	V
	Energie :	Electricité	
	Puissance chaud :	7,5 kW	
	Puissance froid :	6,5 kW	
	Puissance électrique :	0,4 à 2,7 kW	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	EER	3,75	2
	COP	3,85	2
	Type :	Détente directe	
	Année :	2010	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	3MXS68G2V1B	
	Nombre :	1	
Pompe à chaleur salle informatique		P	V
	Type :	Monosplit	
	Puissance froid	5 kW	
	EER	3,03	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	2
	Position :	Patio	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	RKS50E3V1B	
	Nombre :	1	
Groupe froid périphérique patio		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance froid :	25 kW	
	Technologie :	EER >= 3,5	
	Fluide frigorigène :	R407C	
	EER	2,56	
	COP	2,61	
	Position :	Terrasse	
	Marque :	Trane	2
	Modèle :	Cvaxm100sd0abb0	
	Nombre :	1	
	Locaux desservis	Cf Annexe 15.2	1

Groupe froid		P	V
	Type :	Groupe froid multiétage	
	Puissance froid :	416 kW	
	Technologie :	EER = 2,67	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Année :	2021	
	Marque :	Trane	
	Modèle :	CGAF130SE XLN	
	Nombre :	1	
	Locaux desservis	Ensemble des bureaux (Sauf Bureaux 2 ^{ème} étage façade intérieur du patio)	
		3	3
Pompe à chaleur Local Serveur		P	V
	Energie :	Electricité	
	Puissance froid :	13.4 kW	
	Puissance électrique :	2.1 kW	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	EER	3,66	
	COP	3,85	
	Type :	Détente directe	
	Année :	2010	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	3MXS68G2V1B	
	Nombre :	1	
		2	2

Commentaire par équipement	
Groupes froids	Le bâtiment est équipé de plusieurs groupes froids air/eau. Deux desservent les bureaux du patio du R+2 (un seul est fonctionnel). L'autre groupe froid dessert la majorité du site. Il vient d'être remplacé et est performant. Aucune intervention n'est envisagée sur ces équipements.
Détente directe	Plusieurs PAC air/air sont présentes sur le site. Celles-ci desservent les locaux techniques (salle serveur) ou le réfectoire du R+3. Ces systèmes sont performants.

Emission de froid			
Ventilo-convecteurs froid serveur		P	V
	Année :	2020	
	Locaux desservis :	Salle serveur	
	Energie :	Electrique	
	Technologie :	2 tubes (refroidissement)	2
	Position :	Murale	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	Daikin	
	Nombre :	2	
Ventilo-convecteurs froid bureau 2eme patio		P	V
	Année :	1978	
	Locaux desservis :	Bureau autour du patio	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	4 tubes (chauffage et refroidissement)	2
	Position :	Murale	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	Trane	
Ventilo-convecteurs réfectoire		P	V
	Année :	2010	
	Locaux desservis :	Réfectoire	
	Position :	Murale	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	FLXS35BAVMB	
	Nombre :	2	
Soufflage depuis une CTA 1er étage		P	V
	Position :	Bouche de soufflage plafonnière	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	2003	

Commentaire par équipement
La production de froid est réalisée par les mêmes émetteurs que pour le chauffage : - Batterie hydraulique sur la CTA desservant l'open-space du R+1 et le centre médical, l'extension sera prochainement raccordée à cette émission. - Ventilo-convecteurs 4 tubes dans les bureaux - Ventilo-convecteurs réversibles dans le réfectoire et la salle serveur Ces émetteurs sont adaptés.

3.7 Autres usages

Autres usages			
Onduleur		P	V
	Puissance électrique :	20 kW	
	Durée de fonctionnement quotidien :	24 h	
	Année :	2020	
	Marque :	Schneider	3
	Modèle :	G300	3
	Nombre :	1	
	Type :	Serveur informatique	
	Extinction hors utilisation :	Fonctionnement permanent	
Salle serveur		P	V
	Durée de fonctionnement quotidien :	24 h	
	Année :	2020	
	Nombre :	8	3
	Type :	Baie de brassage	3
	Extinction hors utilisation :	Fonctionnement permanent	
Micro-onde		P	V
	Puissance électrique :	0.8 kW	
	Durée de fonctionnement quotidien :	2 h	
	Marque :	Samsung	
	Nombre :	5	2
	Energie :	Electricité	
	Type d'équipement :	Micro-onde	
	Puissance thermique :	0.8 kW	
Ascenseurs et élévateurs		P	V
	Technologie :	Ascenseur à contrepoids	
	Type de locaux :	Bureaux	
	Charge utile :	1000 kg	
	Gestion éclairage :	Extinction à l'arrêt de l'ascenseur	2
	Année :	2012	2
	Nombre :	2	
Equipements de bureautique		P	V
	Type :	PC fixe, baies de brassage, salle serveur	
	Extinction hors utilisation :	Partielle	1

Commentaire par équipement

La majorité des équipements spécifiques du site concernent la bureautique (serveurs, onduleur, ordinateurs, ...). Cet usage est considéré comme incompressible. Il est néanmoins recommandé de sensibiliser les usagers à l'extinction des ordinateurs et écrans et non leur mise en veille.

Dans le réfectoire des micro-ondes, réfrigérateurs sont également présents. Ces usages sont incompressibles.

4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE

4.1 Usages énergétiques du site

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

4.2 Plan de comptage des énergies

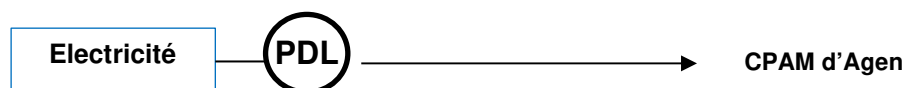
Les schémas du plan de comptage sont idéaux et peuvent être ajustés selon les besoins.

4.2.1 Description de l'approvisionnement en électricité

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

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PDL	Fournisseur	Puissance souscrite
CPAM 47	Fournisseur	-	-	NC	NC

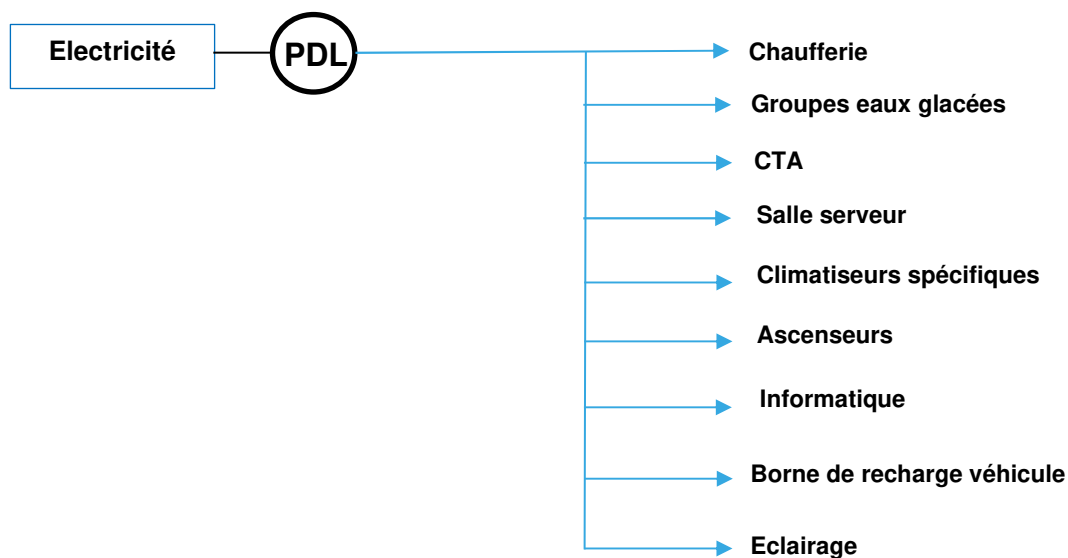
Le schéma ci-dessous présente le système de comptage actuel :



PDL : Point De Livraison

Aucun sous compteur n'est présent sur site afin d'indiquer avec précision les consommations spécifiques des différents usages du bâtiment de la CPAM d'Agen. La mise en place de sous-compteurs électriques permettrait d'identifier précisément les consommations et de limiter le risque de dérives énergétiques. Compte tenu de l'espace dans les tableaux électriques, il est prévu la mise en place de sous-compteurs uniquement pour les usages CVC.

4.2.2 Schéma du plan de comptage proposé :

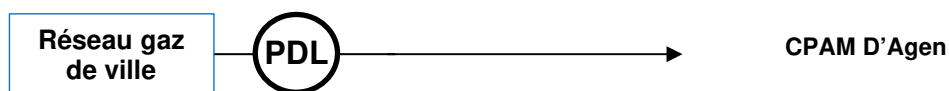


4.2.3 Description de l'approvisionnement en gaz naturel

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

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PCE	Fournisseur
CPAM d'Agen	Fournisseur	-	GI 050824	GRDF

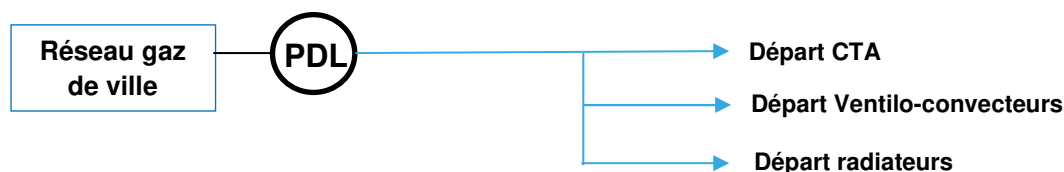
Le schéma ci-dessous présente le système de comptage actuel :



PDL : Point De Livraison

Aucun sous compteur n'est présent sur site afin d'indiquer avec précision les consommations de chauffage suivant les différents départs du bâtiment de la CPAM d'AGEN. La mise en place de sous-compteurs thermiques permettrait d'identifier précisément les consommations et de limiter le risque de dérives énergétiques.

4.2.4 Schéma du plan de comptage proposé :



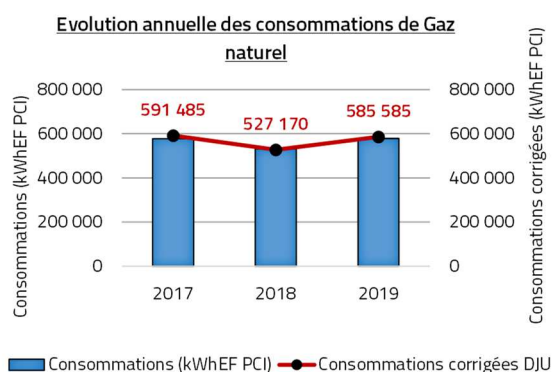
4.3 Historique des consommations

4.3.1 Gaz naturel

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

Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne classique (kWhEF PCI)	Ratio kWhEP/m ²
Gaz naturel	Consommations d'énergie (kWhEF PCI)	577 401	531 842	578 456	562 566	86
	Emission de CO2 (T _{eq} -CO2)	135	124	135	13	
	Dépense (€ ^{TTC})	36 917	34 004	36 984	35 968	
	Coûts unitaires (€ ^{TTC} /kWh)	0,064	0,064	0,064	0,064	
	DJU (Station : Agen)	2 181	2 254	2 207		
	DJU Décennaux : 2234					

Evolution des consommations réelles

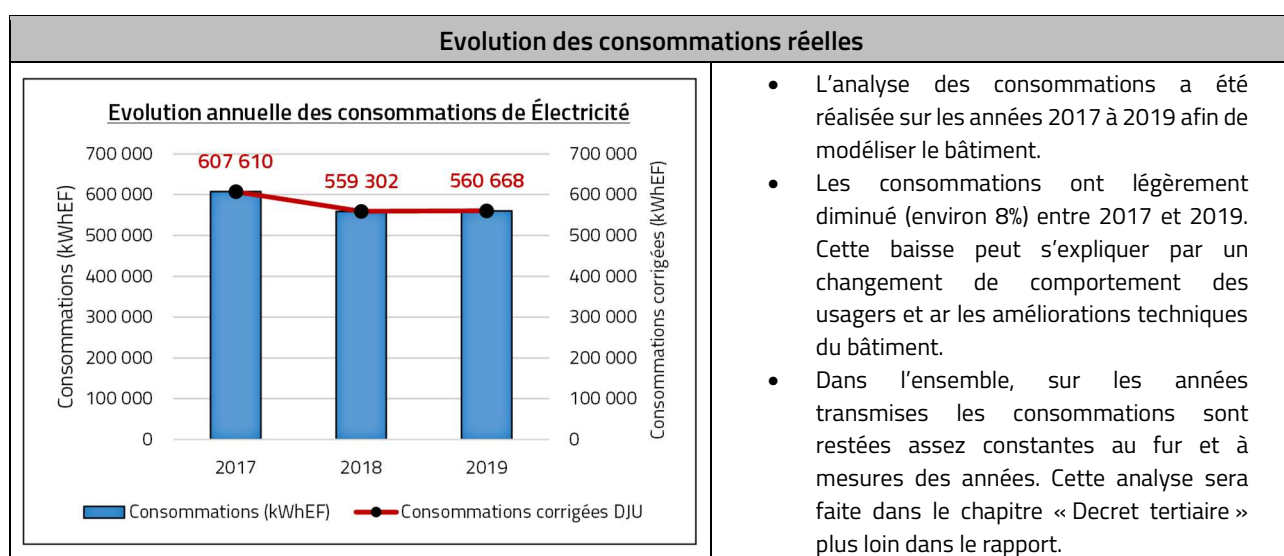


- L'analyse des consommations a été réalisée sur les années 2017 à 2019 afin de modéliser le bâtiment.
- Les consommations corrigées du climat sont stables les dernières années.
- Dans l'ensemble, sur les années transmises les consommations sont restées assez constantes au fur et à mesure des années. Cette analyse sera faite dans le chapitre « Decret tertiaire » plus loin dans le rapport.

4.3.2 Electricité

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

Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne classique (kWhEP PCI)	Ratio kWhEP/m ²
Électricité	Consommations d'énergie (kWhEF)	607 610	559 302	560 668	575 860	226
	Emission de CO2 (T _{eq} -CO2)	51	47	47	48	
	Dépense (€ ^{TT})	61 128	58 523	70 291	63 314	
	Coûts unitaires (€ ^{TTC} /kWh)	0,101	0,105	0,125	0,110	



4.3.3 Analyse des contrats de fourniture d'énergie

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

Energie	Fournisseur	Type de contrat
Electrique	ENGIE	Contrat-cadre
Gaz naturel	GrDF	Contrat-cadre

Commentaires :

Les coûts unitaires de l'électricité et du gaz naturel issus des contrat-cadre sont conformes à ceux rencontrés habituellement. Lors de la visite aucune problématique concernant l'approvisionnement en énergie nous a été remontée. Aucune intervention n'est à envisager pour le moment.

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.

Les années non renseignées dans le tableau ci-après sont liées à des données non exploitables ou non disponibles.

Consommations énergétiques corrigées à la rigueur climatique (Toutes énergies confondues en kWh)									
2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
1 136 008	1 091 761	1 163 355	1 111 485	1 135 309	1 309 049	1 284 627	1 402 639	1 351 996	1 505 717

L'année 2010 étant la plus consommatrice sur ces dix dernières années, elle est sélectionnée pour année de référence. La consommation de référence associée est de 236 kWhEF/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 25%.

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

Calcul des objectifs « décret tertiaire » :

Les objectifs de consommation d'énergie calculés sont :

- Objectif absolu 2030 = 143 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2030 (-40%) = 142 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 118 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 94 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 standard » et « Open-Space ». 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 relatif 2030 (-40%) = 143 kWhEF/m²**
- **Objectif relatif 2040 (-50%) = 118 kWhEF/m²**
- **Objectif relatif 2050 (-60%) = 94 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., ...)	Non
Plancher non isolable (tel voute en pierre/moellon, plancher métallique...)	Non
Retour d'isolant sur fenêtre complexe ?	Non
Pas de surface extérieure pour technologie potentiel/nécessaire	Non
Contraintes architecturales	
Problème de surplomb de la parcelle voisine	Non
Façade ouvragée/complexe ?	Non
Homogénéité des menuiseries ?	Non
Descente EP complexe à modifier	Non
Absence d'entrée d'air ?	Non
Contraintes patrimoniales ⁷	
Bâtiments classés ?	Non
Bâtiment d'avant 1930 (bâtiment qualitatif) ou matériaux noble (pierre de taille/brique/ardoise/zinc)	Non
Présence de surélévation ou d'extension ?	Non
Environnement du bâtiment à valeur patrimoniale importante ?	Oui
Coûts disproportionnés	
Action de rénovations relatives à l'enveloppe : TRI ⁸ > 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

⁷ L'analyse du périmètre classé a été réalisée depuis le site <http://atlas.patrimoines.culture.fr>

⁸ TRI : Temps de retour sur investissement

5 ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

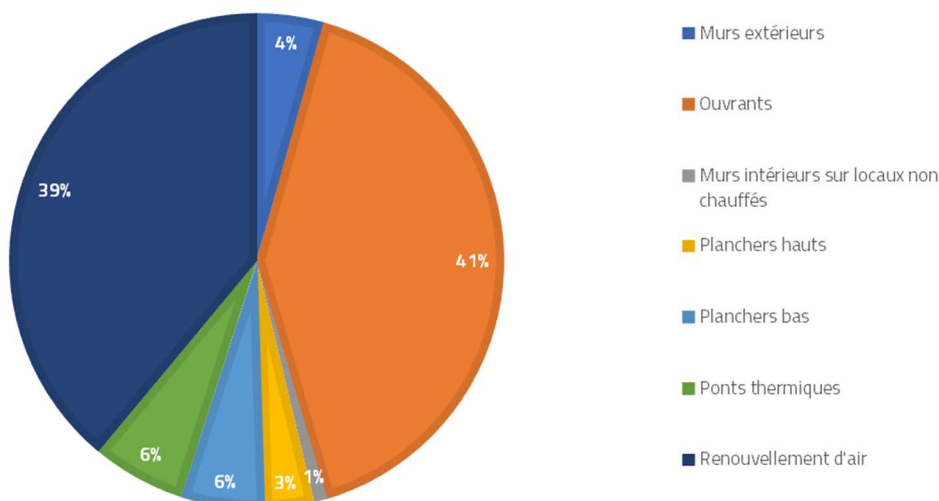
5.1 Analyse des déperditions thermiques du site

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 -5°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	
16 4%	153 41%	3 1%	12 3%	20 5%	23 6%	145 39%	373

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS DU BÂTIMENT



Commentaire

Les déperditions sont pour plus de 40% issues des menuiseries. En effet celles-ci sont en simple vitrage et sont une source importante d'inconfort estival et hivernal (effet de paroi froide/chaude).

Le renouvellement d'air représente le second poste de consommation avec 39%, Néanmoins ces déperditions sont limitées par la présence d'échangeur de chaleur sur les CTA et d'une programmation horaire.

Les murs extérieurs ne représentent que 4% des déperditions, cela s'explique parce que la grande majorité des façades sont vitrées.

Les planchers bas représentent actuellement 6% des déperditions. Le plancher bas donnant sur les archives est considéré comme isolé en sous-face. Une fois le réaménagement du rez-de-chaussée réalisé, le plancher bas

déperditif sera celui donnant sur le parking, actuellement non isolé, les déperditions seront donc plus importantes. La mise en place d'une isolation sur le plancher bas donnant le parking sera préconisée.

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 :

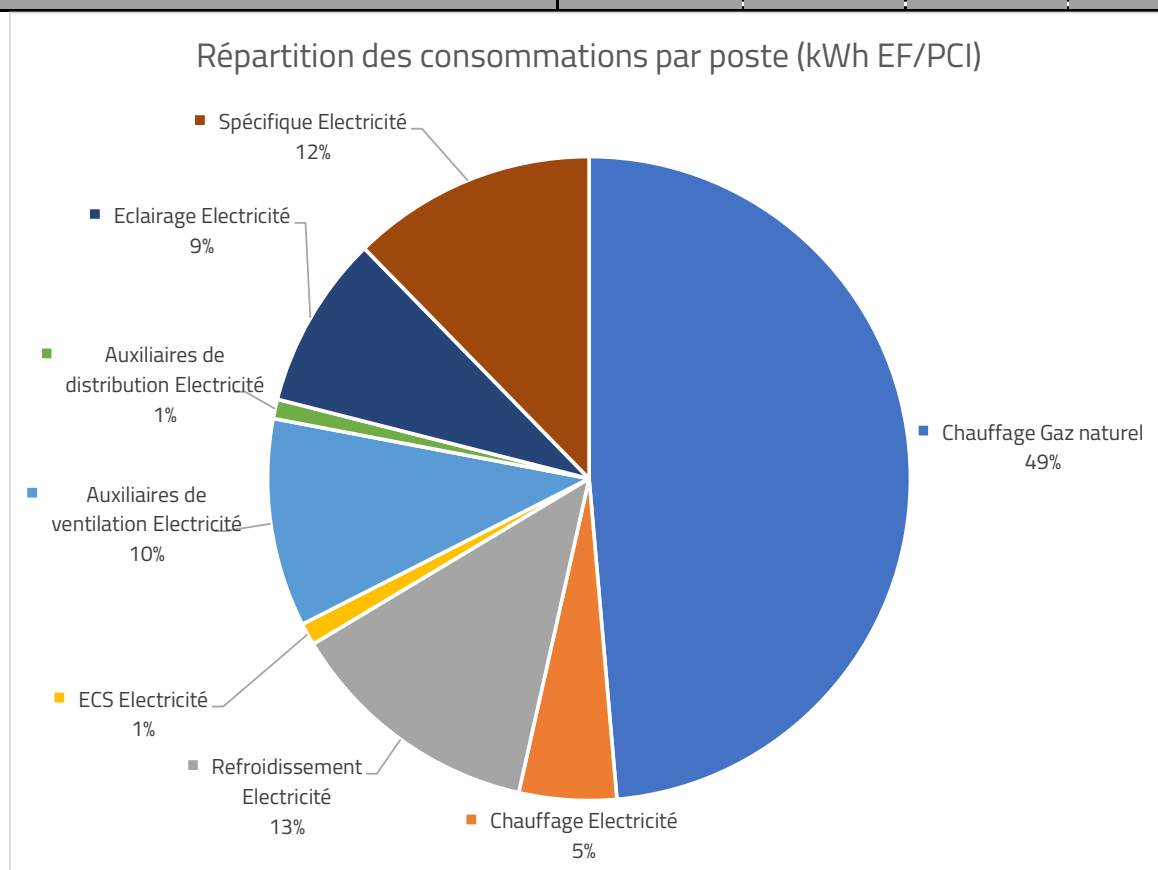
Ubat (W/m².K)	1,50	Le bâtiment est bien isolé
Svitrage / Sfaçade	53%	Les façades sont grandement vitrées
Inertie	Faible	Inertie faible (façade rideau et isolation par l'intérieur)
Etanchéité à l'air	Moyenne	Etanchéité des ouvrants moyenne

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	Gaz naturel	550 763	550 763	128 879	35 249
Chauffage	Electricité	55 446	143 052	9 980	6 092
Refroidissement	Electricité	146 009	376 702	5 840	16 042
ECS	Electricité	12 723	32 826	509	1 398
Auxiliaires de ventilation	Electricité	118 473	305 661	9 952	13 016
Auxiliaires de distribution	Electricité	11 006	28 396	925	1 209
Eclairage	Electricité	98 765	254 814	8 296	10 851
Spécifique	Electricité	139 570	360 091	11 724	15 334

TOTAL	1 132 756	2 052 306	176 105	99 191
-------	-----------	-----------	---------	--------



		Etiquettes	
		Energie	Climat
CPAM Agen	312 kWhEP/m².an	D	C
	27 kgeqCO2/m².an		

Commentaires	
>	La majorité des consommations est liée au chauffage du site (34%).
>	Le second poste de consommation est le refroidissement, en effet l'ensemble du site est climatisé et le site est fortement vitré (simple vitrage).
>	Les consommations spécifiques d'électricité sont importantes et comprennent la bureautique. C'est un talon de consommations. Une campagne de sensibilisation des usagers à l'extinction des ordinateurs au lieu de leur mise en veille est nécessaire.
>	Les consommations des auxiliaires de ventilation sont importantes, en effet l'ensemble du site est ventilé en double flux.
>	La conversion en énergie primaire joue en défaveur des postes consommateurs d'électricité par rapport au poste consommateur de gaz naturel ⁹ . 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 3.4.

	Réelles	Théoriques (corrigées de la rigueur climatique)	Ecart
Consommations - Gaz naturel (kWHEF PCI)	567 512	550 763	-3%
Consommations - Electricité (kWHEF PCI)	575 860	581 993	1%
Consommations totales (kWh _{EF})	1 143 372	1 132 756	-1%

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).

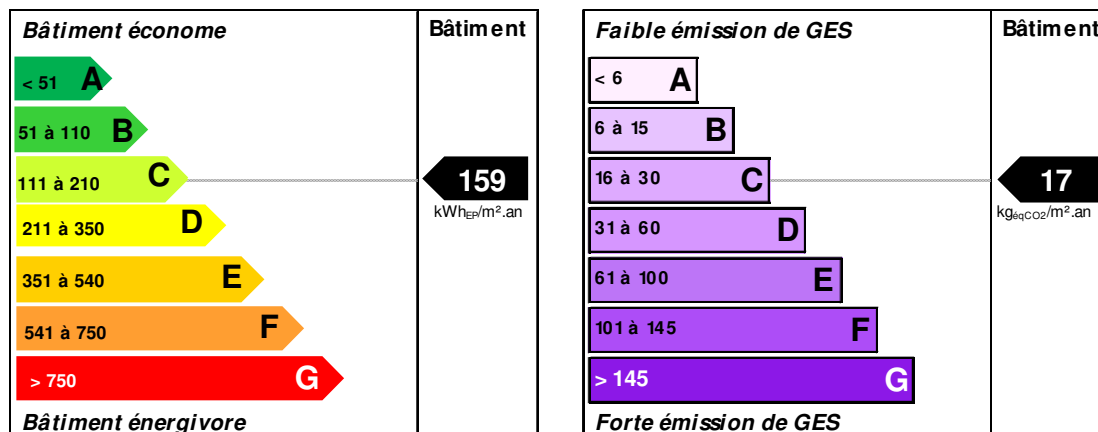
⁹ La conversion en énergie primaire de l'électricité entraîne l'apparition d'un coefficient de 2,58 dû à la prise en compte des pertes et des rendements lors de la production et la distribution de l'électricité.

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

Le calcul réglementaire permet de déduire les étiquettes C_{EP}^{10} ci-dessous :



Etat initial :



Commentaires

- > 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, les usages de bureautique et d'ECS ne sont pas pris en compte dans ce calcul.
- > Sur l'état initial la surface prise en compte ne comprend pas les locaux du rez-de-chaussée (car non chauffé).

¹⁰ 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 de pompes à chaleur air/air et de pompes à chaleur air/eau.
Aucune autre énergie renouvelable n'est installée sur le site.

6.2 Potentiels d'ENR

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

Biomasse	
Capacité de livraison	Oui
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Foncier disponible pour un silo	Non
Surface disponible	0 m ²
Adéquation au besoin	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le site ne dispose pas de surface disponible pour accueillir un silo. De plus, le site est actuellement climatisé. La mise en place d'un système réversible est recommandée.
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	Non
Adéquation avec les équipements	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le quartier ne dispose pas de réseau de chaleur urbain.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible	0 m ²
Nature du sol	Sans objet
Présence d'une nappe	Non connu
Potentiel	Non connu
Commentaires	La surface disponible est faible et le potentiel du site n'est pas connu, cette intervention n'est donc pas préconisée.
Aérothermie (PAC)	
Surface disponible	-
Zone climatique favorable	Oui
Technologie	Air/eau
Besoin rafraîchissement	Oui
Potentiel	Fort
Commentaires	Une partie du site est actuellement chauffée par une PAC air/eau réversible. Il est préconisé de généraliser ce système pour l'ensemble du site.

Solaire thermique	
Orientation toiture	Sud
Présence de masque solaire	Nul
Surface disponible	1 000 m ²
Type de toiture	Toiture-terrasse
Adéquation avec les besoins thermiques	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le site a des besoins très faibles en ECS. Cette solution n'est donc pas envisagée.
Solaire photovoltaïque	
Orientation toiture	Ouest
Présence de masque solaire	Nul
Surface disponible	1 000 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. Les objectifs énergétiques sont atteints sans la mise en place de production photovoltaïque. Cette intervention n'est donc pas étudiée.
Eolien	
Potentiel	Nul
Commentaires	Au vu de l'emplacement du site, il est peu pertinent d'y installer une éolienne. De plus, l'environnement urbain réduit considérablement la vitesse des vents.
Récupération de chaleur sur Eaux grises	
Source exploitable	Non
Besoin ECS instantanée concomitant	Non
Stockage ECS	Non
Mise en place facile	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le besoin en eau chaude sanitaire est faible sur le site. Un système permettant la récupération de chaleur sur les eaux grises n'est pas pertinent au vu de l'usage.
Récupération de chaleur sur groupe froid	
Présence de groupe froid	Oui
Zone d'implantation des groupes froids accessible	Oui
Place disponible	Non
Groupe froid récent	Oui
Liaison groupe récupérateur/chaufferie pertinente	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Des équipements de froids sont présents sur le site. Néanmoins ceux-ci ne fonctionnent pas pendant la saison de chauffe. Cette solution n'est donc pas pertinente.

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 ¹¹	Cout global scénario (€ HT)	TRA (annuel)
				KWh EF / PCI	Gain (%)					
SCENARIO 1	Interventions déjà réalisées y compris réaménagement du rez-de-chaussée	Action urgente	83 €	15 227	1,3%	11,2%	260 000 €	-	270 500 €	22
	Mise en place d'un plan de comptage	Action de pilotage	-	-	-		10 000 €	-		
	Modifications des paramètres de régulation		18 512 €	227 042	20,0%		500 €	-		
SCENARIO 2	Interventions déjà réalisées y compris réaménagement du rez-de-chaussée	Action urgente	83 €	15 227	1,3%	37,1%	260 000 €	-	821 500 €	17
	Mise en place d'un plan de comptage	Action de pilotage	-	-	-		10 000 €	-		
	Modifications des paramètres de régulation		18 512 €	227 042	20,0%		500 €	-		
	Remplacement des ouvrants et reprise de l'étanchéité des joints des menuiseries extérieures	Travaux sur le bâti	19 946 €	275 796	24,3%		362 500 €	-		
	Amélioration de la performance de l'éclairage du site	Travaux sur les systèmes	3 865 €	25 344	2,2%		188 500 €	-		

¹¹ Coût de rachat : 8 €/kWhCumac

SCENARIO 3	Interventions déjà réalisées y compris réaménagement du rez-de-chaussée	Action urgente	83 €	15 227	1,3%	54,4%	260 000 €	-	1 299 000 €	21
	Mise en place d'un plan de comptage	Action de pilotage	-	-	-		10 000 €	-		
	Modifications des paramètres de régulation		18 512 €	227 042	20,0%		500 €	-		
	Remplacement des ouvrants et reprise de l'étanchéité des joints des menuiseries extérieures	Travaux sur le bâti	19 946 €	275 796	24,3%		362 500 €	-		
	Reprise de l'isolation de la toiture (hors toiture accessible)		474 €	6 615	0,6%		176 000 €	10 342 €		
	Mise en place d'une isolation sur le plancher bas donnant sur le parking		1 942 €	30 553	2,7%		122 000 €	35 198 €		
	Mise en place de robinets thermostatiques	Travaux sur les systèmes	1 087 €	18 852	1,7%		6 000 €	681 €		
	Mise en place d'une PAC air/eau assurant le chauffage et le refroidissement du site		23 021 €	447 424	39,5%		173 500 €	20 183 €		
	Amélioration de la performance de l'éclairage du site		3 865 €	25 344	2,2%		188 500 €	-		

8 SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

8.1 Travaux de densification projetés

Des travaux de densification sont prévus sur le bâtiment. Il est projeté l'ajout d'une surface utilisée supplémentaire au Rez-de-Chaussée, anciennement utilisée en « Archives ».

Dénomination	Densité surfacique
Rappel densité surfacique (m ² surface utile nette /occupant)	10 m ² /occupant
Densité surfacique projetée (m ² surface utile nette/occupant)	11 m ² /occupant

Cette évolution a un impact sur les apports internes dégagés par les nouvelles personnes présentes sur le site mais également sur les consommations électriques liés aux usages électriques dans le bâtiment (nombre d'ordinateurs par exemple). Ces deux éléments sont pris en compte dans les scénarios proposés.

En complément, le calcul de des objectifs du décret tertiaire évolue par rapport aux données présentées au chapitre 4.4. En effet, la densification du site étant une variable du calcul de l'objectif en valeur absolu, celui-ci est impacté. Les objectifs en valeur relative sont par la même occasion potentiellement modifiés.

Les objectifs à viser sont calculés de la manière suivante :

Calcul des objectifs « décret tertiaire » :

Les objectifs en valeur absolu de consommation d'énergie calculés sont :

- Objectif absolu 2030 = 136 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2030 (-40%) = 140 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 117 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 93 kWhEF/m²

Objectifs « décret tertiaire » retenus :

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

- Objectif relatif 2030 (-40%) = 140 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 117 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 93 kWhEF/m²

Ces valeurs rendent caduques les données présentées au chapitre 4.4.

8.2 Scénario 1 : Action à faible investissement

8.2.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Interventions déjà réalisées y compris réaménagement du rez-de-chaussée	260 000	€HT
Action de pilotage	2	Mise en place d'un plan de comptage	10 000	€HT
	3	Modifications des paramètres de régulation	500	€HT
Coût des travaux			270 500	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale (kWh)	1 132 756	► 1 005 684	11%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	312	211 à 350 D	295	211 à 350 D	5%
Evolution de la classe climat (kg CO ₂ /m ² _{SHON})	27	16 à 30 C	22	16 à 30 C	18%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire - TH-C-Ex				
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Ecart par rapport au CEP _{ref}
CPAM Agen	158	133	131	- 1%
	111 à 210 C	111 à 210 C	111 à 210 C	

8.2.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	5% soit 111 729 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	11% soit 127 073 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	18% soit 32 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-7 684 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	0 kWh _{CUMAC}
Valorisation CEE	0 €
Temps de retour sur investissement actualisé	22 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	2,4 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	8 537 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	92 099 €TTC
Dépenses de maintenance	7 920 €TTC
Dépenses de renouvellement	0 €TTC

8.2.3 Application de la réglementation thermique

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

Le coût d'investissement étant 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	3 351 858 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	3 812 178 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	951 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	5 464 081 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	335 645 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	0 €TTC
Coût global (avec investissements)	6 070 226 €TTC

8.3 Scénario 2 : -40% sur énergie finale

8.3.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Interventions déjà réalisées y compris réaménagement du rez-de-chaussée	260 000	€HT
Action de pilotage	2	Mise en place d'un plan de comptage	10 000	€HT
	3	Modifications des paramètres de régulation	500	€HT
Travaux sur le bâti	4	Remplacement des ouvrants et reprise de l'étanchéité des joints des menuiseries extérieures	362 500	€HT
Travaux sur les systèmes	9	Amélioration de la performance de l'éclairage du site	188 500	€HT
Coût des travaux			821 500	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale (kWh)	1 132 756	▶ 711 965	37%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	312	211 à 350 D	215	211 à 350 D	31%
Evolution de la classe climat (kg CO ₂ /m² _{SHON})	27	16 à 30 C	15	6 à 15 B	44%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire – TH-C-Ex				
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Ecart par rapport au CEP _{ref}
Collège Chateaubriand	159 111 à 210 C	133 111 à 210 C	89 51 à 110 B	- 33%

8.3.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	31% soit 641 720 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	37% soit 420 791 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	44% soit 77 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-33 391 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	0 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	0 €
Temps de retour sur investissement actualisé	17 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	1,3 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	10 603 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	66 392 €TTC
Dépenses de maintenance	7 920 €TTC
Dépenses de renouvellement	0 €TTC

8.3.3 Application de la réglementation thermique

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

Le coût d'investissement étant 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	19 251 587 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	12 623 739 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	2 324 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	3 938 906 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	335 645 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	0 €TTC
Coût global (avec investissements)	5 096 051 €TTC

8.4 Scénario 3 : -50% sur énergie finale

8.4.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Interventions déjà réalisées y compris réaménagement du rez-de-chaussée	260 000	€HT
Action de pilotage	2	Mise en place d'un plan de comptage	10 000	€HT
	3	Modifications des paramètres de régulation	500	€HT
Travaux sur le bâti	4	Remplacement des ouvrants et reprise de l'étanchéité des joints des menuiseries extérieures	362 500	€HT
	5	Reprise de l'isolation de la toiture (hors toiture accessible)	176 000	€HT
	6	Mise en place d'une isolation sur le plancher bas donnant sur le parking	122 000	€HT
Travaux sur les systèmes	7	Mise en place de robinets thermostatiques	6 000	€HT
	8	Mise en place d'une PAC air/eau assurant le chauffage et le refroidissement du site	173 500	€HT
	9	Amélioration de la performance de l'éclairage du site	188 500	€HT
Coût des travaux			1 299 000	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale (kWh)	1 132 756	► 516 030	54%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	312	211 à 350 D	203	111 à 210 C	35%
Evolution de la classe climat (kg CO ₂ /m ² _{SHON})	27	16 à 30 C	7	6 à 15 B	73%

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}
Collège Chateaubriand	159	133	86	- 35%
	111 à 210 C	111 à 210 C	51 à 110 B	

8.4.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	35% soit 720 948 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	54% soit 616 726 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	73% soit 128 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-42 518 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	875 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	8 300 564 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	66 405 €
Temps de retour sur investissement actualisé	21 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	1,8 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	10 135 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	57 265 €TTC
Dépenses de maintenance	8 795 €TTC
Dépenses de renouvellement	0 €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 inférieur à 25% du coût conventionnel du bâtiment, les travaux devront respecter la réglementation thermique élément par élément.

8.4.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	21 628 447 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	18 501 794 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	3 845 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	3 397 410 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	372 727 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	0 €TTC
Coût global (avec investissements)	5 069 137 €TTC

8.5 Comparaison des scénarios par rapport aux objectifs du décret tertiaire

	Année de référence (2010)	Etat initial	2030		2040		2050	
Consommation d'énergie, (kWhEF/m²SP, Energie Finale)	235	178	Valeur relative :	141	Valeur relative :	118	Valeur relative :	94
			Valeur absolue :	135	Valeur absolue :		Valeur absolue :	
Evolution par rapport à l'année de référence		-24%	-40%		-50%		-60%	
Evolution par rapport à l'état initial			-21%		-34%		-47%	
Comparaison des scénarios aux exigences du décret tertiaire								
Etat initial : 178 kWhEF/m²SP			✗		✗		✗	
Scénario 1 : 158 kWhEF/m²SP			✗		✗		✗	
Scenarion 2 : 112 kWhEF/m²SP			✓		✓		✗	
Scenarion 3 : 81,0 kWhEF/m²SP			✓		✓		✓	

9 Descriptif des interventions simulées

Mise en place d'un plan de comptage énergétique

Problématique traitée et points de vigilance

- > Le plan de comptage énergétique actuel du site ne permet pas d'évaluer les consommations des différents départs.
- > 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, il n'y a pas de sous-compteur propre aux différents usages.
- > Cette intervention permet de réaliser une maîtrise complète des flux énergétiques du site.

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place de 4 sous-compteurs électriques dans les armoires électriques afin réaliser de suivi des consommations par usages (voir partie 4.2.2).
- > Mise en place de compteurs thermiques avec un compteur par départ hydraulique.
- > Le suivi des compteurs devra être réalisé mensuellement par un technicien.

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

Remplacement des menuiseries extérieures

Problématique traitée et points de vigilance

- > Les ouvrants sont peu performants.
- > Réduction des déperditions par les ouvrants.
- > Diminution des consommations de chauffage.
- > Amélioration du confort thermique par suppression de l'effet de parois froides.

Mise en œuvre proposée

- > L'intervention concerne l'ensemble des ouvrants.
- > Le remplacement des surfaces vitrées existantes est réalisé avec des ouvrants en aluminium de rupteurs de ponts thermiques avec un double-vitrage 4/16/4 peu émissif avec remplissage argon, respectant une performance thermique de $U_w = 1,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- > Etanchéification du pourtour de la menuiserie sur l'ensemble du site, entre bâti et menuiseries sans dépose de ces dernières.

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.
- > Une reprise des revêtements intérieurs sera nécessaire.

Chiffrage

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

Isolation des planchers bas donnant sur le parking

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 $R=3,00 \text{ m}^2.K/W$** projeté au plafond des sous-sols. Cette solution est appropriée aux plafonds avec passage de réseaux.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - o La pose d'un flocage isolant au plafond

Reprise de l'isolation des toitures-terrasses (hors toiture accessible)

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 place de garde-corps fixes.

Mise en œuvre proposée

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

Chiffrage

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

Mise en place de robinets thermostatiques

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Les radiateurs sont actuellement équipés de robinets manuels.
- > Ces robinets ne permettent pas de prendre en compte les apports extérieurs de chaleur dans la régulation.
- > Amélioration de la régulation de chauffage et diminution des consommations de chauffage.

Mise en œuvre proposée :

- > Les robinets thermostatiques devront avoir une variation temporelle de 0,30 K.
- > Mise en place de vannes de décharge automatique (ou soupape différentielle) en tête de distribution, ainsi qu'un filtre sur le réseau pour préserver le siège des robinets.
- > Les robinets thermostatiques préconisés sont équipés d'une plage de réglage diminuée, afin de réduire l'impact des occupants sur la régulation.
- > Les robinets installés sont équipés de bague antiviol avec blocage de la plage de réglage.

Remarque :

- > Une attention particulière doit être portée au sens de montage des robinets thermostatiques, afin d'éviter les coups de bélier.
- > Pour garantir une bonne prise en compte de la température ambiante, les têtes thermostatiques ne doivent ni être placées derrière des rideaux ou voilages, ni sous une tablette de radiateur.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Dépose des robinets actuels
 - Mise en place de robinets thermostatiques.

Révision des paramètres de régulation du chauffage

Problématiques traitées et points de vigilance :

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

Mise en œuvre proposée :

- > Réglage des paramètres de régulation. Le programme horaire devra correspondre à la plage d'utilisation du site.
- > Réglage des paramètres de régulation.
- > Réglage des consignes de température en régime de confort (19°C) et en réduit (16°C). Cette régulation sera à réaliser de manière progressive pour adapter les occupants.
- > Mise en place d'une température de consigne en refroidissement de 26°C.
- > Seul l'open-space du R+1 est occupé le week-end. Il est donc nécessaire d'alimenter uniquement le départ CTA. Les autres départs seront mis en mode réduit.

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarques

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

Chiffrage :

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

Remplacement des chaudières gaz par une pompe à chaleur air/eau

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > Déterminer la puissance chaude nécessaire au bâtiment ainsi que les températures d'eau chaude nécessaire
- > Dépose des chaudières existantes et de leur réseau gaz.
- > Condamnation du conduit de fumées.
- > Dépose du groupe froid actuel.
- > Réutilisation éventuelle des massifs béton du groupe froid.
- > Mise en place d'une pompe à chaleur air/eau réversible.
- > Branchement de la PAC sur la distribution hydraulique
- > Equilibrage, tests de bon fonctionnement

Remarques

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

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

10.1 Déroulement de la mission

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

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

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

10.2 Objectifs de la simulation thermique dynamique

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

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

10.3 Outil de simulation

La simulation thermique dynamique est réalisée avec le logiciel Pleiades-Comfie, version 5.22.7.0. 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.

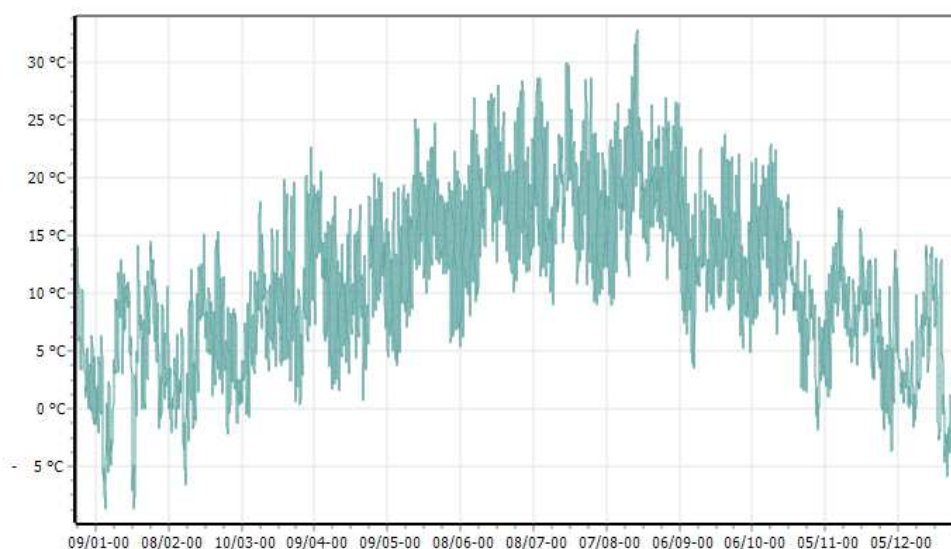
10.5 Données météorologiques

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 Agen. 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

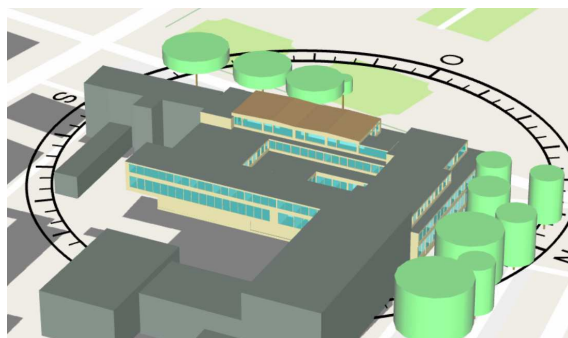
11 Modélisation du bâtiment et usage

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-Ouest



Vue Pléiades Nord-Est

Visualisation du modèle 3D

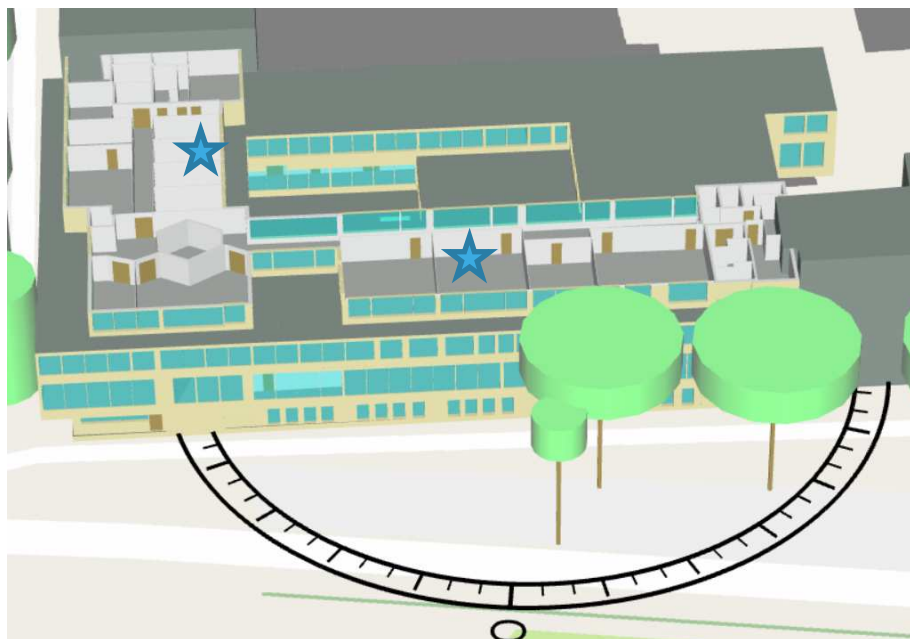
11.2 Zonage thermique

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.

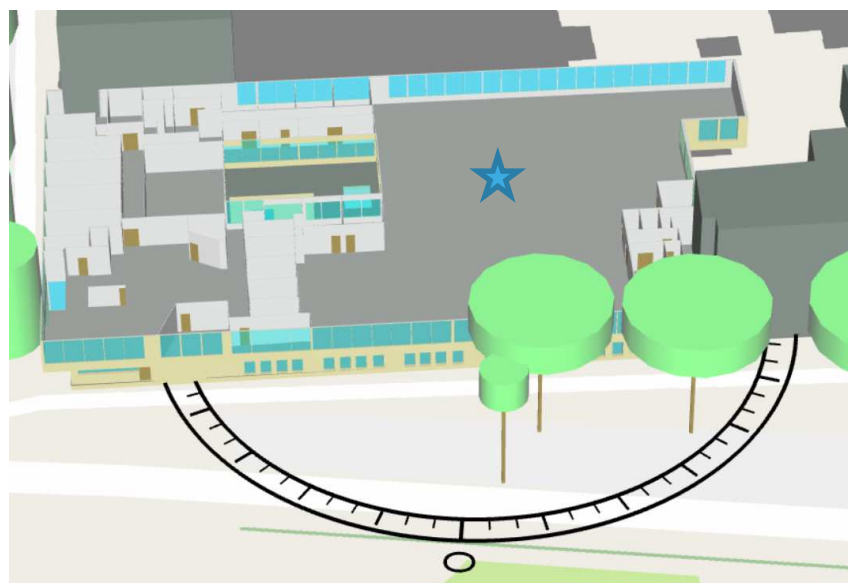
Pièces étudiées spécifiquement	Equivalence pour les pièces non étudiées
Bureau Sud R+3	Bureaux
Open-space Ouest R+3	Open-space (hors R+1)
Open-space – R+1	/

Les figures ci-dessous localisent les zones étudiées :

R+3



R+1 :



Zones thermiques du R+3 et R+1

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

Le bâtiment est équipé de ventilo-convecteurs 2 tubes réversibles dans l'ensemble du site. La présente étude ayant pour objectif de limiter l'usage des solutions actives de climatisation, nous ne considérons pas ces équipements dans notre modélisation. La présente étude ayant pour objectif de limiter l'usage à des solutions actives de climatisation, nous ne considérons pas ces climatiseurs dans la modélisation.

La surface refroidie du site (avec les travaux de réaménagement pris en compte) est d'environ 4 080 m² soit 64 % de la surface de plancher du site.

11.5 Renouvellement d'air mécanique

La majorité du site est ventilé par des CTA double flux (voir partie 3.3). Celle desservant l'open-space du R+1 et le rez-de-chaussée est équipé d'un caisson de mélange. Les autres CTA sont équipées d'un échangeur. Il n'y a pas de sur ventilation nocturne actuellement programmée.

La programmation du bypass de l'échangeur n'a pas pu être observé et sera à vérifier. Il est supposé que celle-ci fonctionne uniquement en période d'occupation.

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).

L'occupation est estimée à partir des données fournies par le client.

Ces scénarios prennent en compte le réaménagement des locaux du rez-de-chaussée.

Zones	Occupation	Plage horaire
Bureaux	0,045 occupants/m ²	Du lundi au vendredi : 33% de 8h à 9h, de 12h à 14h et de 18h à 19h 100% de 9h à 12h et de 14h à 18h
Open-space	0.12 occupants/m ²	Du lundi au vendredi : 33% de 8h à 9h, de 12h à 14h et de 18h à 19h 100% de 9h à 12h et de 14h à 18h

11.8 Eclairage artificiel

Les systèmes d'éclairage présents sur site sont globalement peu performants (voir partie 3.5) :

Zones	Eclairage	Planning
Bureaux/open-space	Environ 18 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 (voir partie 3.7).

Zones	Equipements spécifiques	Planning
Bureaux	Poste de travail : Ordinateur + 2 ^{ème} écran	10.8 W/m ² en occupation 5,4 W/m ² en occupation intermédiaire 1.1 W/m ² en inoccupation
Open-space	Poste de travail : Ordinateur + 2 ^{ème} écran	16.1 W/m ² en occupation 8,0 W/m ² en occupation intermédiaire 1.6 W/m ² en inoccupation

11.10 Parois vitrées et occultations

Type	Localisation	Performance
Menuiseries simple vitrage aluminium	Bureaux	$U_w = 5,5$
		$S_w = 0,74$
		$TL_w = 0,77$
		Coulissante : Ratio d'ouverture = 40 % Oscillo-battante : Ratio d'ouverture = 20 % Fixe

Les bureaux du site sont équipés de stores extérieurs en toiles ou à lames orientables.

Des protections intérieures sont également présentes dans certains bureaux. Ces protections sont peu efficaces. Il est important de sensibiliser les usagers à l'utilisation des protection extérieures plutôt que les protections intérieures pour améliorer le confort d'été/diminuer les consommations de climatisation. Dans la suite de l'étude il a été pris en compte que 80% des occultations étaient baissées (le matin pour la façade Est, l'après-midi pour la façade Sud/Ouest).



Photos des dispositifs d'occultation présents sur site

11.11 Aération

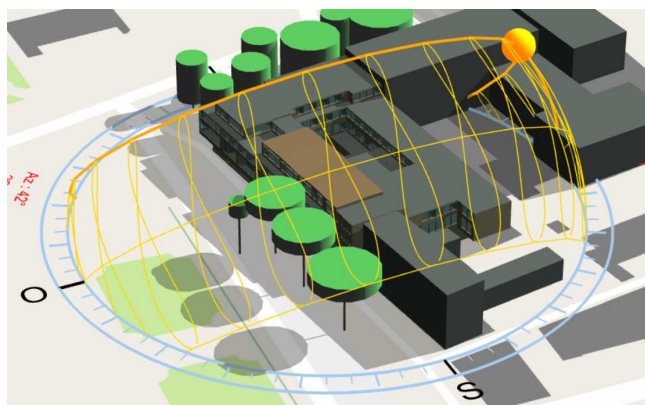
Les menuiseries des bureaux sont équipées d'ouvrants à la française.

La gestion des menuiseries est considérée normale ce qui correspond à l'algorithme d'ouverture issu des règles Th-BCE (chap 7.12). Leurs taux d'ouverture maximums sont présentés dans le chapitre des parois vitrés.

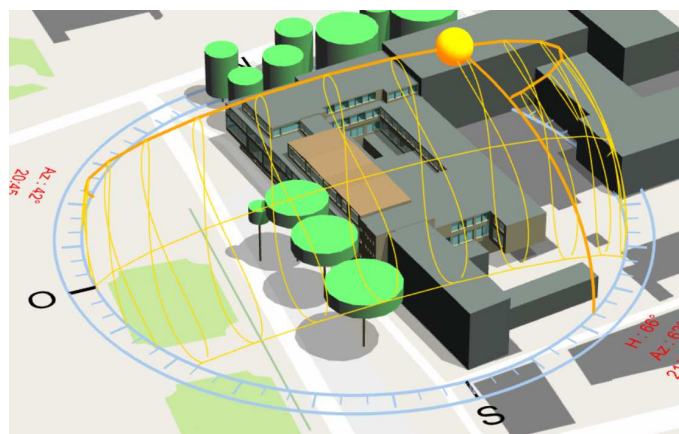
12 Simulations et Résultats

12.1 Analyse des ombres portées

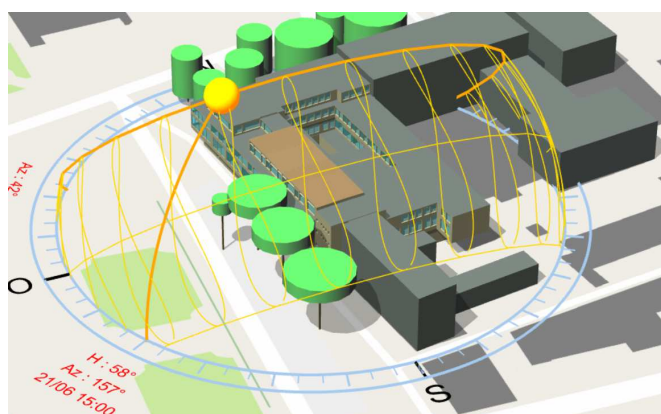
Les représentations 3D permettent d'apprécier l'évolution des ombres portées le 21 juin.



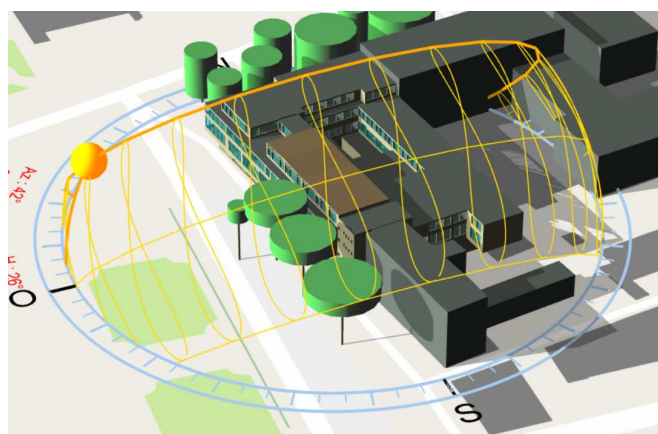
Représentation à 9h



Représentation à 12h



Représentation à 15h



Représentation à 18h

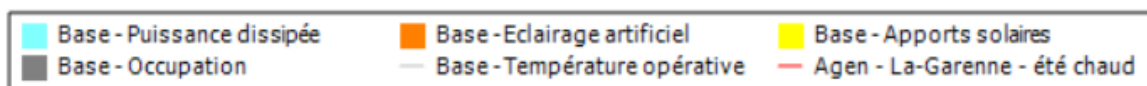
Analyse de l'héliodon et des ombres portées

Commentaires :

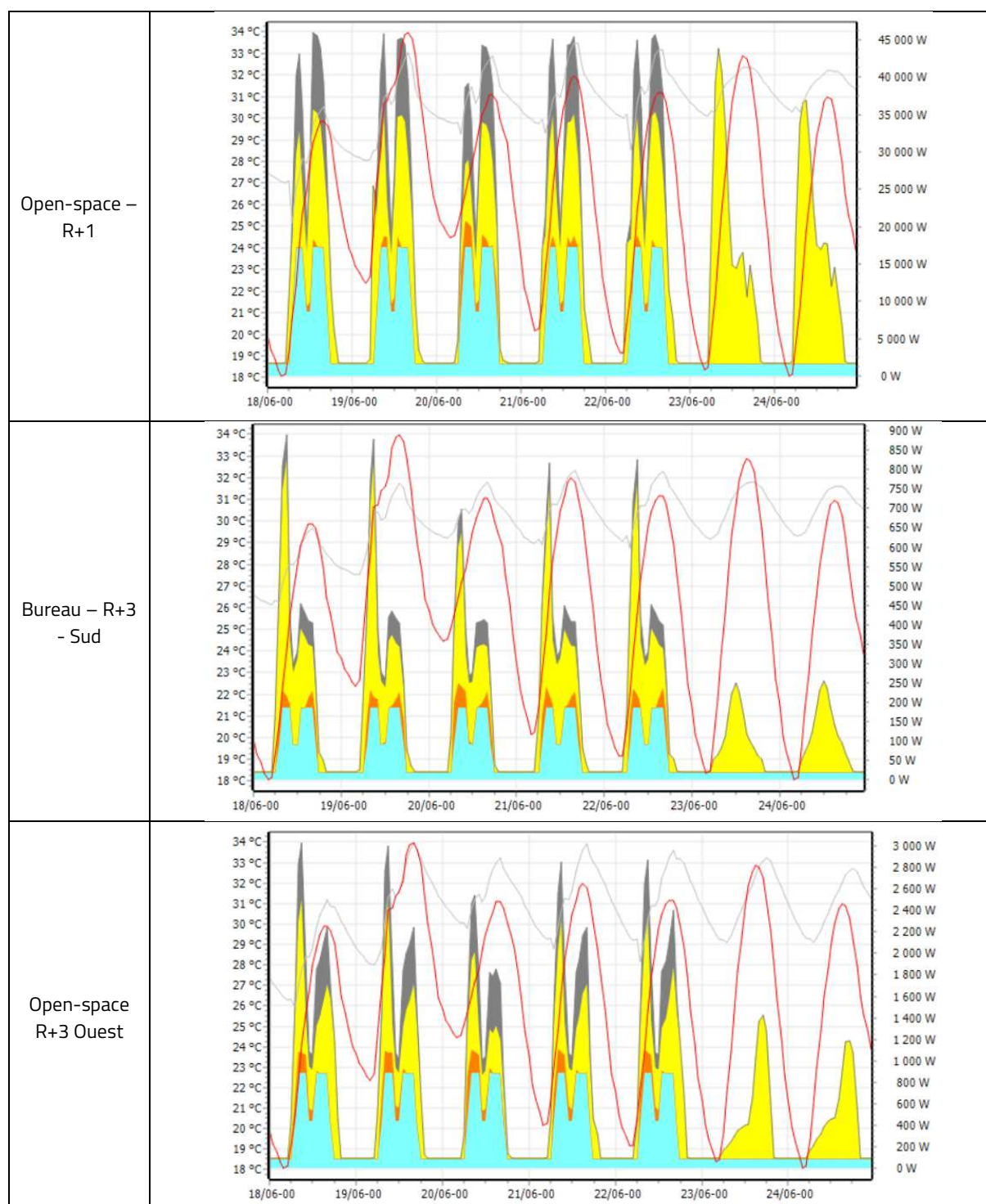
- > La façade Ouest est en partie protégée par des arbres qui limitent les apports solaires.
- > Les bâtiments avoisinants ont un impact faible sur le bâtiment étudié.
- > Étant donné sa forme particulière, les patios et certaines façades sont protégées par des ombres autocrées.

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.



Zones	Evolution des apports et des températures sur la semaine la plus chaude (13 au 19 août)
-------	---



Commentaires :

- > La majorité des apports sont liés aux apports solaires. En effet le site est fortement vitré en simple vitrage. Les stores extérieurs permettent néanmoins de limiter ces apports (voir variante 1).
- > Le second poste d'apports interne est la puissance dissipée par les équipements informatiques. Il sera important de sensibiliser les occupants à l'extinction des équipements informatiques et non leur mise en veille.
- > Les apports d'éclairage artificiel sont une source négligeable d'apports interne, cela est dû aux forts apports solaires naturels qui limite fortement la nécessité d'utiliser l'éclairage. Néanmoins le remplacement de l'éclairage par des LED permettra de diminuer les consommations énergétiques et de limiter la puissance dissipée
- > **Ces graphiques mettent en évidence le levier d'action principal dans l'optique de diminuer l'inconfort à savoir la réduction des apports solaires naturels.**
- > De plus on observe que la température diminue peu hors occupation, en particulier le week-end. Cela montre la difficulté du bâtiment à évacuer la chaleur emmagasinée. La mise en place d'une ventilation nocturne permettra d'améliorer le confort estival.

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 28 °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 films solaires
- > Intervention 2 : Mise en place d'une ventilation nocturne
- > Intervention 3 : Mise en place de brise-soleil à lames orientables
- > Scénario 1 : Scénario 2 audit énergétique + Intervention 2 + intervention 3

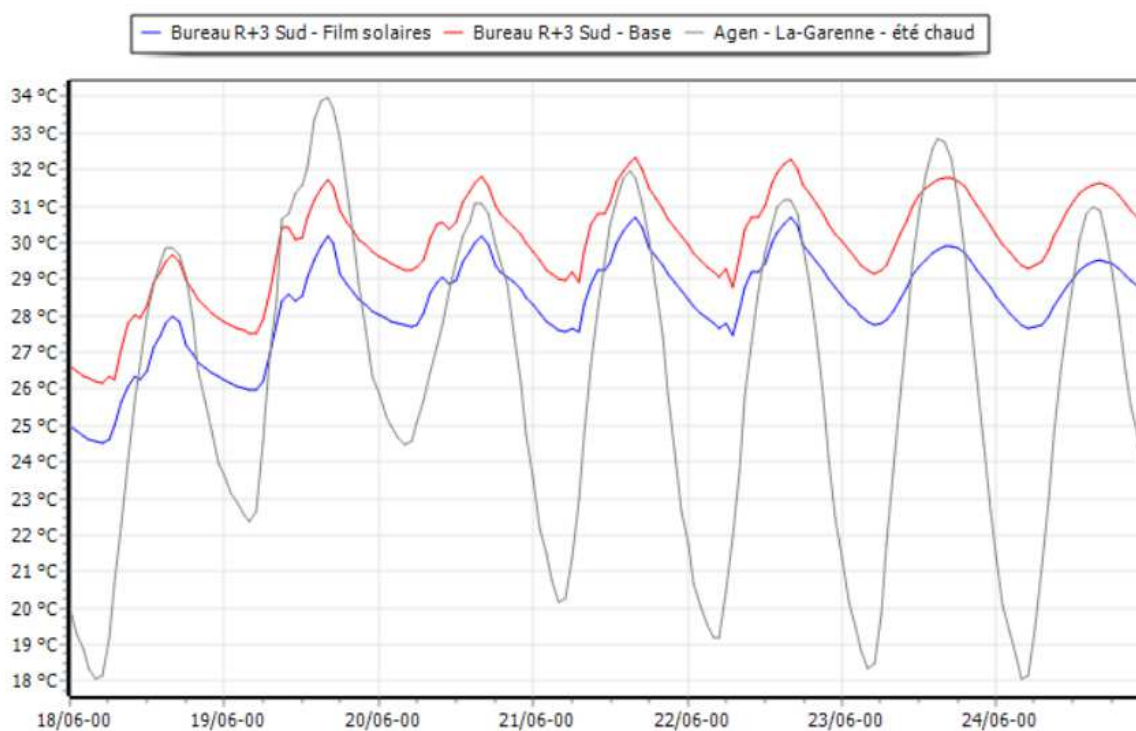
13.2 Intervention 1 : Mise en place de films solaires

La mise en place de film solaires permet de réduire grandement les apports solaires.

Mise en place de films solaires		Estimation du coût	
		20 000 € ^{HT}	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		NON	
Avantages : > Diminution des apports solaires > Faible investissement > Transparence possible et donc non-modification de l'esthétique du bâtiment, > Mise en œuvre facilement réalisable en site occupé.	Inconvénients : > Diminution des apports solaires en période froide qui entraîne une augmentation des consommations de chauffage et d'éclairage, > Durée de vie limitée (environ 5 ans)		
Détails :			
Mise en œuvre : > Nettoyage et séchage du vitrage avant la pose > Pose de films solaires côté extérieur des menuiseries > Eviter la pose en cas de vent ou de pluie.			
Performances : > Transmission thermique (Uw) non modifiée. > Le facteur solaire (Sw) et la transmission lumineuse (TLw) sont dépendants l'un de l'autre. > La performance est dépendante de la teinte et de l'aspect désiré. Le tableau ci-dessous présente des exemples de performances quelques types de films solaires :			
Teinte / Aspect	Réduction du facteur solaire	Réduction de l'éblouissement (non modélisable)	Réduction de la transmission lumineuse (TLw)
Argent très foncé	87 %	96 %	95 %
Argent clair	64 %	64 %	56 %
Transparent	45 %	30 %	30 %
Bleu	68 %	86 %	88 %

Dans le cadre de l'intervention proposée, un film transparent est mis en œuvre sur l'ensemble des vitrages du site.

Remarque : Si les menuiseries sont remplacées, celles-ci pourront être équipées d'un contrôle solaire intégré à la menuiserie. Cette intervention aura un impact équivalent sur le confort d'été.

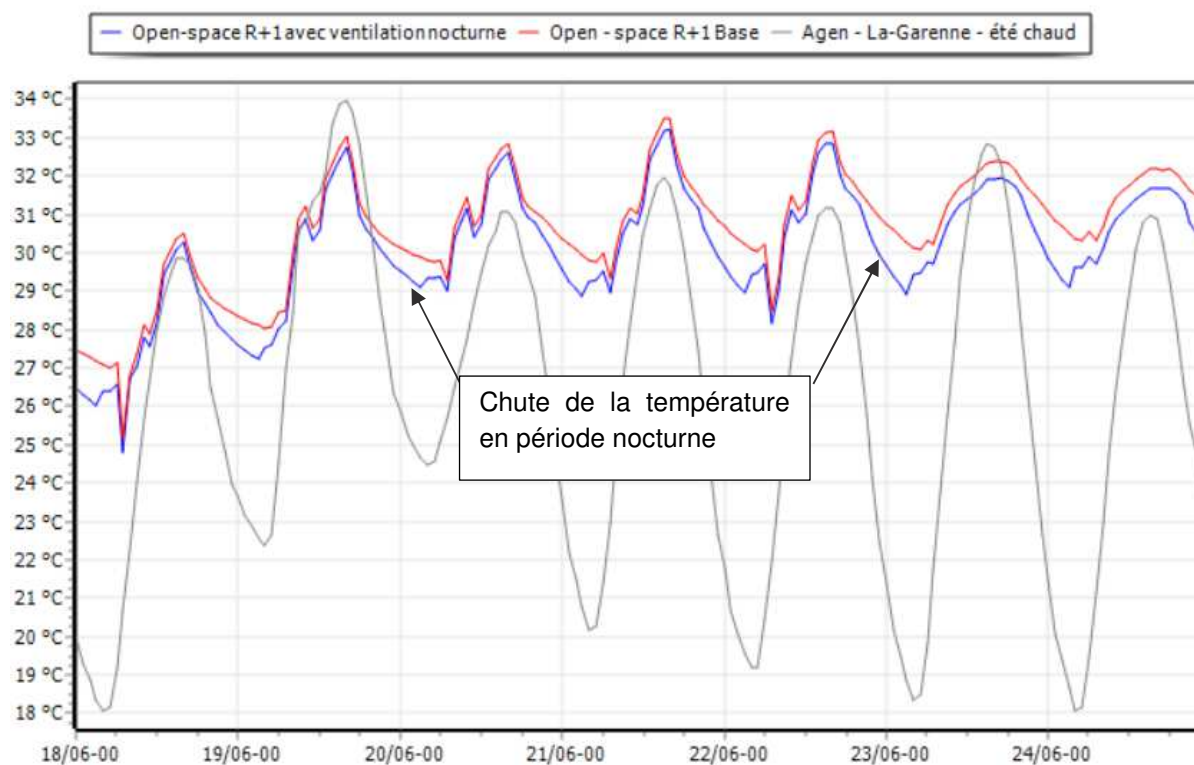


Evolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce Bureau R+3 en état initial et pour l'intervention 1

On remarque une réduction de la température entre 1 et 2 °C sur la semaine la plus chaude. Les films solaires permettent de limiter les apports solaires et donc la montée en température du bâtiment.

13.3 Intervention 2 : Programmation d'une sur-ventilation nocturne

Intervention 2 : Sur-ventilation nocturne de la CTA double flux		Estimation du coût
		0€ (programmation CTA)
<u>Avantages :</u>	<u>Inconvénients :</u>	
> 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	> Consommation des auxiliaires de ventilation	
<u>Détails :</u>		
<u>Mise en œuvre :</u>		
> Programmation de la ventilation mécanique afin de dégager les calories du bâtiment en période nocturne		
<u>Performance :</u>		
> Débit de renouvellement d'air en occupation : 25 m3/h/occ > Débit de renouvellement d'air en sur ventilation nocturne : 200 % du débit hygiénique > Période de sur-ventilation nocturne : En inoccupation, de mi-juin à mi-septembre. > Echangeur de la CTA bypassé		
By-pass si : Durant la saison de chauffage Hors période chauffée Température extérieure > 20 °C 12 °C et température intérieure > 19 °C 24 °C et température extérieure < température intérieure		
Règle de by-pass CTA		
<u>Nota :</u>		
> Un niveau acoustique plus élevé de la ventilation est possible, cependant cela est hors occupation.		



Evolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Open-Space R+1" en état initial et pour l'intervention 2

La sur-ventilation nocturne permet de forcer l'évacuation des calories du bâtiment la nuit et ainsi de d'accélérer la réduction de la température dans les différentes pièces.

13.4 Intervention 2 : Programmation d'une sur-ventilation nocturne

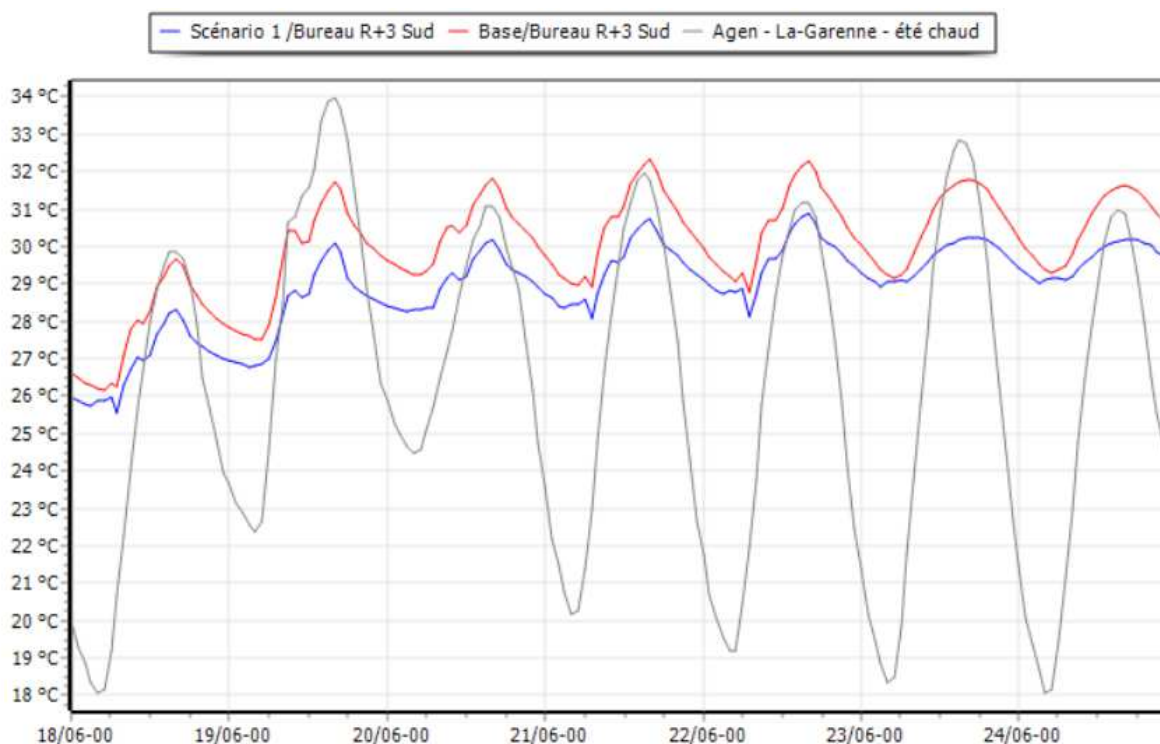
Mise en place de brise-soleil orientables	Estimation du coût	
	590 000 €HT	
<u>Avantages :</u>		<u>Inconvénients :</u>
> Adaptabilité des occupants > Gestion manuelle ou motorisée possible > Faible investissement		> Modification de l'image architecturale du bâtiment > Pérennité limitée
<u>Détails :</u>		
<u>Performance :</u> > L'orientation des brise-soleils est horizontale > Les brise soleil fixes sont installés sur les façades Est, Sud et Ouest		

13.5 Scénario 1

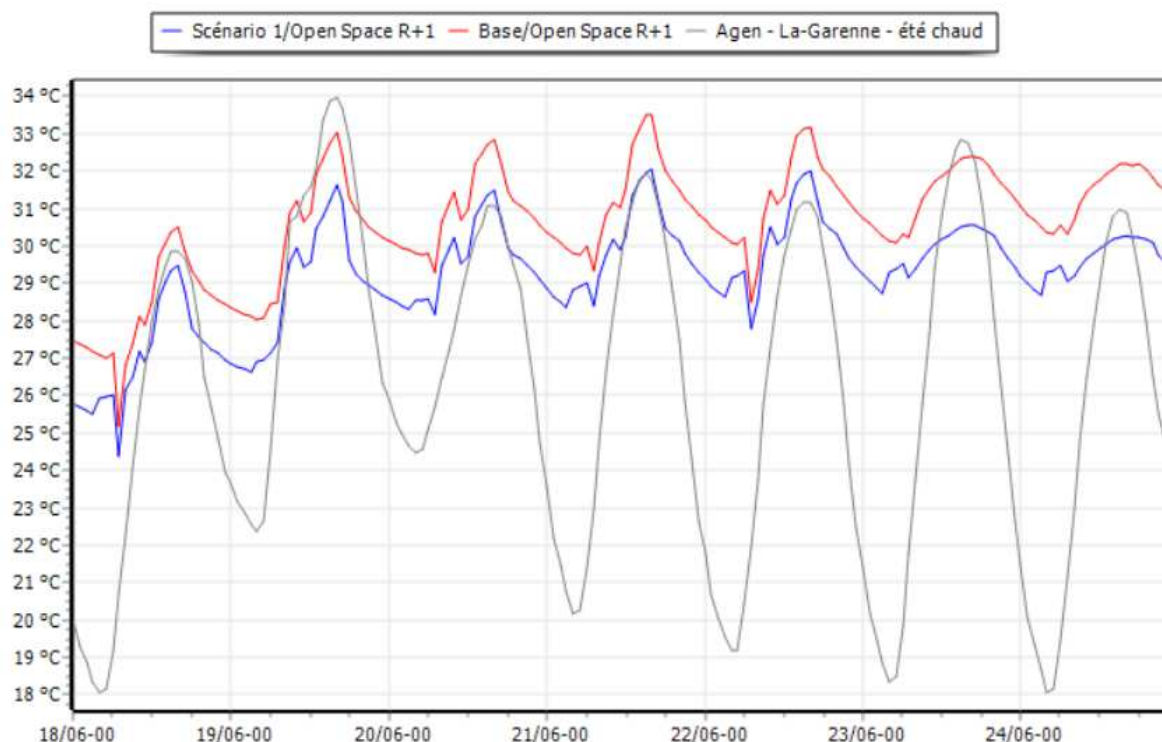
Le scénario 1 reprend le scénario 2 de la partie audit énergétique en y ajoutant l'intervention 2 (mise en place d'une ventilation nocturne) qui améliore le confort d'été. La mise en place de films solaires n'est pas prise en compte, les menuiseries étant remplacés. Il est prévu la mise en place d'un contrôle solaire.

Remarque : Un surcoût a été pris en compte pour le traitement du contrôle solaire mis en place sur les menuiseries.

Scénario 1	Estimation du coût
	Environ 1 185 000 € ^{HT}
<u>Détail des interventions</u>	
Le scénario d'amélioration du confort d'été comprend les interventions suivantes :	
> Remplacement des menuiseries > Amélioration de la performance de l'éclairage du site > Mise en place de brise-soleil à lames orientables > Mise en place d'une ventilation nocturne sur les CTA > Gain estimatif sur la climatisation : environ 35%	} Interventions comprises dans le scénario 2 de l'audit énergétique
<u>Mise en œuvre</u>	
> Voir 9. Descriptif des interventions simulées et 13. Interventions et scénario	



Evolution de la température extérieure et des températures opératives dans le bureau R+3 Sud en état initial et pour le scénario 1



Evolution de la température extérieure et des températures opératives dans l'open-Space du R+1 en état initial et pour le scénario 1

La température est diminuée de 1 à 2°C par la diminution des apports et la sur-ventilation nocturne. Les températures restent néanmoins importantes. La sensibilisation des usagers à l'extinction des équipements informatiques et non leur mise en veille peut contribuer à limiter les apports internes. La modélisation a été réalisée avec des conditions défavorables (occupation maximale sans télétravail, scénario d'été chaud, ...). D'autres solutions sont également proposées dans la conclusion.

13.6 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 :

Nombre d'heures d'occupation au-dessus de 28 °C	Etat initial	Intervention 1	Intervention 2	Scénario 1
Open-Space R+1	539	414	499	464
Bureau R+3 - Sud	501	312	469	424
Open-Space R+3 - Ouest	500	364	461	432

Synthèse du nombre d'heures d'inconfort estivales

Température maximale [°C]	Etat initial	Intervention 1	Intervention 2	Scénario 1
Open-Space R+1	34,4	33,3	34,2	33,4
Bureau R+3 - Sud	32,8	31,4	32,6	31,3
Open-Space R+3 - Ouest	35,0	33,5	34,7	33,6

Synthèse des températures maximales atteintes

14 Conclusions de l'étude de confort d'été

Le site étant équipé de climatisation dans chacune des pièces, aucune problématique d'inconfort en période estivale n'a été évoquée par les usagers interrogés. Toutefois, la présente étude montre qu'en l'absence d'équipement actif de climatisation, le site est sujet aux surchauffes lors des vagues de chaleur.

L'objectif est donc de trouver des solutions passives pour améliorer le confort estival et, dans le cas présent, réduire le besoin d'utiliser la climatisation installée.

L'analyse de la simulation a permis de cibler les éléments ayant l'impact le plus fort sur l'inconfort. Pour la CPAM d'AGEN le site est fortement vitré en simple vitrage, les apports solaires y sont donc importants.

Ainsi, la réduction des apports solaires couplée à l'évacuation des calories en période nocturne a conduit au scénario proposé, comprenant les interventions suivantes :

- > Le remplacement des menuiseries (avec mise en place d'un contrôle solaire)
- > L'amélioration des performances de l'éclairage
- > La mise en place d'une ventilation nocturne sur les CTA du site.

L'inconfort diminue d'environ 15% après les interventions proposées dans le scénario d'amélioration du confort d'été. Les températures maximales atteintes diminuent de 1 à 1,5°C dans les zones étudiées. L'étude prend en compte des conditions défavorables (occupations maximales sans télétravail, scénario d'été caniculaire, ...).

Les interventions proposées afin de réduire les surchauffes estivales permettent donc de diminuer fortement la nécessité de mettre en fonctionnement les climatiseurs déjà installés dans les locaux.

De plus, 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 plafonnier** 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. Cette solution est à envisager sur le site.
- > 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.
- > Il faut également garder en tête que les gestes verts des occupants (abaissement des occultants lorsque les façades sont soumises au rayonnement solaire direct, ouverture des fenêtres lorsque la température extérieure est plus basse que la température intérieure, extinction des équipements informatiques, ...) sont un pilier du

15 Annexes

15.1 Hypothèses de calcul des objectifs décret tertiaire

Zone 1		Zone 2	
Catégorie		Catégorie	
Bureaux_Services_Publics		Bureaux_Services_Publics	
Sous-catégorie		Sous-catégorie	
Bureaux Standards (cloisonnés-attribués)		Open-Space (non cloisonné-attribué)	
Surface de la zone [m²]	4 853	Surface de la zone [m²]	1 526
Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	3120	Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	3120
Surface par poste de travail (m²/poste)	11,1	Surface par poste de travail (m²/poste)	11,1

15.2 Plan de repérage des locaux desservis par la PAC du Patio



15.3 Grandeurs utiles au diagnostic

15.3.1 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%

15.3.2 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

15.3.3 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	0,274
Charbon	0,342
Électricité (<i>chauffage</i>)	0,180
Électricité (<i>ECS, refroidissement</i>)	0,040
Électricité (<i>valeur moyenne</i>) autres usages	0,084
Réseau de chaleur	Selon le réseau
Réseau de chaleur	0,342 si non référencé

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

15.3.4 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

15.3.5 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} ¹²
Bois, biomasse	0,60
Gaz naturel	1,00
Gaz propane	1,00
Electricité	2,58
Fioul	1,00

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

15.3.6 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.

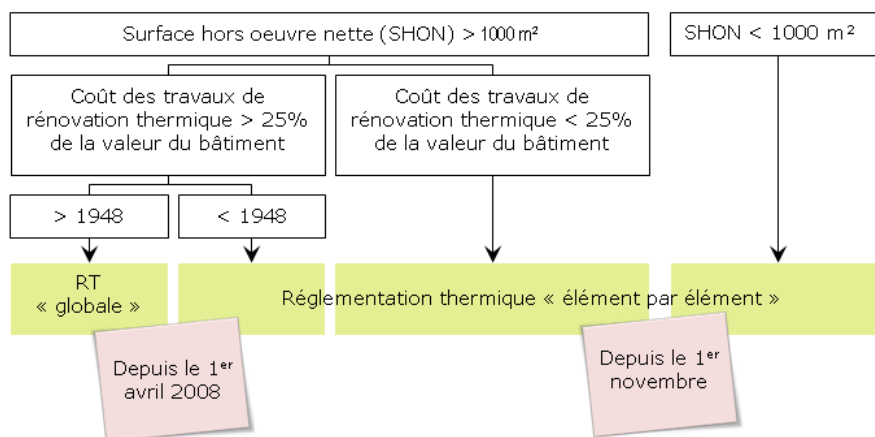
Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

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 2022¹³).



¹³ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.11, mis à jour le 14 janvier 2022.