



CCSS LOZERE – Site Expansion

12 RUE DE L'EXPANSION

48000 MENDE

AUDIT ENERGETIQUE
ETUDE DE CONFORT ESTIVAL

MAITRISE D'OUVRAGE :

CCSS LOZERE
Quartier des Carmes
48000 MENDE

Thierry BOUQUET
Caisse commune de Sécurité sociale de la Lozère
Attaché de direction
04 66 45 34 74 / 06 30 45 93 24
thierry.bouquet@ccss-lozere.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	15/06/2022	Version provisoire	RBUA	MTHI	CBIE
2	02/08/2022	Version initiale	RBUA	MTHI	CBIE
3	27/09/2022	Version modifiée suivant retour PRECI	RBUA	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	17
2.2 DONNEES D'USAGE DU SITE	18
2.2.1 Bâtiments	18
2.2.2 Occupation du bâtiment	18
2.3 ANALYSE DU COMPORTEMENT DES USAGERS	19
3 DESCRIPTION DU BATIMENT	20
3.1 BATI	20
3.2 CHAUFFAGE	30
3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation	30
3.2.2 Description de la chaufferie	30
3.2.3 Description des émetteurs	35
3.2.4 Schéma de principe	36
3.2.5 Analyse de la conformité	37
3.2.6 Description de la régulation	38
3.3 VENTILATION	40
3.4 EAU CHAUDE SANITAIRE	41

3.5	ECLAIRAGE	42
3.6	CLIMATISATION	45
3.7	AUTRES USAGES	49
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 :	50
4.2.3	Description de l’approvisionnement en biomasse	51
4.2.4	Description de l’approvisionnement en fioul	51
4.3	HISTORIQUE DES CONSOMMATIONS	52
4.3.1	Biomasse	52
4.3.2	Electricité	53
4.3.3	Fioul	54
4.3.4	Analyse des contrats de fourniture d’énergie	55
4.4	RESPECT DES EXIGENCES DU DECRET TERTIAIRE	56
4.4.1	Sélection de l’année de référence (Décret Tertiaire)	56
4.4.2	Objectifs de consommations énergétiques aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050	56
4.4.3	Contraintes techniques, architecturales et patrimoniales	57
5	ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	58
5.1	ANALYSE DES DEPERDITIONS THERMIQUES DU SITE	58
5.2	SYNTHESE DE L’ENVELOPPE	58
5.3	ANALYSE DES CONSOMMATIONS SIMULEES	59
5.4	COMPARAISON DES CONSOMMATIONS REELLES ET SIMULEES	60
5.5	PRESENTATION DES RESULTATS REGLEMENTAIRES (METHODE TH-C-E ex)	61
6	ENERGIES RENOUVELABLES	62
6.1	INSTALLATIONS D’ENERGIES RENOUVELABLES EXISTANTES	62
6.2	POTENTIELS D’ENR	62
7	GISEMENT DES POTENTIELS D’ECONOMIE D’ENERGIE	64
7.1	INTRODUCTION	64
7.2	SYNTHESE DES INTERVENTIONS SIMULEES	65
8	SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE	69
8.1	TRAVAUX DE DENSIFICATION PROJETES	69
8.2	SCENARIO 1 : ACTION A FAIBLE INVESTISSEMENT	70
8.2.1	Synthèse	70
8.2.2	Données détaillées des performances du scénario	71

8.2.3	Application de la réglementation thermique	71
8.2.4	Analyse en coût global	72
8.3	SCENARIO 2 : -40% SUR ENERGIE FINALE	73
8.3.1	Synthèse	73
8.3.2	Données détaillées des performances du scénario	74
8.3.3	Application de la réglementation thermique	74
8.3.4	Analyse en coût global	75
8.4	SCENARIO 3 : -50% SUR ENERGIE FINALE	76
8.4.1	Synthèse	76
8.4.2	Données détaillées des performances du scénario	77
8.4.3	Application de la réglementation thermique	78
8.4.4	Analyse en coût global	78
8.5	COMPARAISON DES SCENARIOS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DU DECRET TERTIAIRE	79
9	DESCRIPTIF DES INTERVENTIONS SIMULEES	80
10	CONTEXTE DE LA MISSION DE L'ETUDE DU CONFORT D'ETE	96
10.1	DEROULEMENT DE LA MISSION	96
10.2	OBJECTIFS DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE	96
10.3	OUTIL DE SIMULATION	96
10.4	HYPOTHESES DE CALCUL	96
10.5	DONNEES METEOROLOGIQUES	97
11	MODELISATION DU BATIMENT ET USAGE	98
11.1	REPRESENTATION 3D	98
11.2	ZONAGE THERMIQUE	99
11.3	CHAUFFAGE	101
11.4	CLIMATISATION	101
11.5	RENOUVELLEMENT D'AIR MECANIQUE	101
11.6	ETANCHEITE A L'AIR	101
11.7	OCCUPATION	102
11.8	ECLAIRAGE ARTIFICIEL	103
11.9	EQUIPEMENTS « SPECIFIQUES »	103
11.10	PAROIS VITREES ET OCCULTATIONS	104
11.11	AERATION	104
12	SIMULATIONS ET RESULTATS	105
12.1	ANALYSE DES OMBRES PORTEES	105
12.2	BILAN ESTIVAL DES APPORTS THERMIQUES	106
12.3	INDICATEURS DU CONFORT ESTIVAL	108
13	INTERVENTIONS ET SCENARIO	109

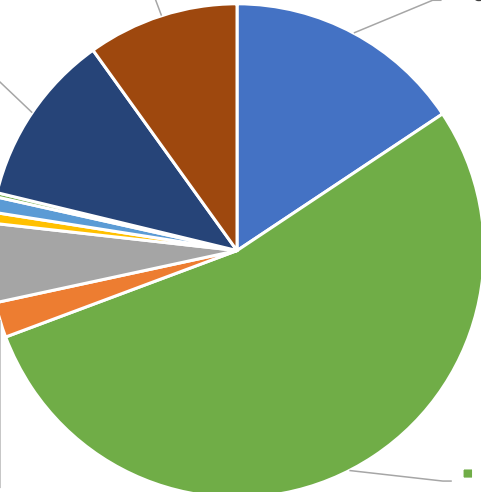
13.1 CHOIX DES INTERVENTIONS	109
13.2 INTERVENTION 1 : MISE EN PLACE DE BRISES SOLEIL ORIENTABLES	110
13.3 INTERVENTION 2 : MISE EN PLACE DE CTA DOUBLE FLUX AVEC ECHANGEUR ET SUR-VENTILATION NOCTURNE	112
13.4 INTERVENTION 3 : MISE EN PLACE DE FILMS SOLAIRES	114
13.5 SCENARIO	116
13.6 SYNTHESE DES SIMULATIONS	117
14 CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE CONFORT D'ETE	118
15 ANNEXES	119
15.1 HYPOTHESES DE CALCUL DES OBJECTIFS DECRET TERTIAIRE	119
15.2 GRANDEURS UTILES AU DIAGNOSTIC	120
15.2.1 Conversion des unités énergétiques	120
15.2.2 Émissions de CO2	120
15.2.3 Lexique de quelques abréviations	121
15.2.4 Facteur de conversion énergie finale / énergie primaire	122
15.2.5 Réglementation thermique	123

SYNTHESE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

	Année de construction	Construction :1980 Aménagement PFS 2003 / Extension 2013	
	Type	Catégorie DPE (Tertiaire) : 6.1 (Public)	
	Surface plancher	2 610 m²	
	SHON	2 861 m²	
	Nombre de niveaux	3 Niveaux	

Performance énergétique¹	Bâtiment économe <51A 51 à 110B 111 à 210C 211 à 350D 351 à 540E 541 à 749F >750G Bâtiment énergivore Bâtiment 207 Cette étiquette n'a pas valeur de DPE	Faible émission de GES <6A 6 à 15B 16 à 30C 31 à 60D 61 à 100E 101 à 144F >145G Forte émission de GES Bâtiment 13 Cette étiquette n'a pas valeur de DPE
-----------------------------	---	--

Coût énergétique simulé au réel²	43 210 € ^{TTC} /an	dont bois15 935 € ^{TTC} /an
		dont fioul6 039 € ^{TTC} /an
		dont électricité22 068 € ^{TTC} /an

Consommations par usage (kWhEF)	Répartition des consommations par poste (kWh EF/PCI)	
	■ Spécifique Electricité 9,9% ■ Chauffage Fioul 15,6% ■ Chauffage Bois 53,7% ■ Chauffage Electricité 2,3% ■ Refroidissement Electricité 5,1% ■ ECS Electricité 0,7% ■ Auxiliaires de ventilation Electricité 1,0% ■ Auxiliaires de distribution Electricité 0,3% ■ Eclairage Electricité 11,3%	

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 déjà réalisés par l'organisme :
 - Coupe généralisée de la bureautique et de l'éclairage
 - Relamping LED généralisée
 - Remplacement de la chaudière bois
- La mise en place d'un plan de comptage énergétique
- La mise en place de brise-soleils orientables
- Le déplacement des thermostats d'ambiance

Le scénario 2 prévoit en complément du scénario 1 :

- Isolations des murs donnant sur l'extérieur (ITE avec bardage + ITI sur les murs RDC)
- Isolation par l'intérieur des murs donnant sur des locaux non chauffés (Stockage)
- Isolation par l'intérieur du plafond donnant sur le patio
- Isolation du plancher bas donnant sur les locaux non chauffés (Stockage)
- La reprise d'isolation des planchers sur les locaux non chauffés
- Le remplacement de l'ensemble des fenêtres
- Remplacement des extracteurs des sanitaires (moteur basse consommation)

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

- Isolation des toitures sur bac acier
- La mise en place d'une GTC
- Remplacement des radiateurs à eau chaude et généralisation des robinets thermostatiques
- Le remplacement des pompes à débit constant en chaufferie par des pompes à débit variable
- Mise en place des deux CTA double-flux avec récupération de chaleur et sondes CO2 dans les bureaux avec sur-ventilation nocturne.

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

Scénario 1	186 522	11 851	32%	22%	364 k€	20 ans
------------	---------	--------	-----	-----	--------	--------

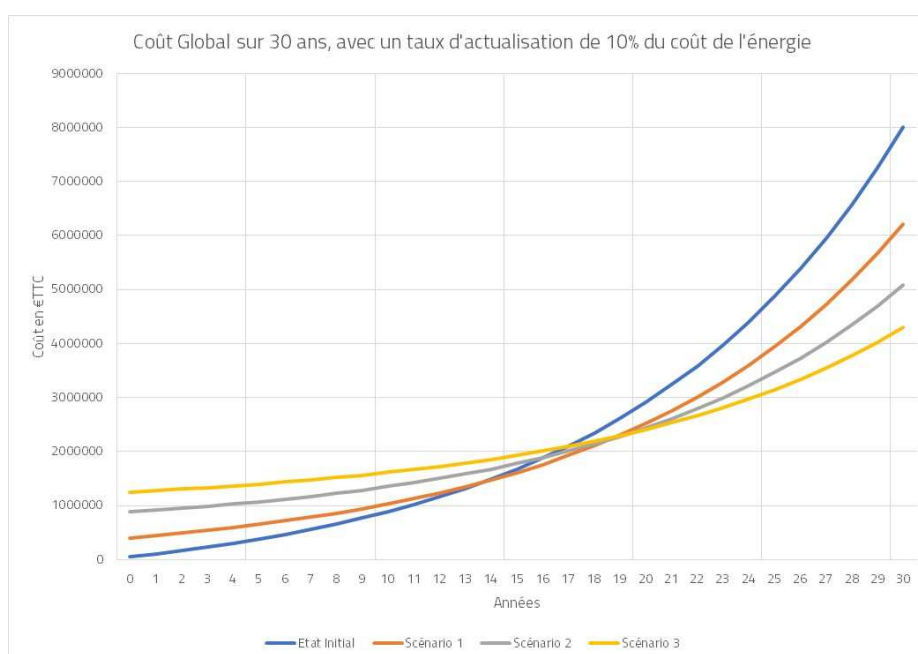
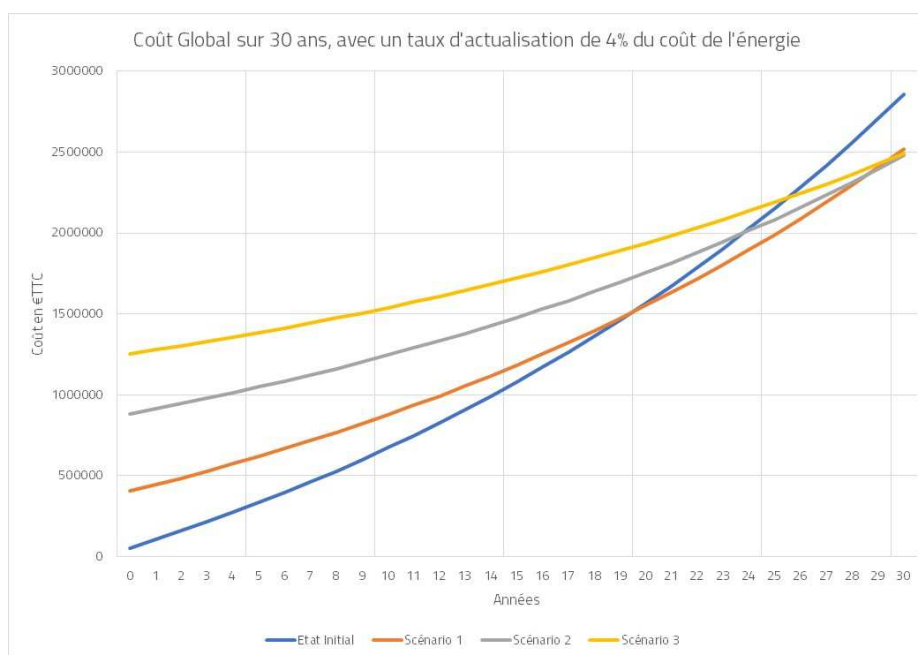
Scénario 2	282 290	20 740	48%	48%	853 k€	25 ans
------------	---------	--------	-----	-----	--------	--------

Scénario 3	346 689	26 755	59%	69%	1 229 k€	27 ans
------------	---------	--------	-----	-----	----------	--------

APPROCHE ENERGETIQUE						
Scénario	Consommation énergétique simulée En kWh_{EP}/m²·_{SHON}	Emissions de CO ₂ En kg CO₂/m²·_{SHON}	Optimisation	Amélioration des systèmes		EnR
				léger	lourd	

Etat initial	111 à 210 C 207	6 à 15 B 13					
Scénario 1	111 à 210 C 142	6 à 15 B 9	✓		✓	✓	✓
Scénario 2	51 à 110 B 108	6 à 15 B 7	✓		✓		✓
Scénario 3	51 à 110 B 86	< 6 A 4	✓		✓		✓

Désignation	Unité	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Investissements	€HT	0	364 350	852 760	1 228 705
Economie annuelle d'énergie primaire	%	0	32%	48%	59%
Economie annuelle d'énergie finale	%	0	22%	48%	69%
Emissions de CO ₂ évitées	%	0	27%	50%	72%
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	€TTC	0	-11 851	-20 740	-27 255
Impact sur la maintenance (P2)	€TTC	0	0	0	400
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	€TTC	0	0	0	100
CEE Mobilisables	kWh CUMAC	0	1 238 700	5 576 160	8 607 227
Valorisation CEE	€	0	9 910	44 609	68 858
Temps de retour sur investissement actualisé	années	0	20	25	27
Dépenses annuelles énergétiques	€TTC	41 970	30 119	21 230	14 715
Dépenses annuelles de maintenance	€TTC	4 765	4 765	4 765	5 165
Dépenses annuelles de renouvellement	€TTC	3 893	3 893	3 893	3 993
Dépenses énergétiques sur 30 ans (Actualisation des coûts d'énergie de 4%)	€TTC	2 490 010	1 786 888	1 259 556	872 989
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	€TTC	201 938	201 938	201 938	218 890
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	€TTC	164 983	164 983	164 983	169 221
Coût global (avec investissements)	€TTC	2 856 931	2 518 159	2 479 237	2 489 805



Commentaires

- > Les scénarios ont un temps de retour proche de 30 ans car les investissements sont conséquents. Cependant, ils permettent de réduire considérablement les coûts de fonctionnement et les émissions de gaz à effet de serre.
- > Le premier scénario ayant des investissements en partie déjà engagés, le temps de retour est plus faible.
- > Avec une vision plus large sur l'évolution des coûts de l'énergie à 10% au lieu de 4%, nous constatons que les 3 scénarios permettent un retour sur investissement en moins de 20 ans, jusqu'à même 15 ans pour le scénario 1.
- > Les réductions de consommations n'atteignent pas une réduction de 40% pour le scénario 1, ceci est dû aux travaux de rénovation déjà engagés sur le site entre 2017 et 2020 qui ont permis d'améliorer la performance du bâtiment.
- > Le scénario 3 permet une réduction forte des consommations et des émissions de CO2.

1 INTRODUCTION

1.1 Objectif de l'audit énergétique

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

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

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

1.2 Décret tertiaire

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

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

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

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

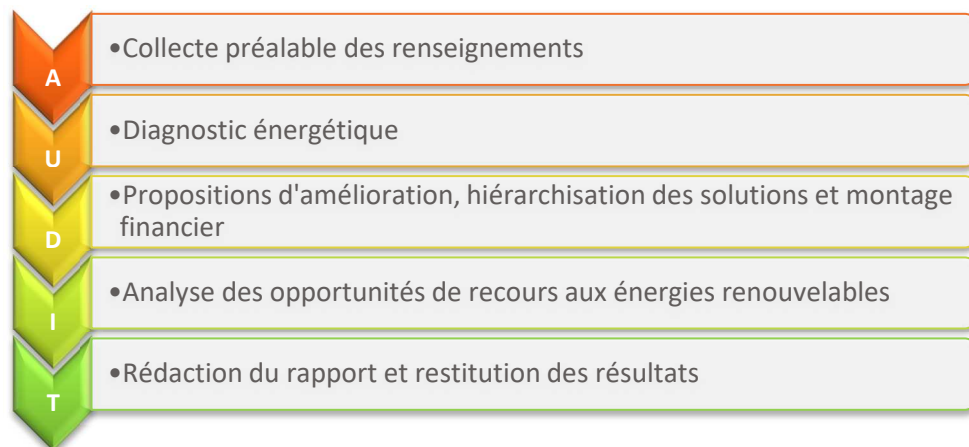
Cette obligation est assortie de deux objectifs intermédiaires en 2030 et 2040 où les consommations devront être réduites respectivement de 40% et 50% par rapport à l'année de référence. Le dispositif prévoit un assouplissement permettant l'atteinte de ces objectifs à l'échelle d'un patrimoine.

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

1.3 Méthodologie employée

1.3.1 Processus de l'audit énergétique

Le diagnostic peut se décomposer en cinq étapes distinctes :



1.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie

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



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

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

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

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



1.4 Liste des documents transmis par la MOA

DOCUMENTS		FORMAT
Plans et surfaces	> Plans de niveaux des bâtiments	DWG / PDF
Consommations énergétiques	> Consommations de bois, fioul et électricité des années 2010 à 2019.	Excel
Divers	> DOE et CCTP des travaux réalisés	Papier

1.5 Hypothèses prises pour la réalisation de l'étude

- Isolation des toitures du bâtiment principal et de la plateforme non visibles, réalisé en mousse de polyuréthane de 4 cm
- Isolation par l'extérieur des murs de la plateforme non visible, réalisé en laine de verre de 5 cm
- Consigne de température de 19°C, prise en compte d'une température dans la modélisation de 21°C suite aux retours lors de la visite.

1.6 Anomalies éventuelles à faire remonter

Sans objet.

1.7 Points bloquants

Sans objet.

1.8 Estimations des quantités pour les différentes prescriptions

La date de valeur des estimations correspond à la date de notre visite sur site, soit le 19/05/2022. 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

	CCSS LOZERE – Site Expansion
Adresse	12 rue de l'Expansion - 48000 - MENDE
Zone climatique	H2d
Altitude	850m

2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs

	CCSS LOZERE
Nom	BOUQUET Thierry
Téléphone	06 30 45 93 24
Fonction	Attaché de direction
E-mail	thierry.bouquet@ccss-lozere.fr

2.1.3 Visite

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

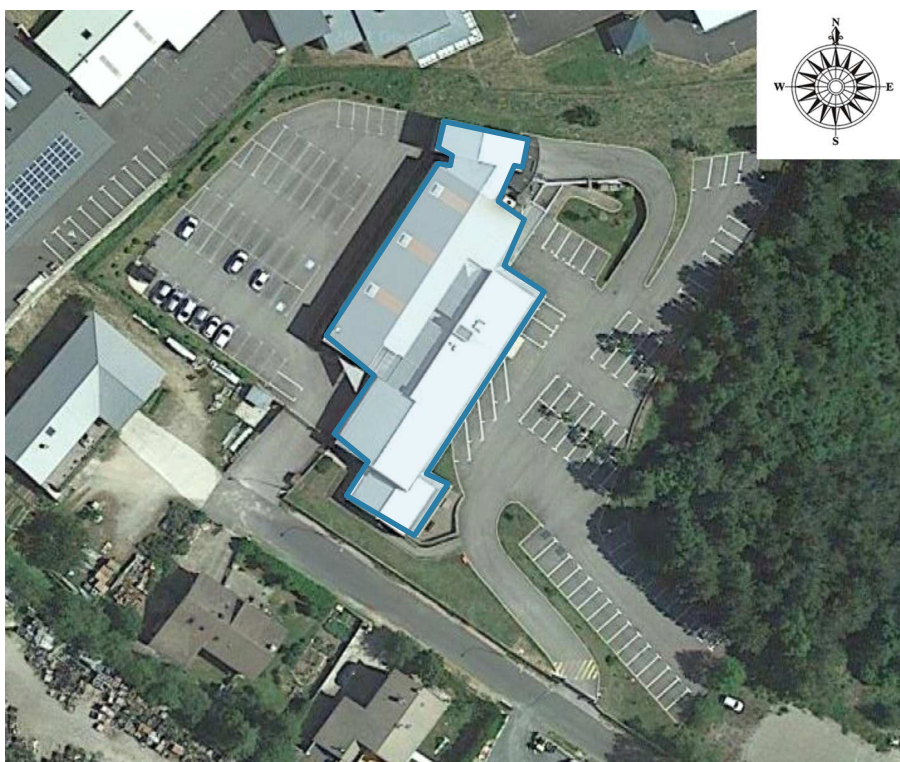
Situation	
Date de la visite :	26/10/2021
Diagnostiqueur :	Raphaël BUATOIS
Accompagnateurs :	Thierry BOUQUET
Conditions climatiques :	T _{ext} = 20°C, Ensoleillé

2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés

Les travaux antérieurs ou programmés sont les suivants :

Travaux	Date
Mise en place d'une climatisation pour le bâtiment principal	2020
Remplacement des luminaires en LED (avec détection de présence en circulations et sanitaires)	2017 à 2020
Remplacement de la production de chauffage (chaudière à granulés)	2018
Réalisation d'une extension de la plateforme	2015
Mise en place d'une climatisation pour la plateforme	2006
Aménagement du garage en plateforme de service (mise en place d'une isolation et d'un système de chauffage)	2005

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	Usages
Principal	1980	3	2 610 m ²	Immeuble de bureaux
PFS	1980	2		
Extension PFS	2013	2		

2.2.2 Occupation du bâtiment

2.2.2.1 Horaires du site

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Ouverture	08h00	08h00	08h00	08h00	08h00	-	-
Fermeture	18h00	18h00	18h00	18h00	18h00	-	-

2.2.2.2 Fréquentation du site

Dénomination	Effectif
Nombre d'employés	154 personnes
Surface plancher	2 610 m ²
Densité surfacique (m ² surface de plancher/occupant)	17m ² /occupant

2.3 Analyse du comportement des usagers

Inspection des comportements	
Comportement des usagers	
Le public est-il sensibilisé aux problématiques énergétiques ?	Oui, assez
Hiver : Comportement des usagers vis-à-vis de l'ouverture des Mex	Ouverture en début et fin de la journée
Hiver : Les portes d'accès aux bâtiments (halls, portes d'entrée, accès techniques, etc) sont	Laissées rarement ouvertes
Comportement vis à vis de la bureautique - Personnel	Mise en veille individualisée
Comportement vis à vis des radiateurs	Réglage aléatoire des robinets selon les zones
Comportement vis à vis de l'éclairage	Les usagers peuvent laisser les luminaires allumés
Comportement vis à vis des douches	Sans objet.
Ressenti des usagers	
Les usagers ont-ils des sensations de froid en hiver ?	Oui (ensemble du site)
Les usagers ont-ils des sensations de chaud en été ?	Oui beaucoup (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	2
Commentaires	Les occupants sont assez soucieux des problématiques énergétiques. Des sensations d'inconforts sont ressenties sur l'ensemble du site en été et hiver. En particulier en été, le site monte rapidement en température. Des travaux sont nécessaires afin d'améliorer le confort des usagers.

3 Description du bâtiment

3.1 Bâti

Légende utilisée pour la suite de l'audit :

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

Mur sur combles perdus		Surface	U	P	V	
	Type :	Doublage	80 m²	0,635	2	1
	Epaisseur :	1 cm				
	Nature du local non chauffé :	Combles perdus				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'extérieur				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2				
Localisation :		R+1 Plateforme service				
Mur sur extérieur extension plateforme		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton creux (parpaing)	180 m²	0,745	1	1
	Epaisseur :	23 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'extérieur				
	Isolant :	Polystyrène expansé				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
Localisation :		Extension plateforme service				

Mur sur local non chauffé RDC salle réunion bâtiment principal		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton creux (parpaing)	60 m²	0,549	2	2
	Epaisseur :	23 cm				
	Nature du local non chauffé :	Archives et stockages				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2				
Localisation :		RDC salle réunion bâtiment principal				
Mur sur extérieur RDC bâtiment principal		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton creux (parpaing)	150 m²	0,558	2	1
	Epaisseur :	30 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Pathologies :	Présence de fissures légères localisées				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
Mur sur extérieur plateforme		Surface	U	P	V	
	Type :	Structure métallique et remplissage	290 m²	0,735	1	1
	Epaisseur :	1 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'extérieur				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
Localisation :		Plateforme service				

Mur sur extérieur R+1 R+2 bâtiment principal		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton plein	400 m²	0,667	2	1
	Epaisseur :	23 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'extérieur				
	Isolant :	Laine de roche				
	Epaisseur d'isolation :	8 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
Localisation :		R+1 R+2 bâtiment principal				
Mur sur local non chauffé (stockage) RDC bâtiment principal		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton creux (parpaing)	25 m²	1,852	0	1
	Epaisseur :	23 cm				
	Nature du local non chauffé :	Archives et stockages				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Isolant :	Aucun				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2				
Localisation :		RDC bâtiment principal				
Mur sur terre-plein RDC R+1 bâtiment principal		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton plein	280 m²	0,240	2	1
	Epaisseur :	23 cm				
	Position :	Enterrée				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
Localisation :		RDC bâtiment principal				

Commentaire par équipement	
Murs sur extérieur	L'ensemble des murs sur l'extérieur sur isolés par l'extérieur derrière un bardage, à l'exception du RDC du bâtiment principal isolé par l'intérieur. Un complément d'isolant est recommandé afin de diminuer les déperditions. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Murs sur locaux non chauffés et terre-plein	Les murs sont isolés par l'intérieur, sauf pour les murs donnant sur les locaux de stockage qui ne sont pas isolés. Il est recommandé d'isoler ces murs et d'ajouter un complément d'isolant pour les autres. Cette préconisation est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

Menuiserie					
Fenêtre sur extérieur bâtiment principal PVC		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage : PVC / Double vitrage lame d'air 12 mm	113 m²	2,6	2	1
	Etanchéité : Moyenne				
	Remplissage : Air				
	Occultation : Stores intérieurs				
	Matériau occultation : Aluminium				
	Position : En tunnel				
	Fermeture : Battante				
	Pathologies : Défauts d'étanchéité à l'air ponctuels au niveau du cadre				
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) : 1.9				
	Localisation : R+1 R+2 bâtiment principal				
Porte Fenêtre sur extérieur plateforme		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage : Aluminium / Double vitrage lame d'air 16 mm	20 m²	2.5	2	2
	Etanchéité : Moyenne				
	Remplissage : Air				
	Occultation : Aucune				
	Matériau occultation : Sans objet				
	Position : En tunnel				
	Fermeture : Battante				
	Pathologies : Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) : 1.9				
	Localisation : Plateforme service et extension				
Fenêtre sur extérieur plateforme		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage : Aluminium / Double vitrage lame d'air 10 mm	80 m²	3.5	1	1
	Etanchéité : Moyenne				
	Remplissage : Air				
	Occultation : Volet roulant				
	Matériau occultation : PVC				
	Position : En tunnel				
	Fermeture : Coulissante				
	Pathologies : Défauts d'étanchéité à l'air ponctuels au niveau du cadre				
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) : 1.9				
	Localisation : Plateforme service				

Porte sur local non chauffé			Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Porte pleine non isolée	8 m²	4,0	0	1
	Etanchéité :	Faible				
	Remplissage :	Sans objet				
	Occultation :	Aucune				
	Matériau occultation :	Sans objet				
	Position :	En tunnel				
	Pathologies :	Présence de défauts d'étanchéité à l'air au niveau des vantaux				
	Localisation :		RDC bâtiment principal			
Porte Fenêtre sur extérieur bâtiment principal			Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 6 mm	20 m²	3,3	1	1
	Etanchéité :	Moyenne				
	Remplissage :	Air				
	Occultation :	Aucune				
	Matériau occultation :	Sans objet				
	Position :	En tunnel				
	Fermeture :	Battante				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :		1.9				
Localisation :		RDC bâtiment principal				
Fenêtre sur extérieur bâtiment principal RDC alu			Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 6 mm	45 m²	3,3	1	1
	Etanchéité :	Moyenne				
	Remplissage :	Air				
	Occultation :	Aucune				
	Matériau occultation :	Sans objet				
	Position :	En tunnel				
	Fermeture :	Battante				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :		1.9				
Localisation :		RDC bâtiment principal				

Commentaire par équipement	
Fenêtres PVC	Les fenêtres en PVC du bâtiment principal sont de qualité correcte avec quelques défauts d'étanchéité et ne disposent pas de protection extérieure. Les orientations de sud-est à sud-ouest souffrent de la chaleur. Il sera recommandé de mettre en place des brise-soleils extérieur pour diminuer les apports solaires estivaux. Une seconde recommandation consistera à remplacer l'ensemble de ces fenêtres. Ces actions sont présentées dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Fenêtres et portes-fenêtres aluminium	L'ensemble des fenêtres et portes-fenêtres aluminium du bâtiment principal et de la plateforme (sauf l'extension) ont des performances moyennes. Il sera recommandé de remplacer ces fenêtres. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport. Pour l'extension, il n'est pas recommandé de remplacer les fenêtres car elles sont récentes et de bonne qualité.

Plancher haut					
Rampants plateforme		Surface	U	P	V
	Type :	Charpente métallique	200 m²	1,240	1
	Epaisseur :	5 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face			
	Isolant :	Mousse de polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	4 cm			
	Pathologies :	Dégradation de l'isolation en place			
	Etanchéité :	Zinc			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	4.4			
Localisation :		Plateforme service RDC R+1			
Rampants bâtiment principal		Surface	U	P	V
	Type :	Charpente métallique	400 m²	0,877	1
	Epaisseur :	5 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	5 cm (estimé)			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Etanchéité :	Zinc			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	4.4			
Localisation :		Bâtiment principal R+1 R+2			
Plafond sous combles plateforme		Surface	U	P	V
	Nature du local non chauffé :	Combles perdus	150 m²	0,202	1
	Type :	Charpente métallique			
	Epaisseur :	5 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Laine de roche			
	Epaisseur d'isolation :	20 cm			
	Etanchéité :	Zinc			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2			
Localisation :		Plateforme service			

Plafond sous patio			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	125 m²	1,000	1	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Fibralith				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Etanchéité :	Finition lourde				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3				
Localisation :			RDC bâtiment principal			
Rampants extension plateforme			Surface	U	P	V
	Type :	Charpente métallique	115 m²	0,204	2	2
	Epaisseur :	5 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Laine de roche				
	Epaisseur d'isolation :	20 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Etanchéité :	Zinc				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	4.4				
Localisation :			Extension plateforme service R+1			

Commentaire par équipement	
Rampants extension	Bac acier isolé sur le faux plafond. Etanchéité zinc en toiture. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Rampants bâtiment principal et plateforme	L'isolation n'a pas pu être vérifiée et semble être légère (mousse de polyuréthane notamment). Il est recommandé de remplacer l'ensemble des isolants en place. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Plafond sous patio	Une isolation est présente en fibralith, il s'agit d'un isolant de faible performance qu'il est judicieux de remplacer. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Plafond sous combles plateforme	Présence d'une isolation sur le faux plafond en plaques de plâtre. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

Plancher bas						
Plancher bas extension plateforme sur vide-sanitaire			Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	115 m²	0,329	2	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Polystyrène expansé				
	Epaisseur d'isolation :	10 cm				
	Position :	Sur vide sanitaires semi-enterré				
	Ventilation du local non chauffé :	Local peu ventilé				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.7				
	Localisation :		Extension plateforme service			
Plancher bas sur terre-plein bâtiment principal			Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	650 m²	0,307	2	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Isolant :	Aucun				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
Localisation :		RDC bâtiment principal				
Plancher bas plateforme sur local non chauffé			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	350 m²	0,833	1	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Fibralith				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Position :	Sur sous-sol enterré				
	Ventilation du local non chauffé :	Local ventilé				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.7				
	Localisation :		RDC plateforme service			

Commentaire par équipement	
Plancher bas sur locaux non chauffés	Une isolation est présente en fibralith, il s'agit d'un isolant de faible performance qu'il est judicieux de remplacer. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
Plancher bas sur terre-plein	La partie RDC du bâtiment donne sur un terre-plein. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Plancher bas sur vide-sanitaire	Isolation en polystyrène en sous-face du plancher bas. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

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	DALKIA
Périmètre	Chauffage / Ventilation / ECS
Appréciation de la conduite des installations	Bonne qualité de la prestation de maintenance.

3.2.2 Description de la chaufferie

Production de chaleur			
Chaudière fioul		P	V
	Locaux desservis :	Bâtiment principal et plateforme (hors extension)	
	Energie :	Fioul	
	Puissance thermique :	150 kW	
	Classement ICPE :	Non	
	Technologie :	Basse température	
	Fonction :	Chaudière d'appoint	
	Cascade :	Oui	
	Mode d'évacuation :	Conduit de fumées	
	Position :	Au sol	
	Marque :	VIESSMANN	
	Modèle :	Paromat Duplex	
	Nombre :	1	
	Brûleur intégré :	Non	
	Puissance thermique brûleur :	70 kW	
	Technologie brûleur :	Atmosphérique	
	Puissance électrique brûleur :	0.4 kW	
	Année brûleur :	2007	
	Marque brûleur :	WEISHAUPT	
	Nombre de brûleur :	1	
	Performance brûleur :	1	
	Vétusté brûleur :	1	
Localisation :		Chaufferie	

Chaudière biomasse		P	V
	Locaux desservis :	Bâtiment principal et plateforme service (hors extension)	22
	Energie :	Biomasse granulés	
	Puissance thermique :	101 kW	
	Puissance électrique :	2.6 kW	
	Classement ICPE :	Non	
	Rendement :	90 %	
	Technologie :	Basse température	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Oui	
	Mode d'évacuation :	Conduit de fumées	
	Position :	Au sol	
	Année :	2018	
	Marque :	HERZ	
	Modèle :	Firematic 101	
	Nombre :	1	
	Brûleur intégré :	Oui	
	Année brûleur :	2018	
	Nombre de brûleur :	1	
	Performance brûleur :	2	
	Vétusté brûleur :	2	
Localisation : Chaufferie			

Commentaire par équipement	
Chaudière biomasse	La chaudière biomasse (granulés de bois) assure la production de chauffage du site. Celle-ci a été mise en place en 2018. Elle a un bon rendement donc aucune préconisation n'est envisagée sur cet équipement.
Chaudière fioul	Elle est ancienne mais est aujourd'hui très peu utilisée (seulement en appoint si nécessaire). Aucune préconisation n'est envisagée sur cet équipement.

Auxiliaire de chauffage			
Pompe chauffage plateforme		P	V
	Puissance électrique :	365 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Circuit plateforme	
	Taille :	Petite	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Modèle :	Magna 1 65-60	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie		3	1
Pompe chauffage Sud est		P	V
	Puissance électrique :	145 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Circuit Sud Est	
	Taille :	Petite	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Modèle :	UP 40-50	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie		1	1
Pompe chauffage aérotherme		P	V
	Puissance électrique :	265 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Circuit aérotherme	
	Taille :	Petite	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Modèle :	UP 32-80	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie		1	1

Pompe chauffage - Nord-Ouest		P	V
	Puissance électrique :	265 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Circuit Nord-Ouest	
	Taille :	Petite	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Modèle :	UP 32-80	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie			
		1	1
Pompe chauffage		P	V
	Puissance électrique :	330 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Recyclage chaudière	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Modèle :	Magna 1	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie			
		3	2
Commentaire par équipement			
Pompe de chauffage	Certaines pompes en chaufferie sont de technologie « à vitesse constante ». Il est recommandé de les remplacer par des pompes à débit variable. Cette action est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.		

Distribution de chaleur				
Servomoteur et vanne		P	V	
-	Marque :	SIEMENS		
	Technologie Vanne :	V3V	2	
	Nombre :	2	2	
	Localisation : Chaufferie			
Réseaux de chauffage		P	V	
	Nature :	Cuivre		
	Technologie :	Présence de calorifuge sur l'ensemble des réseaux		
	Type d'isolation :	Laine de verre revêtue d'un film PVC	3	2
	Epaisseur :	5 cm		
	Localisation :	En locaux technique		
	Localisation : Chaufferie			

Commentaire par équipement	
Réseaux de chauffages	L'isolation des réseaux est performante. Aucune préconisation n'est envisagée sur cet équipement.

3.2.3 Description des émetteurs

Emission de chaleur			
Cassettes plafonnieres		P	V
	Locaux desservis :	Extension plateforme service	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Plafonniere	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Localisation :	Extension plateforme service	
Ventilo-convecteurs chaud		P	V
	Locaux desservis :	Plateforme service	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	En allège	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Localisation :	Plateforme service	
Emetteurs électriques		P	V
	Locaux desservis :	Sanitaires plateforme	
	Technologie :	Convecteur NF kW	
	Puissance électrique :	1.5 kW	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Localisation :	Sanitaires plateforme	
Radiateur		P	V
	Locaux desservis :	Bâtiment principal	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	
	Température :	Moyenne	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
Localisation :		Bâtiment principal	

Commentaire par équipement	
Cassettes plafonnieres et ventilo-convecteurs	Ces équipements sont récents et permettent à la fois le chauffage et le refroidissement des locaux. Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.
Convecteurs	Des convecteurs sont présents uniquement dans les sanitaires de la plateforme de service et ne représentent qu'une faible surface. Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.
Radiateurs	L'ensemble du bâtiment principal est alimenté en chauffage par des radiateurs assez anciens. Il est préconisé de les remplacer par des radiateurs basse température. Cette intervention est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

3.2.4 Schéma de principe

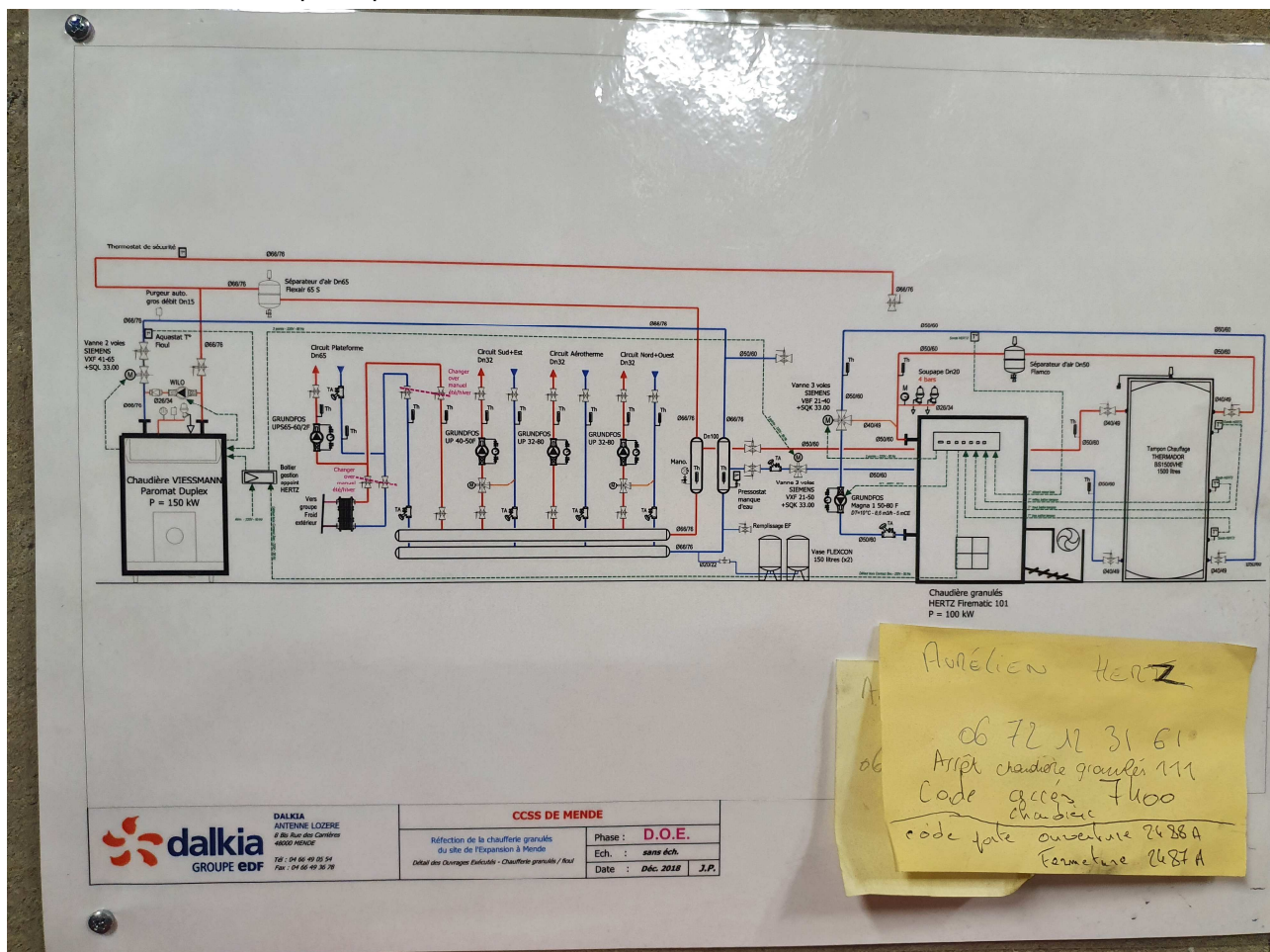


Figure 1 : Schéma de principe de la chaufferie

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

3.2.5 Analyse de la conformité

Conformité réglementaire Chauffage	
Nom du local	Chaufferie
Situation	RDC
Accessibilité	Oui
Sens d'ouverture de la porte d'accès	Intérieur vers extérieur
Présence d'une barre anti-panique	Oui
Présence d'un ferme-porte	Oui
Balayage chaufferie	Conforme
Type de ventilation basse	Ouverture en paroi
Type de ventilation haute	Ouverture en paroi
Surface de plancher de la chaufferie	31 m ²
Hauteur sous plafond	3 m
Éclairage	Suffisant
Distance entre chaudière	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 consigne de sécurité	Oui
Présence d'un schéma de principe	Oui
Paroi coupe-feu	Oui
Porte coupe-feu	Oui
Nombre d'extincteurs	2
Présence d'une armoire électrique	Oui
Présence des schémas électrique de l'armoire	Oui
Etat de l'armoire électrique	Bon état
Espace libre dans l'armoire électrique	Conforme
Eclairage de l'armoire électrique	Absent
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	Non
Séparation force/lumière	Oui
Présence d'une signalétique force/lumière	Non
Etat du coffret de coupure extérieure électrique	Bon état

3.2.6 Description de la régulation

Régulation centrale chauffage																									
Régulation centrale		P	V																						
	Technologie :	Loi d'eau avec horloge																							
	Programmation :	Journalière																							
	Nombre de départs régulés :	2																							
	Température de confort :	19 °C																							
	Performance régulation :	Optimisable																							
	Marque :	SIEMENS																							
Localisation : Chaufferie		2	1																						
Ensemble des départs chauffage																									
Horaires :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Lundi																									
Mardi																									
Mercredi																									
Jeudi																									
Vendredi																									
Samedi																									
Dimanche																									
Consignes :			Confort : 19,0 °C			Réduit : 16,0 °C			Hors gel : 12,0 °C																

Commentaire
Le chauffage est régulé pour l'ensemble du site avec une loi d'eau. La température de consigne est de 19°C. Cependant, lors de la visite il a été indiqué que la température effective est plutôt de 21°C. Ce système de pilotage est performant mais il peut être optimisé grâce à une GTB. Cette intervention est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

Régulation terminale chauffage			
Régulation terminale ventilo convecteurs et cassettes plafonnères		P	V
	Technologie :	Thermostats manuels	
	Locaux desservis :	Plateforme service et extension	1
	Localisation :	Plateforme service et extension	
Régulation terminale thermostatique		P	V
	Technologie :	Robinets thermostatiques récents	1
	Locaux desservis :	Bâtiment principal	3
	Localisation :	Une partie du bâtiment principal	
Régulation terminale manuelle		P	V
	Technologie :	Robinets manuels	1
	Locaux desservis :	Bâtiment principal	1
	Localisation :	Une partie du bâtiment principal	

Commentaire par équipement	
Régulation ventilo convecteurs et cassettes plafonnères.	La régulation est adaptée à l'usage. Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.
Régulation radiateurs	Les radiateurs du bâtiment principal ont des robinets manuels ou thermostatiques. Il est préconisé de généraliser les robinets thermostatiques. Cette intervention est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

3.3 Ventilation

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

Equipement de ventilation			
Extracteurs simple flux		P	V
	Technologie :	Autoréglable	
	Type :	Sur conduit	
	Extracteur :	Classique	
	Pathologies :	Présence ponctuelle de moisissures	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
Localisation :		Sanitaires ensemble du site	

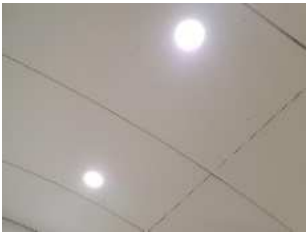
Commentaire par équipement	
Extracteurs	Il est recommandé de remplacer les extracteurs pour mettre en place des moteurs basse consommation. Cette intervention est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.
CTA	Absence de CTA sur le site. Il est recommandé de mettre en place une CTA double flux avec échangeur pour ventiler l'ensemble des bureaux (mise en place de sonde CO2 dans les bureaux recommandée). Cette intervention est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

3.4 Eau Chaude Sanitaire

Production ECS			
Ballon électrique sanitaires		P	V
	Marque :	ARISTON	
	Nombre :	1	
	Type de production :	Décentralisée	
	Puissance électrique :	2 kW	3
	Volume :	30 L	1
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
	Localisation : Bâtiment principal		
Ballon électrique plateforme		P	V
	Marque :	THERMOR	
	Nombre :	1	
	Type de production :	Décentralisée	
	Puissance électrique :	1 kW	3
	Volume :	15 L	1
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Bureau	
	Localisation : Plateforme		

Commentaire par équipement	
Ballons électriques	La consommation d'eau chaude sanitaire du site est faible. Les ballons actuels sont adaptés à l'usage. Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.

3.5 Eclairage

Source d'éclairage			
Source éclairage extérieur		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Projecteur	
	Position :	En applique	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	
	Localisation :	Ensemble du site	
Source éclairage intérieur bureaux		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	
	Locaux desservis :	Bureaux	
Localisation :		Bureaux ensemble du site	
Source éclairage intérieur sanitaires		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Spot	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
Localisation :		Sanitaires ensemble du site	
Source éclairage intérieur circulations		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Spot	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	
	Locaux desservis :	Circulations ensemble du site	
Localisation :		Circulations ensemble du site	

Commentaire par équipement	
Ensemble des luminaires	Tous les luminaires ont été remplacés récemment par des LED. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

Pilotage terminal éclairage		
Pilotage terminal éclairage intérieur bureaux		V

	Technologie : Interrupteur manuel	1	2
	Locaux desservis : Bureaux		
	Localisation : Bureaux ensemble du site		
Pilotage terminal éclairage intérieur sanitaires et circulations		P	V
	Technologie : Détection de présence	3	2
	Locaux desservis : Sanitaires et circulations		
	Localisation : Sanitaires et circulations ensemble du site		

Pilotage central éclairage			
Pilotage central éclairage extérieur		P	V
-	Technologie : Sonde crépusculaire	2	2
	Programmation : Journalière		
	Locaux desservis : Extérieur du site		
	Localisation : Ensemble du site		
Pilotage central éclairage intérieur		P	V
-	Technologie : Commande centralisée	3	2
	Programmation : Journalière		
	Modèle : Coupure automatique en fin de journée		
	Locaux desservis : Ensemble du site		

Commentaire par équipement	
Pilotage central éclairage intérieur	Coupure centralisée de l'éclairage du site permettant de réduire les consommations en place. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Pilotage terminal	Les circulations et les sanitaires sont équipés de détecteurs de présence. Ceci permet d'éviter les dérives de consommations. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

3.6 Climatisation

Production de froid			
Groupe froid extension		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance froid :	14.05 kW	
	Technologie :	3,5 > EER >= 3	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Sol	
	Marque :	HITACHI	
	Nombre :	3	
Localisation :		Extérieur	
Groupe extérieur		P	V
-	Type :	Multisplit	
	Technologie :	3,5 > EER >= 3	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Sol	
	Localisation :	Bâtiment principal	
Groupe froid Plateforme service		P	V
-	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance froid :	22 kW	
	Technologie :	3,5 > EER >= 3	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Toiture terrasse	
Localisation :		Extérieur	

Commentaire par équipement	
Groupes froid	Les groupes froids extérieurs ont été installés en 2018, ils sont en bon état et la maintenance est réalisée régulièrement permettant de conserver de bonnes performances. Nous ne préconisons pas d'intervention concernant ce système.

Régulation centrale froid																									
Régulation centrale bâtiment principal								P	V																
	Technologie :		Thermostat d'ambiance programmable					3	2																
	Programmation :		Journalière																						
	Performance régulation :		Optimisable																						
	Locaux desservis :		Bâtiment principal																						
	Localisation :		Bâtiment principal																						
Ensemble de l'émission de refroidissement																									
Horaires :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Lundi																									
Mardi																									
Mercredi																									
Jeudi																									
Vendredi																									
Samedi																									
Dimanche																									
Consignes :			Confort : 19,0 °C - 28,0 °C																		Aucune				

Commentaire	
Régulation centrale	Le refroidissement est régulé pour l'ensemble du site avec un thermostat d'ambiance par bureau. La température de consigne est bloquée entre 19°C et 28°C. Ce système de pilotage est performant mais il peut être optimisé grâce à une GTB. Cette intervention est présentée dans les fiches actions dans la suite du rapport.

Emission de froid			
Ventilo-convecteurs froid plateforme		P	V
	Locaux desservis :	Plateforme service	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	21
	Position :	En allège	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
Localisation :		Plateforme service	
Unité de climatisation		P	V
	Type :	Multisplit	
	Technologie :	3,5 > EER >= 3	21
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Murale	
	Localisation :	Bâtiment principal	
Ventilo-convecteurs froid extension		P	V
	Locaux desservis :	Extension	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	21
	Position :	Encastré	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
Localisation :		Extension	

Commentaire par équipement	
Ventilo-convecteurs	Ces équipements sont récents et permettent à la fois le chauffage et le refroidissement des locaux. Aucune préconisation n'est envisagée sur ces équipements.
Unités de climatisation	L'ensemble des bureaux du bâtiment principal est équipé d'unités de climatisation. Ces émetteurs sont en bon état et fonctionnels. Nous ne préconisons pas le remplacement de ces systèmes.

Régulation terminale froid			
Régulation terminale plateforme		P	V
	Technologie :	Thermostats manuels	1
	Localisation :	Plateforme service et extension	
Régulation terminale		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance	2
	Localisation :	Bâtiment principal	

Commentaire par équipement	
Régulation terminale	La régulation est adaptée à l'usage. Certains thermostats sont situés sur les murs extérieurs ou au soleil, il est recommandé de les déplacer sur une cloison intérieure et non exposés au soleil.

3.7 Autres usages

Autres usages			
Equipements de bureautique - ordinateurs avec double écrans		P	V
	Type : PC fixe	3	1
	Extinction hors utilisation : Généralisée		
Localisation : Ensemble des bureaux			
Equipements de bureautique – baies de brassage		P	V
	Type : Baie de brassage	1	1
	Extinction hors utilisation : Fonctionnement permanent		
Localisation : Locaux techniques			

Commentaire par équipement	
Baie de brassage	Les baies de brassage fonctionnent de manière permanente sur le site. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.
Equipement de Bureautique	L'ensemble des bureaux sont équipés d'ordinateurs composés d'une unité centrale et d'un double écran. Il existe une coupure centralisée du site permettant de réduire les consommations en place. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

Autres usages			
Ascenseurs et élévateurs		P	V
	Technologie : Ascenseur hydraulique	1	1
	Type de locaux : Bureaux		
	Gestion éclairage : Eclairage permanent		
	Localisation : Bâtiment principal		

4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE

4.1 Usages énergétiques du site

	Fioul	Bois (granulés)	Electricité
Chauffage	X (Appoint)	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
Site expansion	Fournisseur	-	-	NC	NC

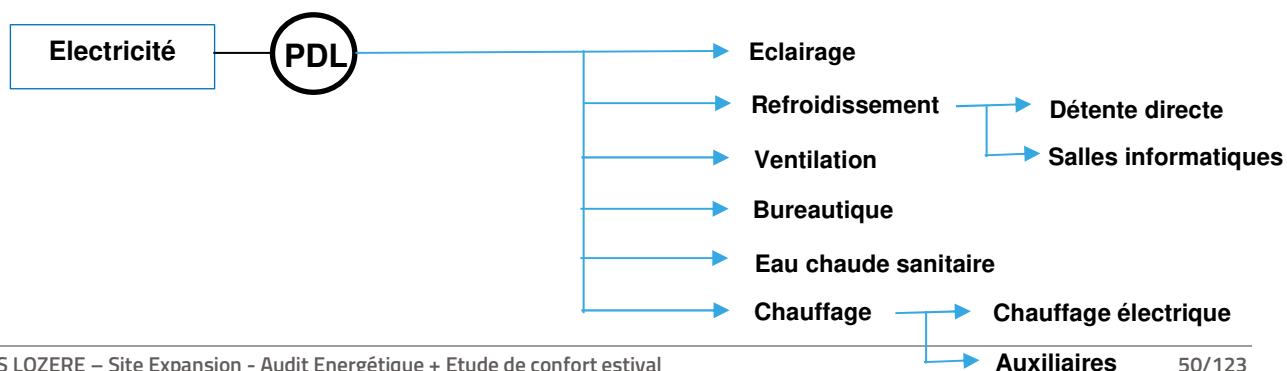
Le schéma ci-dessous présente le système de comptage actuel :



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 Expansion . La mise en place de sous-compteurs électriques permettrait d'identifier précisément les consommations et de limiter le risque de dérives énergétiques.

4.2.2 Schéma du plan de comptage proposé :



4.2.3 Description de l'approvisionnement en biomasse

Le site dispose d'un silo pour le bois granulé.

Le silo est adapté à la consommation du site, le volume de stockage est suffisant.

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PCE	Fournisseur
Site expansion	Fournisseur	-	-	NC

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

4.2.4 Description de l'approvisionnement en fioul

Le site dispose d'une cuve enterrée pour le fioul.

Il s'agit d'un appoint du chauffage principal, la volume actuel est adapté.

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PCE	Fournisseur
Site expansion	Fournisseur	-	-	NC

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

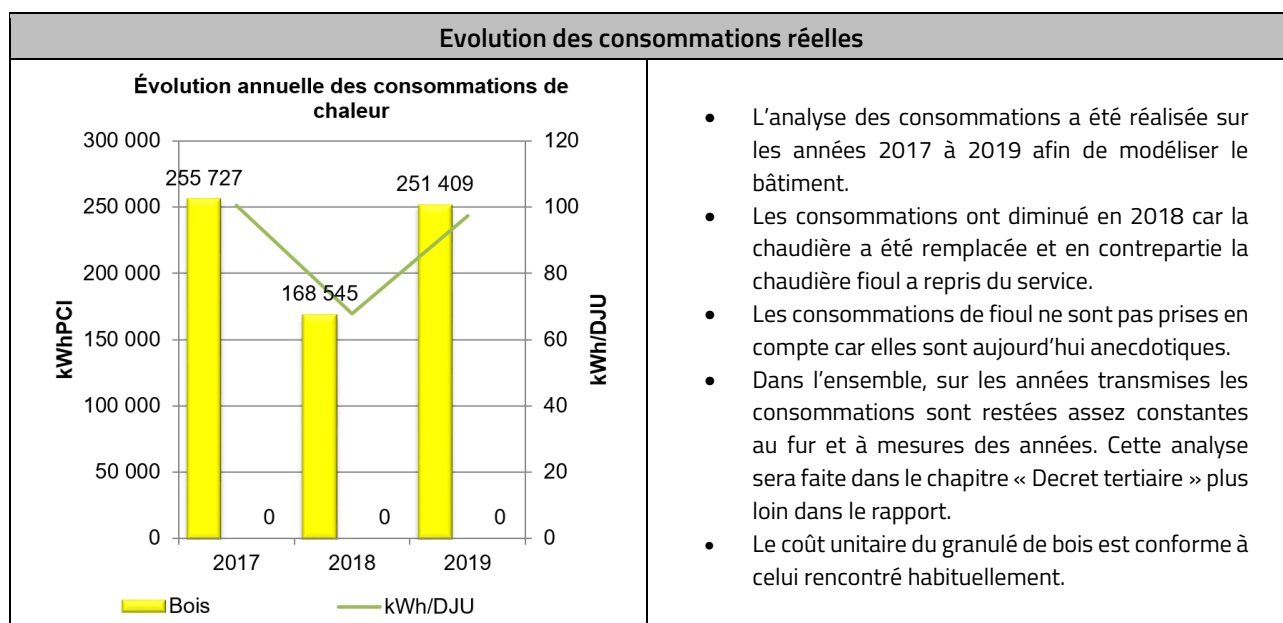
4.3 Historique des consommations

4.3.1 Biomasse

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

Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{shon}
Gaz naturel	Consommations (kWh _{EP})	255 727	168 545	251 409	229 489	80,2
	Emissions de CO ₂ (T _{eq} -CO ₂)	3 324	2 191	3 268	2 983	
	Dépenses (€ ^{TTC})	15 254	10 201	16 216	14 148	
	Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh)	6,0	6,1	6,5	6,2	
	DJU	2 583	2 586	2 545		
	DJU Décennaux : 2 592					

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

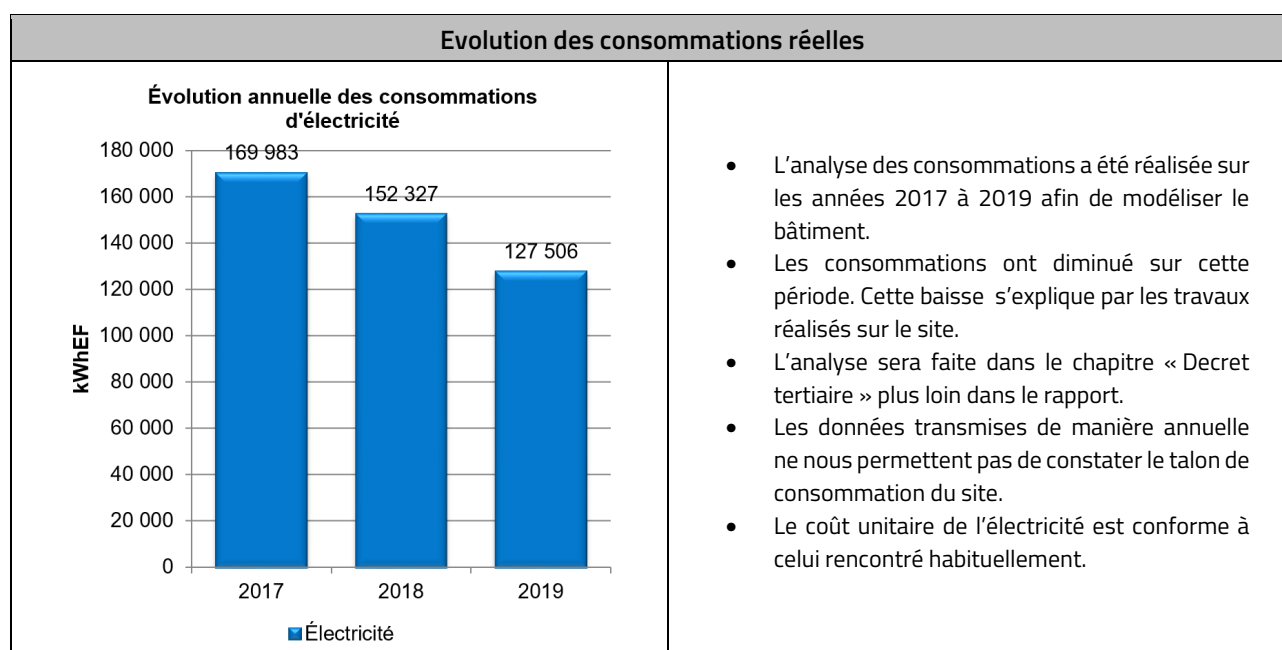


4.3.2 Electricité

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

Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{shon}
Électricité	Consommations (kWh)	169 983	152 327	127 506	149 939	135,2
	Emissions de CO2 (T _{éq-CO2})	14 279	12 795	10 711	12 595	
	Dépenses (€ ^{TTC})	24 539	22 557	19 753	22 283	
	Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh)	14,4	14,8	15,5	14,9	

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



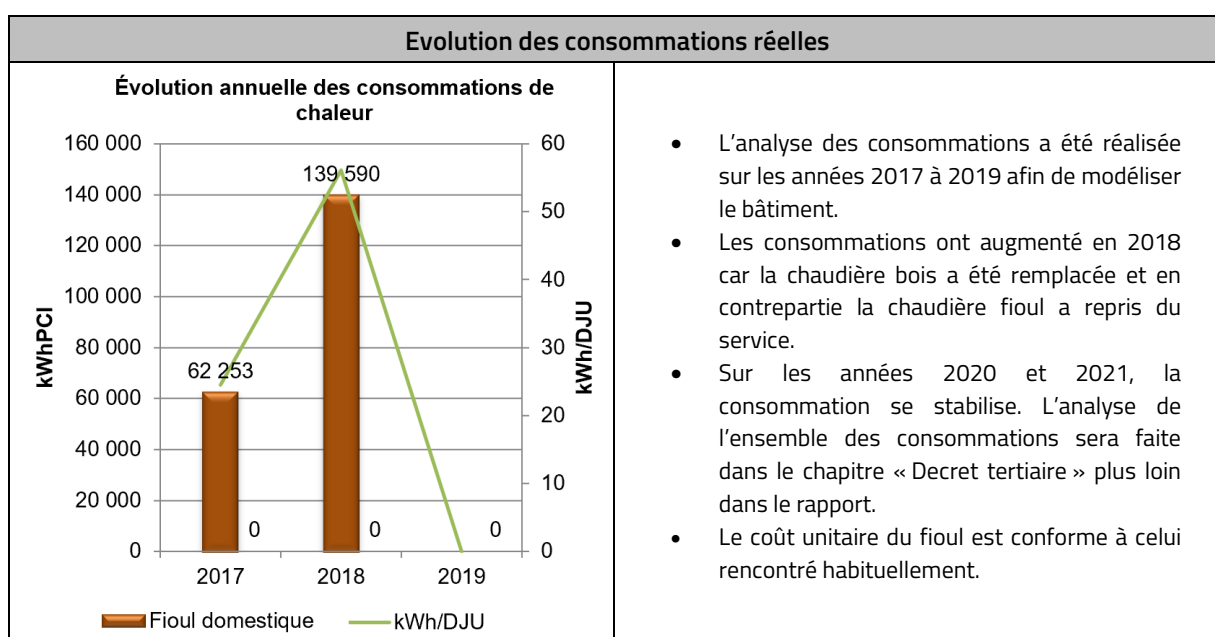
4.3.3 Fioul

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

Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne	Ratio $\text{kWh}_{EP}/\text{m}^2_{\text{shon}}$
Gaz naturel	Consommations (kWh _{EF})	62 253	139 590	0	67 281	23,5
	Emissions de CO ₂ (T _{eq-CO2})	18 676	41 877	0	20 184	
	Dépenses (€ ^{TTC})	4 628	12 762	0	5 797	
	Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh)	7,4	9,1	-	8,3	
	DJU	62 253	139 590	0		
	DJU Décennaux : 2 592					

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

Les consommations en fioul ont été « lissées » sur les 3 années étudiées au vu de l'approvisionnement au « coup par coup » de la cuve présente sur le site de l'Expansion.



4.3.4 Analyse des contrats de fourniture d'énergie

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

Energie	Fournisseur	Type de contrat
Electrique	NC	Tarif Jaune Utilisations Moyennes 36 kVA
Biomasse	NC	Livraison suivant besoin de réapprovisionnement en bois granulé.
Fioul	NC	Livraison suivant niveau de la cuve fioul.

Commentaires :

Les contrats n'ont pas été transmis. Cependant, les informations relevées sur site montrent qu'ils semblent adaptés aux consommations énergétiques du site.

4.4 Respect des exigences du Décret Tertiaire

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

La sélection de l'année de référence s'effectue sur les 10 dernières années, soit entre 2010 et 2019. Pour cela, nous analysons les consommations d'énergie sur ces 10 années, issues des relevés de consommations fournis par la Maîtrise d'Ouvrage. Ensuite, une modulation des consommations d'énergie vis-à-vis de la rigueur climatique (DJU) pour les postes chauffage et climatisation est effectuée.

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

Consommations énergétiques corrigées à la rigueur climatique (en kWhEF) (Toutes énergies confondues)									
2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
356 625	477 090	463 722	519 687	453 591	526 716	454 781	255 519	448 673	428 893

L'année 2014 étant la plus consommatrice sur ces dix dernières années, elle est sélectionnée pour année de référence. La consommation de référence associée est de 201 kWhEF/m²SP.an

Il est donc déjà possible de valoriser les travaux énergétiques réalisés entre l'année de référence et la moyenne 2017-2019 dans l'atteinte des objectifs énergétiques réglementaires, soit 17%.

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 = 121 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2030 (-40%) = 121 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 101 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 81 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 », sous-catégorie « Bureaux standards ». Les objectifs en valeur absolue pour 2040 et 2050 ne sont pas encore disponibles.

Objectifs « décret tertiaire » retenus :

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

- Objectif relatif 2030 (-40%) = 121 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 101 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 81 kWhEF/m²

4.4.3 Contraintes techniques, architecturales et patrimoniales

Plusieurs contraintes peuvent compromettre l'atteinte des objectifs énergétiques :

- Contraintes techniques
 - Contraintes architecturales
 - Contraintes patrimoniales
- Coûts manifestement disproportionnés des actions par rapport aux avantages attendus en termes de consommations d'énergie finale.

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

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

Contrainte décret tertiaire	
Contraintes techniques	
Façade incompatible avec ITE ?	Non
Façade perspirante / en pans de bois	Non
Impossibilité de placer un équipement sur façade (conduit fumée, groupe ext., ...)	Oui
Plancher non isolable (tel voute en pierre/moellon, plancher métallique...)	Non
Retour d'isolant sur fenêtre complexe ?	Non
Pas de surface extérieure pour technologie potentiel/nécessaire	Oui
Contraintes architecturales	
Problème de surplomb de la parcelle voisine	Non
Façade ouvragée/complexe ?	Non
Homogénéité des menuiseries ?	Non
Descente EP complexe à modifier	Non
Absence d'entrée d'air ?	Non
Contraintes patrimoniales⁵	
Bâtiments classés ?	Non
Bâtiment d'avant 1930 (bâtiment qualitatif) ou matériaux noble (pierre de taille/brique/ardoise/zinc)	Non
Présence de surélévation ou d'extension ?	Non
Environnement du bâtiment à valeur patrimoniale importante ?	Non
Coûts disproportionnés	
Action de rénovations relatives à l'enveloppe : TRI ⁶ > 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

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

6 TRI : Temps de retour sur investissement

5 ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

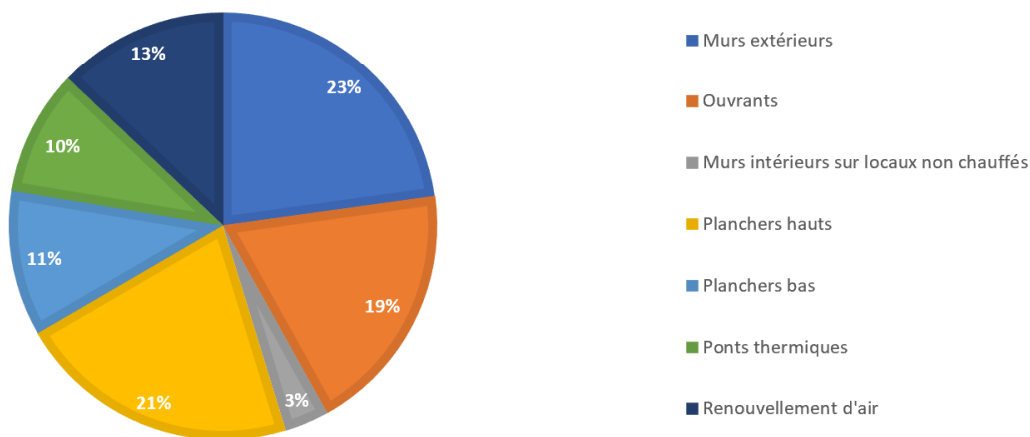
5.1 Analyse des déperditions thermiques du site

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 21°C et une température extérieure de -14°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		
34	23%	28	19%	5	3%	32	21%	16	11%	14	10%	19	13%	149

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS DU BÂTIMENT



Commentaire

Les déperditions sont majoritairement issues du bâti avec 87% des déperditions. Les murs extérieurs, les toitures et les parois vitrées représentent chacun environ 20% des déperditions, les recommandations porteront donc sur ces éléments.

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 :

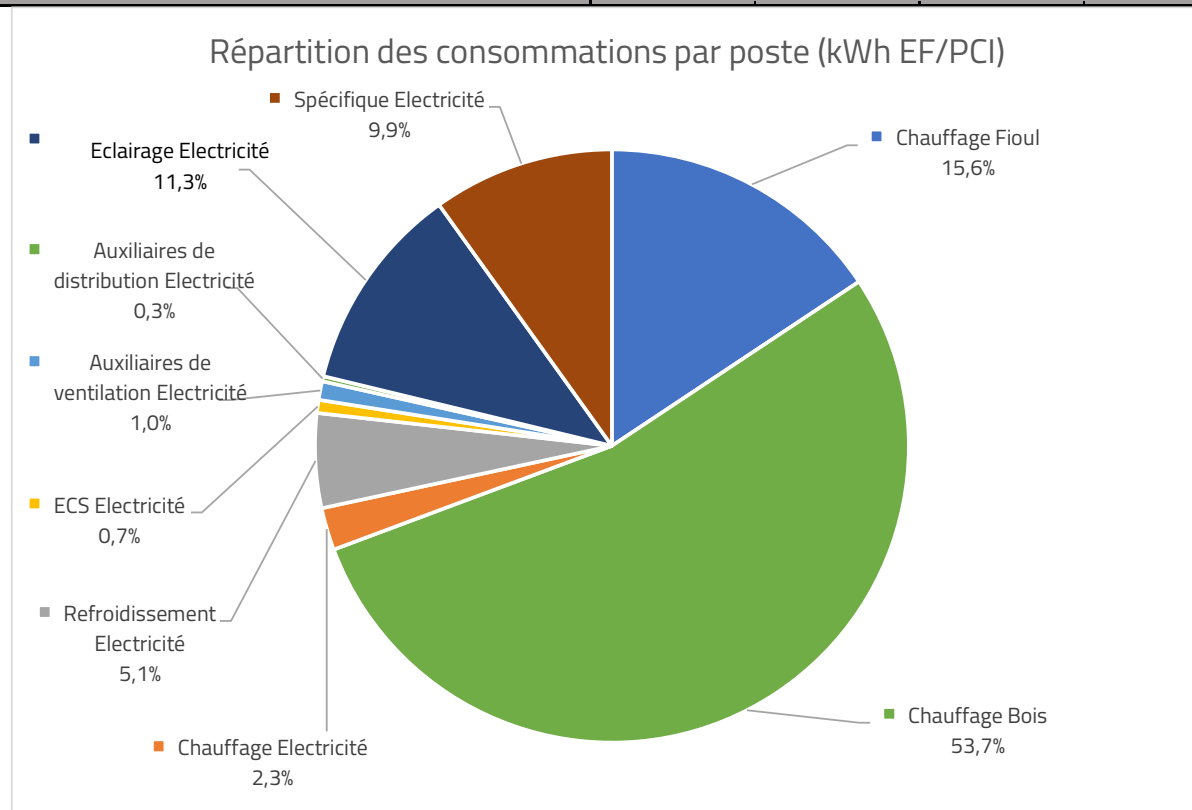
Ubat (W/m².K)	1,09	Le bâtiment est peu isolé
Svitrage / Sfaçade	22%	Les façades sont vitrées de manière correcte.
Inertie	Moyenne	Inertie moyenne à cause des toitures qui ne sont pas en matériaux lourds.
Etanchéité à l'air	Moyenne	Les ouvrants présentent quelques défauts d'étanchéité.

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	Fioul	72 872	72 872	21 862	6 039
Chauffage	Bois	249 906	149 943	3 249	15 935
Chauffage	Electricité	10 762	27 767	1 937	1 599
Refroidissement	Electricité	23 976	61 858	959	3 563
ECS	Electricité	3 338	8 612	134	496
Auxiliaires de ventilation	Electricité	4 698	12 121	395	698
Auxiliaires de distribution	Electricité	1 305	3 367	110	194
Eclairage	Electricité	52 722	136 023	4 429	7 835
Spécifique	Electricité	46 090	118 912	3 872	6 850

TOTAL	465 669	591 475	36 945	43 210
-------	---------	---------	--------	--------



CCSS LOZERE Site Expansion	207	kWh _{EP} /m ² .an	111 à 210 C	6 à 15 B
	13	kg _{eqCO2} /m ² .an		

Commentaires	
>	La majorité des consommations est liée au chauffage, à l'éclairage et au refroidissement du site.
>	La conversion en énergie primaire joue en défaveur des postes consommateurs d'électricité par rapport au poste consommateur de bois ⁷ .

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 – Fioul (Kwhef pci°)	69 949	72 872	4%
Consommations - Bois (kWHEF PCI)	217 831	224 915	3%
Consommations - Electricité (kWHEF PCI)	149 939	142 891	-5%
Consommations totales (kWh _{EF})	437 720	440 678	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).

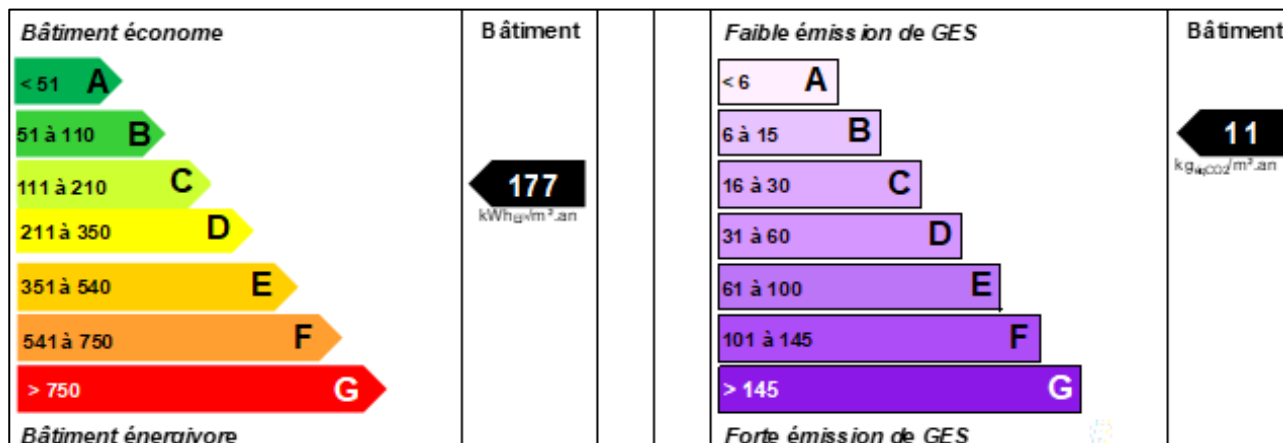
⁷ La conversion en énergie primaire de l'électricité entraîne l'apparition d'un coefficient de 2,58 dû à la prise en compte des pertes et des rendements lors de la production et la distribution de l'électricité.

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

Le calcul réglementaire permet de déduire les étiquettes C_{EP} ⁸ 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.

⁸ Ces étiquettes présentent la consommation C_{EP} . **Ce ne sont pas des étiquettes DPE officielles.**

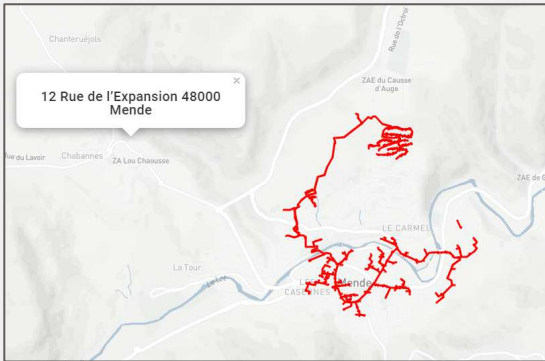
6 ENERGIES RENOUVELABLES

6.1 Installations d'énergies renouvelables existantes

Actuellement, le bâtiment dispose d'un groupe d'eau glacée thermodynamique.
Aucune autre énergie renouvelable n'est installée sur le site.

6.2 Potentiels d'ENR

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

Biomasse	
Capacité de livraison	-
Compatibilité avec le système de chauffage existant	-
Foncier disponible pour un silo	-
Surface disponible	-
Adéquation au besoin	-
Potentiel	-
Commentaires	Le site dispose déjà d'une chaudière biomasse performante.
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	Oui
Adéquation avec les équipements	Oui
Potentiel	Fort
Commentaires	La commune dispose d'un réseau de chaleur urbain mais il n'est pas développé jusqu'au site.
	
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible	50 m ²
Nature du sol	Sans objet
Présence d'une nappe	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Aucune nappe phréatique à proximité du site. Cette solution n'est donc pas étudiée.

Aérothermie (PAC)	
Surface disponible	50 m ²
Zone climatique favorable	Oui
Technologie	Air/air et air/eau
Besoin rafraichissement	Oui
Potentiel	Fort
Commentaires	Le site est déjà équipé de système de type pompe à chaleur.
Solaire thermique	
Orientation toiture	Sud-Est et Nord-Ouest
Présence de masque solaire	Nul
Surface disponible	200 m ²
Type de toiture	Bac acier
Adéquation avec les besoins thermiques	Non
Potentiel	Moyen
Commentaires	Une surface non négligeable de toiture inclinée est présente sur site. Mais celle-ci n'est pas bien orientée (Sud-Est et Nord-Ouest). De plus, les besoins en eau chaude sanitaire sont faibles et par conséquent cette solution ne présente pas d'intérêt.
Solaire photovoltaïque	
Orientation toiture	Sud-Est et Nord-Ouest
Présence de masque solaire	Nul
Surface disponible	200 m ²
Type de toiture	Bac acier
Potentiel	Moyen
Commentaires	La mise en place de panneaux photovoltaïques présente un intérêt moyen car l'orientation et l'inclinaison des toitures ne sont pas optimales.
Eolien	
Potentiel	Nul
Commentaires	Aucune surface n'est disponible pour accueillir une éolienne. De plus, l'environnement urbain réduit considérablement la vitesse des vents.
Récupération de chaleur sur Eaux grises	
Source exploitable	Non
Besoin ECS instantanée concomitant	Non
Stockage ECS	Non
Mise en place facile	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le besoin en eau chaude sanitaire est faible durant la journée. Un système permettant la récupération de chaleur sur les eaux grises n'est pas intéressant.

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 (kWh Cumac)	Cout global scénario (€ HT)	TRA (annuel)
				KWh EF / PCI	Gain (%)					
SCENARIO 1	Mise en place de brise soleil	Action urgente	1 530 €	13 783	3,0%	21,6%	98 500 €	-	364 350€	20
	Déplacements des thermostats d'ambiance		-	-	-		5 000 €	-		
	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique et l'éclairage (déjà réalisé en 2020)	Action de pilotage	2 208 €	14 021	3,0%		52 200 €	-		
	Mise en place d'un plan de comptage		-	-	-		2 400 €	-		
	Remplacement de l'éclairage par des LED avec détection de présence en sanitaires et circulations (réalisé en 2020)	Travaux sur les systèmes	5 575 €	36 712	7,9%		130 500 €	1 462 €		
	Remplacement de la chaudière bois (réalisé en 2018)		4 949 €	68 968	14,8%		75 750 €	8 448 €		

	ACTIONS (TRAVAUX / INTERVENTIONS)	Type intervention	Economies annuelles (€ TTC)	Economies (kWh EF PCI)		Economie globale scénario (%)	Coût des travaux (€ HT)	Valorisation CEE (kWh Cumac)	Cout global scénario (€ HT)	TRA (annuel)
				KWh EF / PCI	Gain (%)					
SCENARIO 2	Mise en place de brise soleil	Action urgente	1 530 €	13 783	3,0%	48,4%	98 500 €	-	852 760 €	25
	Déplacements des thermostats d'ambiance		-	-	-		5 000 €	-		
	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique et l'éclairage (déjà réalisé en 2020)	Action de pilotage	2 208 €	14 021	3,0%		52 200 €	-		
	Mise en place d'un plan de comptage		-	-	0,0%		2 400 €	-		
	Isolation des murs donnant sur l'extérieur (ITE avec bardage et ITI murs RDC)	Travaux sur le bâti	5 188 €	67 360	14,5%		240 300 €	16 155 €		
	Remplacement de l'ensemble des fenêtres (sauf extension)		4 608 €	59 340	12,7%		166 570 €	2 462 €		
	Isolation du plancher bas donnant sur les locaux non chauffés (stockage)		1 750 €	21 727	4,7%		31 590 €	7 076 €		
	Isolation par l'intérieur des murs donnant sur locaux non chauffés (stockage)		1 544 €	16 583	3,6%		16 500 €	3 089 €		
	Isolation par l'intérieur du plafond donnant sur le patio		1 240 €	13 741	3,0%		18 450 €	1 240 €		
	Remplacement de l'éclairage par des LED avec détection de présence en sanitaires et circulations (réalisé en 2020)	Travaux sur les systèmes	5 575 €	36 712	7,9%		130 500 €	1 462 €		
	Remplacement des extracteurs des sanitaires (moteurs basse consommation)		217 €	1 575	0,3%		15 000 €	4 677 €		
	Remplacement de la chaudière bois (réalisé en 2018)		4 949 €	68 968	14,8%		75 750 €	8 448 €		

	ACTIONS (TRAVAUX / INTERVENTIONS)	Type intervention	Economies annuelles (€ TTC)	Economies (kWh EF PCI)		Economie globale scénario (%)	Coût des travaux (€ HT)	Valorisation CEE (kWh Cumac)	Cout global scénario (€ HT)	TRA (annuel)
				KWh EF / PCI	Gain (%)					
SCENARIO 3	Mise en place de brise soleil	Action urgente	1 530 €	13 783	3,0%	69,3%	98 500 €	-	1 228 705 €	27
	Déplacements des thermostats d'ambiance		-	-	-		5 000 €	-		
	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique et l'éclairage (déjà réalisé en 2020)	Action de pilotage	2 208 €	14 021	3,0%		52 200 €	-		
	Mise en place d'une GTC		2 717 €	31 393	6,7%		50 000 €	6 013 €		
	Mise en place d'un plan de comptage		-	-	-		2 400 €	-		
	Isolation des murs donnant sur l'extérieur (ITE avec bardage et ITI murs RDC)	Travaux sur le bâti	5 188 €	67 360	14,5%		240 300 €	16 155 €		
	Isolation des toitures (bac acier)		5 822 €	75 782	16,3%		71 500 €	7 207 €		
	Isolation du plancher bas donnant sur les locaux non chauffés (stockage)		1 750 €	21 727	4,7%		31 590 €	7 076 €		
	Remplacement de l'ensemble des fenêtres (sauf extension)		4 608 €	59 340	12,7%		166 570 €	2 462 €		
	Isolation par l'intérieur des murs donnant sur locaux non chauffés (stockage)		1 544 €	16 583	3,6%		16 500 €	3 089 €		
	Isolation par l'intérieur du plafond donnant sur le patio		1 240 €	13 741	3,0%		18 450 €	1 240 €		
	Remplacement de l'éclairage par des LED avec détection de présence en sanitaires et circulations (réalisé en 2020)	Travaux sur les systèmes	5 575 €	36 712	7,9%		130 500 €	1 462 €		
	Remplacement des extracteurs des sanitaires (moteurs basse consommation)		217 €	1 575	0,3%		15 000 €	4 677 €		
	Mise en place de 2 CTA double flux avec récupération de chaleur avec sur-ventilation nocturne et sondes CO2 dans les bureaux		1 711 €	30 247	6,5%		190 000 €	8 519 €		
	Remplacement de la chaudière bois (réalisé en 2018)		4 949 €	68 968	14,8%		75 750 €	8 448 €		

	Remplacement des radiateurs à eau chaude et généralisation des robinets thermostatiques		1 684 €	23 517	5,1%		51 645 €	2 290 €		
	Remplacement des pompes à débit constant		93 €	982	0,2%		12 800 €	219 €		

8 SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

8.1 Travaux de densification projetés

Il n'a pas été porté à notre connaissance d'une projection de densification.
Nous considérons donc que la densité surfacique actuelle est la même.

Dénomination	Densité surfacique
Rappel densité surfacique (m ² surface de plancher/occupant)	17m ² /occupant

8.2 Scénario 1 : Action à faible investissement

8.2.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Mise en place de brise-soleils orientables	98 500	€HT
	2	Déplacement des thermostats d'ambiance	5 000	€HT
Action de pilotage	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique et l'éclairage (déjà réalisé en 2020)	52 200	€HT
	5	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	2 400	€HT
Travaux sur les systèmes	12	Remplacement de l'éclairage par des LED sur l'ensemble du site et mise en place de détection de présence en sanitaires et circulations (réalisé en 2020)	130 500	€HT
	15	Remplacement de la chaudière bois (réalisé en 2018)	75 750	€HT
Coût des travaux			364 350	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	465 669 kWh	▶ 365 183 kWh	22%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Ecart	
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	207	C	▶	142	C	32%
Evolution de la classe climat (kgCO ₂ /m ² _{SHON})	13	B	▶	9	B	27%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire - TH-C-E ex					Ecart par rapport au CEP _{ref}
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}		
CCSS LOZERE Site Expansion	177	91	138		
	111 à 210 C	51 à 110 B	111 à 210 C		52%

8.2.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale				
Economie annuelle d'énergie primaire	32%	soit	186 522	kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	22%	soit	100 486	kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	27%	soit	10	Tonnes
Performance économique				
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-11 851	€TTC		
Impact sur la maintenance (P2)	0	€TTC		
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0	€TTC		
CEE Mobilisables	1 238 700	kWh _{CUMAC}		
Valorisation CEE	9 910	€		
Temps de retour sur investissement actualisé	20	années		
Efficience				
Coût du kWh économisé	2,0	€HT investi/kWhEP		
Coût de la tonne de CO ₂ évité	36 099	€HT investi/tCO ₂		
Dépenses annuelles				
Dépenses énergétiques	30 119	€TTC		
Dépenses de maintenance	4 765	€TTC		
Dépenses de renouvellement	3893	€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 par élément.

8.2.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	5 595 646 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	3 014 575 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	303 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	1 786 888 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	201 938 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	164 983 €TTC
Coût global (avec investissements)	2 518 159 €TTC

8.3 Scénario 2 : -40% sur énergie finale

8.3.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Mise en place de brise-soleil orientable	98 500	€HT
	2	Déplacement des thermostats d'ambiance	5 000	€HT
Action de pilotage	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique et l'éclairage (déjà réalisé en 2020)	52 200	€HT
	5	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	2 400	€HT
Travaux sur le bâti	6	Isolation des murs donnant sur l'extérieur (ITE avec bardage et ITI murs RDC)	240 300	€HT
	7	Remplacement de l'ensemble des fenêtres (sauf extension)	166 570	€HT
	8	Isolation du plancher bas donnant sur les locaux non chauffés (stockage)	31 590	€HT
	10	Isolation par l'intérieur des murs donnant sur des locaux non chauffés (stockage)	16 500	€HT
Travaux sur les systèmes	11	Isolation par l'intérieur du plafond donnant sur le patio	18 450	€HT
	12	Remplacement de l'éclairage par des LED sur l'ensemble du site et mise en place de détection de présence en sanitaires et circulations (réalisé en 2020)	130 500	€HT
	13	Remplacement des extracteurs des sanitaires (moteurs basse consommation)	15 000	€HT
	15	Remplacement de la chaudière bois (réalisé en 2018)	75 750	€HT
Coût des travaux			852 760	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	465 669 kWh	► 240 471 kWh	48%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Ecart	
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	207	C	►	108	B	48%
Evolution de la classe climat (kg _{CO2} /m ² _{SHON})	13	B	►	7	B	50%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire – TH-C-E ex					Ecart par rapport au CEP _{ref}
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}		
CCSS LOZERE Site Expansion	177	91	98		
	111 à 210 C	51 à 110 B	51 à 110 B		8%

8.3.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale				
Economie annuelle d'énergie primaire	48%	soit	282 290	kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	48%	soit	225 198	kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	50%	soit	18	Tonnes
Performance économique				
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-20 740	€TTC		
Impact sur la maintenance (P2)	0	€TTC		
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0	€TTC		
CEE Mobilisables	5 576 160	kWh _{CUMAC}		
CEE Mobilisables	44 609	€		
Temps de retour sur investissement actualisé	25	années		
Efficience				
Coût du kWh économisé	3,0	€HT investi/kWhEP		
Coût de la tonne de CO ₂ évité	46 560	€HT investi/tCO ₂		
Dépenses annuelles				
Dépenses énergétiques	21 230	€TTC		
Dépenses de maintenance	4 765	€TTC		
Dépenses de renouvellement	3893	€TTC		

8.3.3 Application de la réglementation thermique

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

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

8.3.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	8 468 714 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	6 755 942 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	549 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	1 259 556 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	201 938 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	164 983 €TTC
Coût global (avec investissements)	2 479 237 €TTC

8.4 Scénario 3 : -50% sur énergie finale

8.4.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Mise en place de brise soleil	98 500	€HT
	2	Déplacement des thermostats d'ambiance	5 000	€HT
Action de pilotage	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique et l'éclairage (déjà réalisé en 2020)	52 200	€HT
	4	Mise en place d'une GTC	50 000	€HT
	5	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	1 500	€HT
Travaux sur le bâti	6	Isolation des murs donnant sur l'extérieur (ITE avec bardage et ITI murs RDC)	240 300	€HT
	7	Remplacement de l'ensemble des fenêtres (sauf extension)	166 570	€HT
	8	Isolation du plancher bas donnant sur les locaux non chauffés (stockage)	31 590	€HT
	9	Isolation des toitures sur bac acier	71 500	€HT
	10	Isolation par l'intérieur des murs donnant sur des locaux non chauffés (stockage)	16 500	€HT
	11	Isolation par l'intérieur du plafond donnant sur le patio	18 450	€HT
Travaux sur les systèmes	12	Remplacement de l'éclairage par des LED sur l'ensemble du site et mise en place de détection de présence en sanitaires et circulations (réalisé en 2020)	130 500	€HT
	13	Remplacement des extracteurs des sanitaires (moteurs basse consommation)	15 000	€HT
	14	Mise en place de 2 CTA double flux avec récupération de chaleur et sondes CO2 dans les bureaux avec sur-ventilation nocturne	190 000	€HT
	15	Remplacement de la chaudière bois (réalisé en 2018)	75 750	€HT
	16	Remplacement des radiateurs à eau chaude et généralisation des robinets thermostatiques	51 645	€HT
	17	Remplacement des pompes à débit constant par des pompes à débits variables	12 800	€HT
Coût des travaux			1 228 705	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	465 669 kWh	▶ 142 999 kWh	69%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Ecart	
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	207	C	▶	86	B	59%
Evolution de la classe climat (kg _{CO2} /m² _{SHON})	13	B	▶	4	A	72%

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}
CCSS LOZERE Site Expansion	177 111 à 210 C	107 51 à 110 B	69 51 à 110 B	- 36%

8.4.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale				
Economie annuelle d'énergie primaire	59%	soit	346 689	kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	69%	soit	322 669	kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	72%	soit	27	Tonnes
Performance économique				
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-27 255	€TTC		
Impact sur la maintenance (P2)	400	€TTC		
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	100	€TTC		
CEE Mobilisables	8 607 227	kWh _{CUMAC}		
CEE Mobilisables	68 858	€		
Temps de retour sur investissement actualisé	27	années		
Efficience				
Coût du kWh économisé	3,5	€HT investi/kWhEP		
Coût de la tonne de CO ₂ évité	46 175	€HT investi/tCO ₂		
Dépenses annuelles				
Dépenses énergétiques	14 715	€TTC		
Dépenses de maintenance	5 165	€TTC		
Dépenses de renouvellement	3993	€TTC		

8.4.3 Application de la réglementation thermique

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

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

8.4.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	10 400 681 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	9 680 078 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	798 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	872 989 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	218 890 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	169 221 €TTC
Coût global (avec investissements)	2 489 805 €TTC

8.5 Comparaison des scénarios par rapport aux objectifs du décret tertiaire

	Année de référence (2014)	Etat initial	2030		2040		2050	
Consommation d'énergie, (kWh/m²SP, Energie Finale)	201	178	Valeur relative :	121	Valeur relative :	101	Valeur relative :	81
			Valeur absolue :	121	Valeur absolue :		Valeur absolue :	
Evolution par rapport à l'année de référence		-11%	-40%		-50%		-60%	
Evolution par rapport à l'état initial			-32%		-43%		-54%	
Comparaison des scénarios aux exigences du décret tertiaire								
Etat initial : 178 kWh/m²SP			✗		✗		✗	
Scénario 1 : 140 kWh/m²SP			✗		✗		✗	
Scenarion 2 : 92 kWh/m²SP			✓		✓		✗	
Scenarion 3 : 55 kWh/m²SP			✓		✓		✓	

Le gain énergétique déjà réalisé entre l'année de référence et l'état initial est de 11 % ; les gains restants à réaliser pour atteindre les objectifs décret tertiaire 2030 / 2040 / 2050 sont respectivement de 32%, 43% et 54%.

9 DESCRIPTIF DES INTERVENTIONS SIMULEES

Isolation des murs donnant sur l'extérieur (ITI murs RDC)

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarque

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

Chiffrage

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

Un éventuel surcout lié à la présence d'amiante

Isolation des murs donnant sur l'extérieur (ITE avec bardage)

Problématiques traitées et points de vigilance

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage.
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.
- > Amélioration du confort thermique par suppression de l'effet de parois froides.
- > Les travaux d'isolation permettent de réaliser l'entretien de la façade et de revoir son aspect architectural.

Mise en œuvre proposée

- > Pose d'un échafaudage.
- > Préparation des surfaces (lavage et décontamination) des supports et réparation des dégradations.
- > Dépose et repose après intervention des descentes d'eau pluviale, avec ajustement des regards si nécessaire.
- > Mise en œuvre d'une isolation thermique extérieure. La solution choisie est une isolation thermique extérieure sous bardage bois. La simulation a été réalisée avec une épaisseur **de laine de roche de 200 mm pour un R de 5,00 m².K/W.**
- > Traitement des encadrements de baies par retour de l'isolation des façades courantes. L'isolation sera plus fine (quelques centimètres d'épaisseur) en fonction du cadre des menuiseries extérieures.

Remarques

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

Chiffrage

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

Isolation par l'intérieur des murs donnant sur locaux non chauffés (stockage)

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarque

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

Chiffrage

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

Un éventuel surcout lié à la présence d'amiante

Remplacement de l'ensemble des fenêtres (sauf extension)

Problématiques traitées et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > Le remplacement des menuiseries est réalisé en dépose totale, en changeant la menuiserie complète.
- > Dépose des menuiseries existantes.
- > Le remplacement des surfaces vitrées existantes est réalisé avec des menuiseries avec un **double-vitrage peu émissif avec remplissage argon**, respectant une **performance thermique de $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ et $S_w = 0.35$**

Remarques

- > Il est impératif de réaliser une parfaite étanchéité à l'air en périphérie de la fenêtre afin de ne pas altérer le confort des occupants.
- > La réalisation conjointe du remplacement des menuiseries avec la pose de l'isolation des murs permet de limiter les ponts thermiques au niveau des cadres de menuiserie et améliore l'étanchéité à l'air.
- > En l'absence de ventilation mécanique, le remplacement des menuiseries rend indispensable de rénover le système de ventilation du bâtiment car les nouvelles fenêtres seront étanches à l'air. Si la ventilation ne peut pas être modifiée, il sera nécessaire de prévoir des entrées d'air intégrées aux menuiseries afin d'assurer un renouvellement d'air naturel.
- > Une reprise des revêtements intérieurs sera nécessaire (non chiffrée).
- > Certains vitrages peuvent être renforcés (8 ou 10 mm d'épaisseur de verre au lieu des 4 mm standard) pour prévenir les risques de casse ou d'effraction.

Chiffrage

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

Mise en place de brises soleils

Problématiques traitées et points de vigilance

- > Amélioration du confort estival.
- > Modification de l'image architecturale du bâtiment.
- > Dispositifs fixes ne permettant pas d'adaptation des occupants.
- > Augmentation des consommations d'éclairage et de chauffage.

Performances :

- > Les brise soleil fixes sont installés sur les façades rencontrant des problématiques de surchauffes.
- > Les brise soleil auront les caractéristiques suivantes :
 - o Profondeur de lame : 0,2 m.
 - o Espacement entre les lames : 0,2 m.
 - o Distance au vitrage : 0,2 m.
 - o Inclinaison des lames : 5°.

Remarques

- > Pour des raisons de bio-climatisme, sur les façades orientées Est et Ouest les brise-soleils verticaux sont particulièrement pertinents. Sur les façades orientées Sud, les brise-soleil horizontaux (ou les casquettes solaires) sont plus pertinents.

Isolation du plancher bas donnant sur les locaux non chauffés (stockage)

Problématiques traitées et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > L'isolation consiste à mettre en place un panneau d'isolant **en polystyrène extrudé de 140 mm pour un R de 4,00 m².K/W** en sous face de plancher bas, maintenu par des fixations mécaniques de type cheville à expansion revêtu par une plaque de fibre de bois aggloméré (protection mécanique).
- > L'isolation consiste, lorsque la hauteur sous-plafond est faible, à réaliser une isolation par soufflage mécanique de laine minérale maintenue par un liant.
- > Dépose et dévoiement des réseaux si nécessaire (éclairage, réseaux de chauffage et d'ECS, EU/EV/EP).

Remarques

- > Des découpes sur l'isolant pourront être réalisées afin de limiter les déposes des équipements existants (EU/EV, etc.).
- > Généralement, les entreprises n'interviennent pas pour une hauteur sous-plafond inférieure à 1,2 m.

Chiffrage

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

Isolation des toitures (bac acier)

Problématiques traitées et points de vigilance

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage.
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.
- > Limitation des surchauffes estivales.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose du bac acier existant.
- > Mise en place d'un nouveau bac acier isolé par **160 mm de polyuréthane fournissant une résistance R de 7,00 m².K/W.**
- > Réalisation d'une étanchéité de type bitumineux.

Remarques

- > Avant la réalisation des travaux, une étude de structure devra être menée afin de vérifier le dimensionnement de la charpente existante pour connaître les charges (neige inclus) que la toiture peut supporter. Le cas échéant, un renforcement de la toiture sera nécessaire.
- > Une reprise des revêtements intérieurs (murs et plafonds) sera nécessaire.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La dépose du bac acier existant.
 - La mise en place d'un nouveau bac acier.
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - La reprise des revêtements intérieurs (murs, plafonds).
 - Les moyens de levage.

Mise en place de 2 CTA double flux avec récupération de chaleur avec sondes CO2 dans les bureaux et sur-ventilation nocturne.

Problématiques traitées et points de vigilance

- > La ventilation du site n'est pas optimale.
- > Les débits de renouvellement d'air à respecter sont précisés dans la réglementation sanitaire départementale.
- > Pour une ventilation simple-flux, l'air extrait est apporté par des entrées d'air positionnées sur les fenêtres
- > Le renouvellement d'air mécanique doit être permanent dans les sanitaires, en revanche, il peut être coupé dans les autres locaux à pollution non spécifique. Cela permet de limiter les déperditions thermiques et les consommations des auxiliaires.

Mise en œuvre proposée

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

Remarques

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

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La pose de l'ensemble des équipements (caisson, bouches d'extractions, pièges à son, registres d'équilibrage, clapets coupe-feu).
 - La création du réseau aéraulique.
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - Le détalonnage des portes.
 - Les travaux induits : reprise des faux-plafonds et éventuel abaissement de ceux-ci.
 - L'étude de structure.

Remplacement des extracteurs des sanitaires (moteurs basse consommation)

Problématiques traitées et points de vigilance

- > Le site est équipé d'une ventilation simple flux.
- > Les moteurs des caissons de ventilation sont énergivores.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose des moteurs existants.
- > Mise en place des moteurs basse consommation.
- > Réalisation et mesure de l'équilibrage de l'installation de renouvellement d'air.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La pose des moteurs.

Remplacement des pompes à débit constant

Problématiques traitées et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarques

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

Chiffrage :

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

(Remplacement des radiateurs à eau chaude et) généralisation des robinets thermostatiques

Problématiques traitées et points de vigilance

- > Les radiateurs ne disposent pas tous de robinets thermostatiques, 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

- > Dépose de la régulation terminale actuelle.
- > Mise en place de robinets thermostatiques institutionnels avec bague anti-vol et système anti-vandalisme, pour prévenir toute dégradation du matériel. Les robinets disposeront d'un blocage de la plage de réglage induisant un impact des occupants plus faible sur les consommations des bâtiments
- > Les robinets thermostatiques devront avoir une variation temporelle de 0,30 K.

Remarques

- > Il est indispensable de changer les pompes de circulation de chauffage simultanément à la mise en place de robinets thermostatiques afin de garder un fonctionnement du réseau de chauffage cohérent. Sans pompe à variation de vitesse les différences de pression amèneront des contraintes mécaniques au réseau de chauffage et par conséquence des fuites.
- > 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 être placées ni derrière des rideaux ou voilages, ni sous une tablette de radiateur.
- > Si les pompes sont remplacées par des pompes à vitesse variable, il ne sera pas nécessaire de mettre en place de soupape différentielle (non chiffré).

Chiffrage :

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

Mise en place d'une GTB

Problématiques traitées et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarques

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

Chiffrage :

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

Remplacement des radiateurs à eau chaude (et généralisation des robinets thermostatiques)

Problématiques traitées et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarques

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

Chiffrage :

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

Déplacement des thermostats d'ambiance

Problématiques traitées et points de vigilance

- > Certains thermostats d'ambiance sont placés sur les murs extérieurs ou sont exposés au soleil en journée. Ils ne permettent donc pas de réguler correctement le chauffage et la climatisation.
- > Amélioration de la régulation de chauffage et de refroidissement avec diminution des consommations de chauffage et de refroidissement.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose de la régulation terminale actuelle.
- > Câblage.
- > Repose de la régulation terminale actuelle à des emplacements appropriés.

Remarques

- > Pour garantir une bonne prise en compte de la température ambiante, les thermostats ne pas doivent être placés sur un mur extérieur, derrière une porte, ni derrière des rideaux ou voilages, ni exposés au soleil.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Dépose des thermostats actuels.
 - Câblage.
 - Repose des thermostats actuels.

Remplacement de l'éclairage par des LED avec détection de présence en sanitaires et circulations (réalisé en 2020)

Problématiques traitées et points de vigilance

- > L'éclairage du bâtiment est assuré par des luminaires d'ancienne technologie qui absorbent une grande puissance électrique.
- > 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 luminaires LED.
- > Pilotage de l'éclairage par détection de présence dans les circulations, sanitaires et locaux de stockage.
- > Les détecteurs de présence posséderont une couverture rectangulaire. Ils devront être positionnés au milieu des circulations et des pièces.

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.
 - Remplacement des luminaires existants par des technologies LED.
 - Mise en place de gradateurs dans les bureaux et les classes.

Mise en place d'un plan de comptage

Problématiques traitées 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 l'électricité, un sous-compteur doit être présent par usage et/ou par zone.
- > Cette intervention permet de réaliser une maîtrise complète des flux énergétiques du site.

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place des sous-compteurs électriques dans les armoires électriques afin réaliser de suivi des consommations par usages et par zones.
- > Le suivi des compteurs devra être réalisé mensuellement par un technicien ou bien par télé-relevage.

Remarques

- > Une éventuelle mise aux normes des installations électriques pourrait s'avérer nécessaire (non chiffré).

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.

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

10.1 Déroulement de la mission

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

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

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

10.2 Objectifs de la simulation thermique dynamique

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

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

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

10.3 Outil de simulation

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



10.4 Hypothèses de calcul

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

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

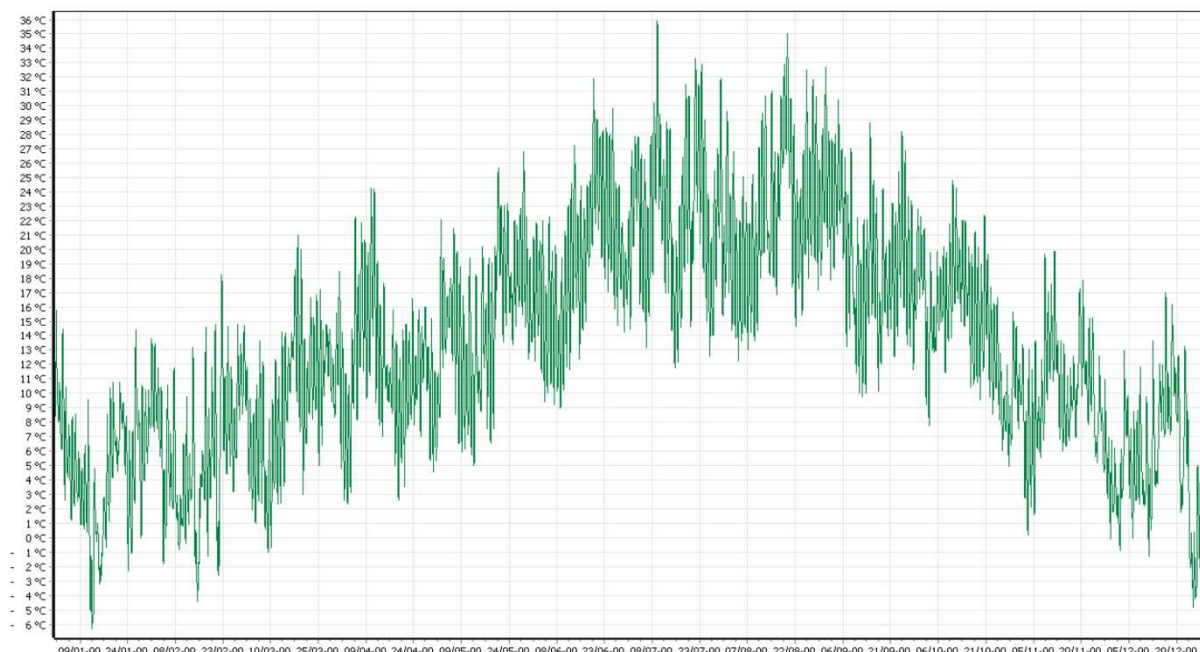
10.5 Données météorologiques

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

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

Le fichier météo est issu du Pack Météonorm et est de type « A1B 2040 » qui correspond au climat le plus probable pour 2040 selon les projections du GIEC. La station météo de rattachement pour les calculs STD est celle de Mende. 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

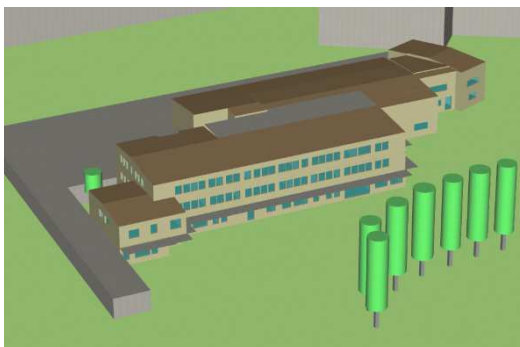
11 Modélisation du bâtiment et usage

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 Google Maps orientation Nord



Vue Pléiades Sud-Est



Vue Pléiades Sud-Ouest

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

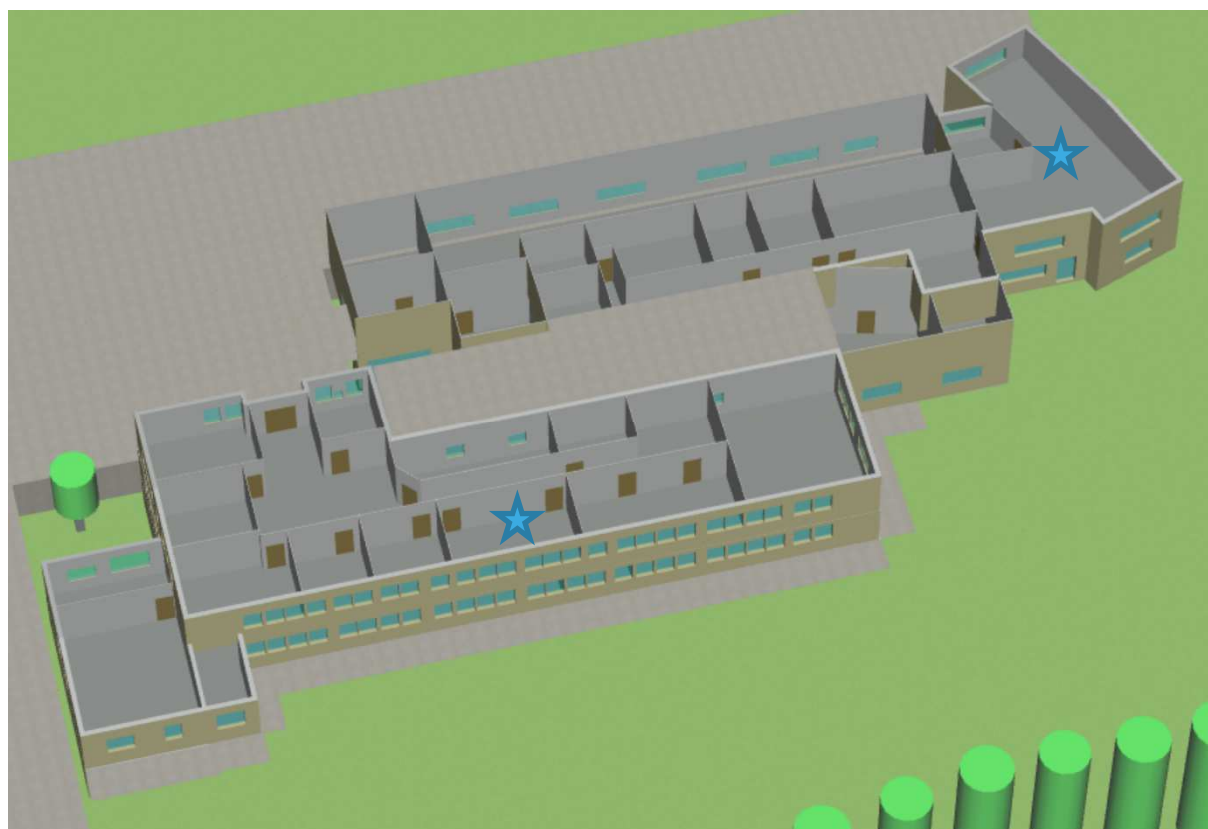
11.2 Zonage thermique

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

Pièces étudiées spécifiquement	Equivalence pour les pièces non étudiées
R+1 – Open space – Plateforme	/
R+1 – Bureau Sud – Bâtiment principal	/
R+2 – Bureau Sud-Est – Bâtiment principal	Ensemble des bureaux du bâtiment principal orientés Sud-Est
R+2 – Open space - Extension	/

Les figures ci-dessous localisent les zones étudiées :





Zones thermiques du R+1 et du R+2

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

L'ensemble du site est équipé d'un système actif de climatisation. Il s'agit d'un système multisplit alimenté par PAC air/air dans le bâtiment principal et de ventilo-convecteurs alimentés par PAC air/eau pour la plateforme et l'extension.

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

11.5 Renouvellement d'air mécanique

Le renouvellement d'air est identique pour l'ensemble du site. Le tableau suivant récapitule les différents systèmes de ventilation du bâtiment.

Zones	Système	Débit nominal	Planning
Ensemble des zones	Aucun	/	/
Sanitaires	Bouches d'extraction	$30 + 15 \cdot N \text{ m}^3/\text{h}$ (N = nbre de WC)	Permanent

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 $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ sous 4 Pa.

En l'absence de mesures précises, l'étanchéité à l'air pour l'état existant a été évaluée à $1,7 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 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 de l'ensemble du site est de 0,0666 occupant/m². Pour l'ensemble des zones étudiées l'occupation hebdomadaire est donnée ci-dessous.

Zones	Planning hebdomadaire								Planning annuel
	%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	
Ensemble des zones	0 H	0	0	0	0	0	0	0	Pas de fermeture annuelle
	1 H	0	0	0	0	0	0	0	
	2 H	0	0	0	0	0	0	0	
	3 H	0	0	0	0	0	0	0	
	4 H	0	0	0	0	0	0	0	
	5 H	0	0	0	0	0	0	0	
	6 H	0	0	0	0	0	0	0	
	7 H	0	0	0	0	0	0	0	
	8 H	0	0	0	0	0	0	0	
	9 H	57	57	57	57	57	0	0	
	10 H	100	100	100	100	100	0	0	
	11 H	100	100	100	100	100	0	0	
	12 H	100	100	100	100	100	0	0	
	13 H	57	57	57	57	57	0	0	
	14 H	57	57	57	57	57	0	0	
	15 H	100	100	100	100	100	0	0	
	16 H	100	100	100	100	100	0	0	
	17 H	100	100	100	100	100	0	0	
	18 H	57	57	57	57	57	0	0	
	19 H	0	0	0	0	0	0	0	
	20 H	0	0	0	0	0	0	0	
	21 H	0	0	0	0	0	0	0	
	22 H	0	0	0	0	0	0	0	
	23 H	0	0	0	0	0	0	0	
	24 H	0	0	0	0	0	0	0	

11.8 Eclairage artificiel

Les systèmes d'éclairage présents sur site sont tous de type LED depuis 2021.

Zones	Eclairage	Planning
Ensemble des zones de bureau	Eclairage LED Environ 2 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon

11.9 Equipements « spécifiques »

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

Zones	Equipements spécifiques	Planning
Ensemble des zones de bureau	Poste de travail : Ordinateur fixe + 2 ^{ème} écran	10 W/m ² en occupation 5 W/m ² en occupation intermédiaire 1 W/m ² en inoccupation

11.10 Parois vitrées et occultations

Type	Localisation	Performance
Châssis PVC battant double vitrage 4/12/4	Bureaux bâtiment principal	$U_w = 2,6$
		$S_w = 0,50$
		$TL_w = 0,5$
		Ratio d'ouverture = 80 %
Châssis alu coulissant double vitrage 4/6/4	Bureaux plateforme et extension	$U_w = 3,5$
		$S_w = 0,53$
		$TL_w = 0,5$
		Ratio d'ouverture = 60 %

Les bureaux du site sont équipés de stores intérieurs pour le bâtiment principal et de volets roulants extérieur pour la plateforme.



Photos des dispositifs d'occultation présents sur site

La performance intrinsèque de réduction du facteur solaire des stores est estimée à 30 % et le taux d'utilisation est estimé à 66 %. L'usage est considéré non dépendant de l'orientation et du moment de la journée. La réduction du facteur solaire est donc estimée à 22 %.

La performance intrinsèque de réduction du facteur solaire des volets est estimée à 95 % et le taux d'utilisation est estimé à 66 %. L'usage est considéré non dépendant de l'orientation et du moment de la journée. La réduction du facteur solaire est donc estimée à 63 %.

11.11 Aération

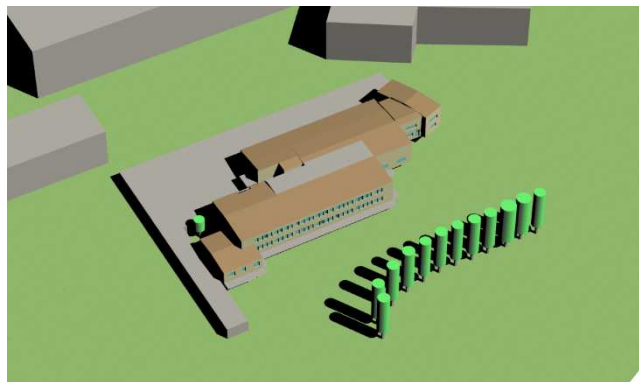
Les menuiseries des bureaux du bâtiment principal sont équipées d'ouvrants à la française et celles de la plateforme et de l'extension sont coulissantes.

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.

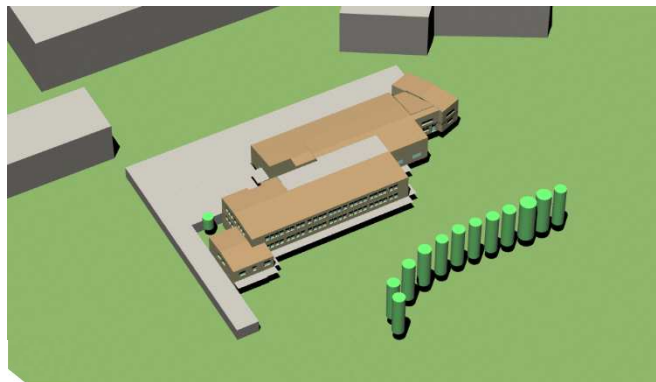
12 Simulations et Résultats

12.1 Analyse des ombres portées

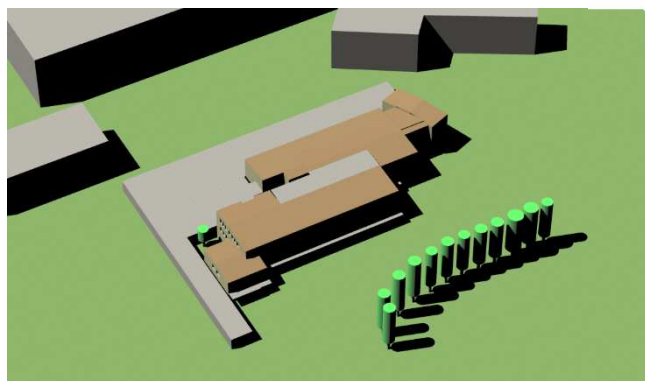
Les représentations 3D permettent d'apprécier l'évolution des ombres portées le 21 juin.



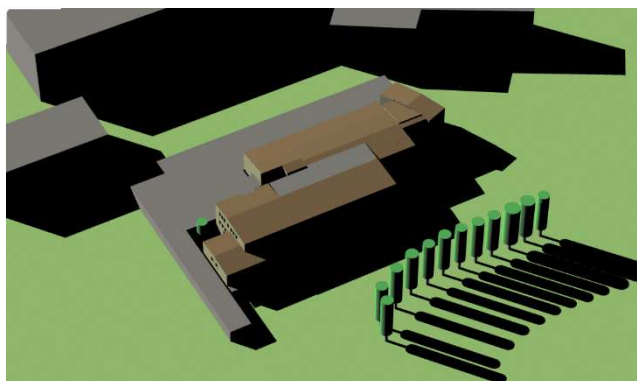
Représentation à 9h



Représentation à 12h



Représentation à 15h



Représentation à 18h

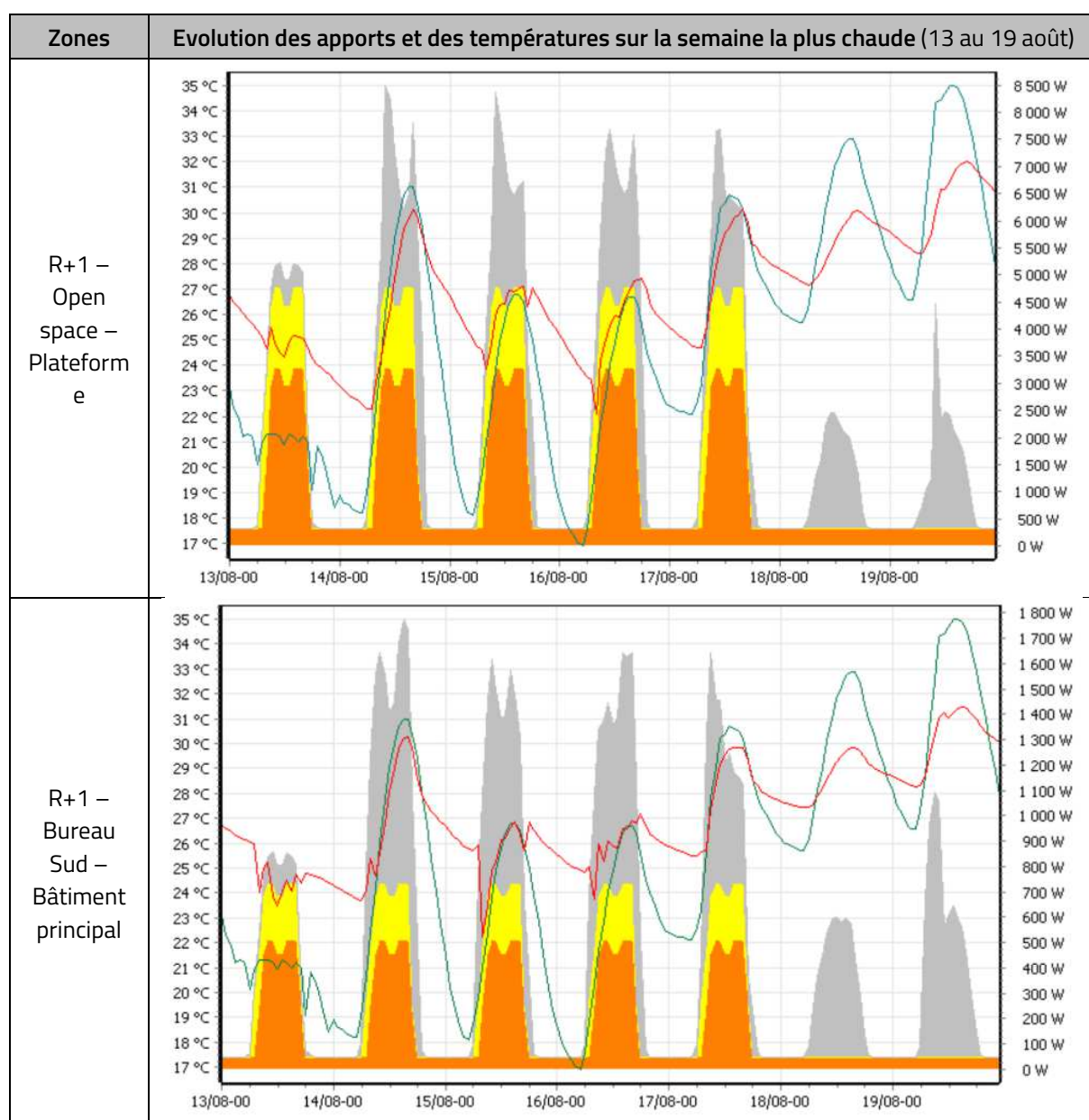
Analyse des ombres portées

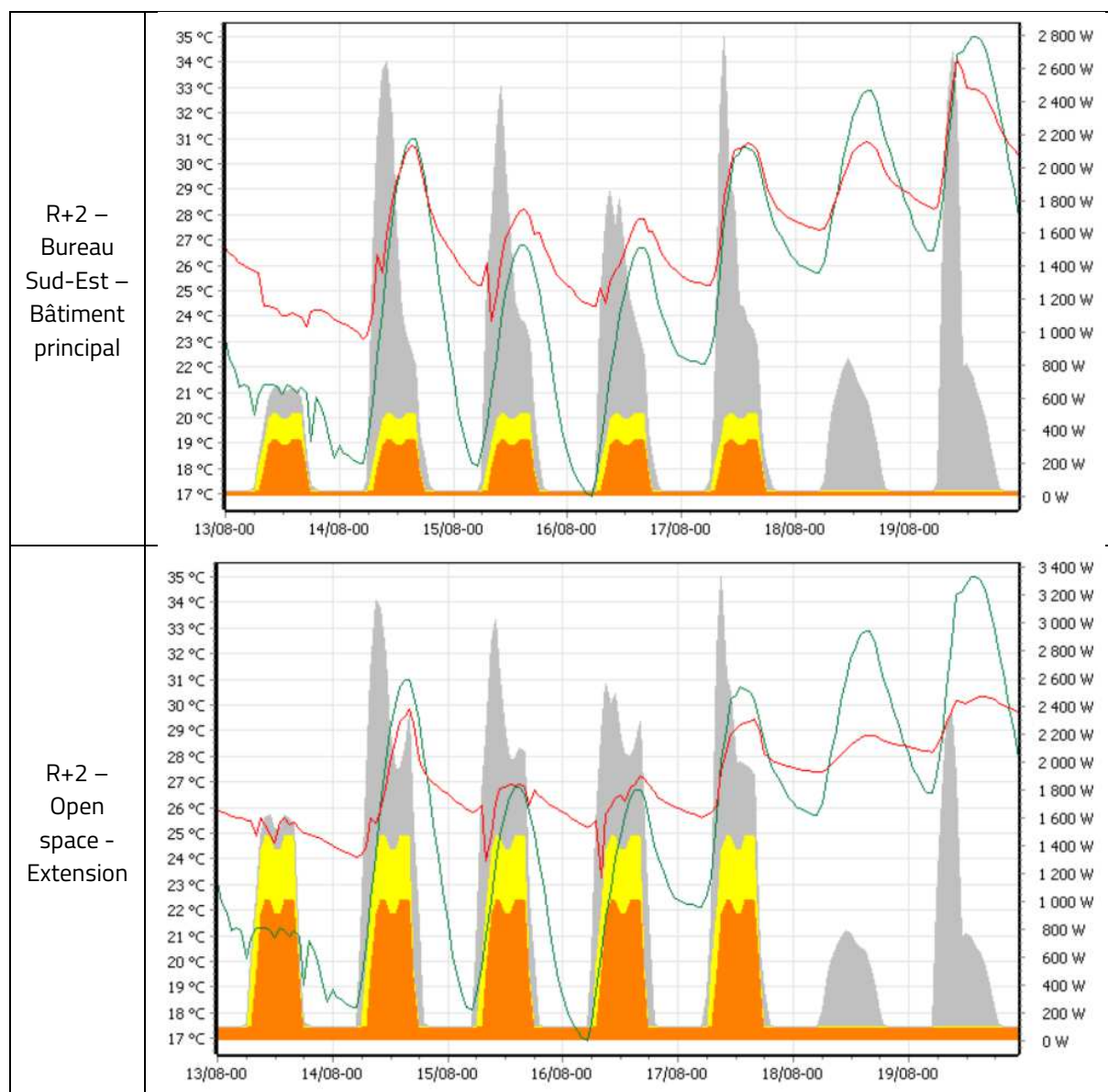
Commentaires :

- > Le site n'est pas impacté par les ombrages des bâtiments avoisinants.
- > Les arbres avoisinants n'ont aucun impact sur le bâtiment en période estivale.
- > Les casquettes présentes créent des masques sur le RDC du bâtiment principal côté Sud-Est.

12.2 Bilan estival des apports thermiques

Les apports thermiques d'un bâtiment peuvent être classés en 4 catégories : Solaires, Eclairage artificiel, Puissances dissipées et Occupation. Les graphiques ci-dessous présentent la répartition des apports de chaleur par catégorie et les températures extérieures et opératives, sur la semaine la plus chaude.





Commentaires :

- > Dans l'ensemble des locaux, la majorité des apports internes sont issus du rayonnement solaire :
 - 50% pour l'open space au R+1 de la plateforme
 - 55% pour le bureau Sud au R+1 du bâtiment principal
 - 60% pour le bureau Sud-Est au R+2 du bâtiment principal
 - 45% pour l'open space au R+2 de l'extension

Les bureaux ayant une orientation Est subissent plus d'échauffement de la part des apports solaires car leur surface vitrée est plus importante que le bureau Sud.

- > La puissance dissipée par la bureautique représente en moyenne un quart des apports internes des bureaux. Une part plus importante concerne les open spaces compte tenu du nombre de personnes présentes.
- > L'éclairage artificiel est également une source d'apports internes importante, avec en moyenne 30%.

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 interventions¹ :

- > Intervention 1 : Mise en place de brise soleil orientables
- > Intervention 2 : Mise en place de CTA double flux avec échangeur et sur-ventilation nocturne
- > Intervention 3 : Mise en place de films solaires sur les menuiseries
- > Scénario¹ : Scénario 2 audit énergétique + Intervention 2

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

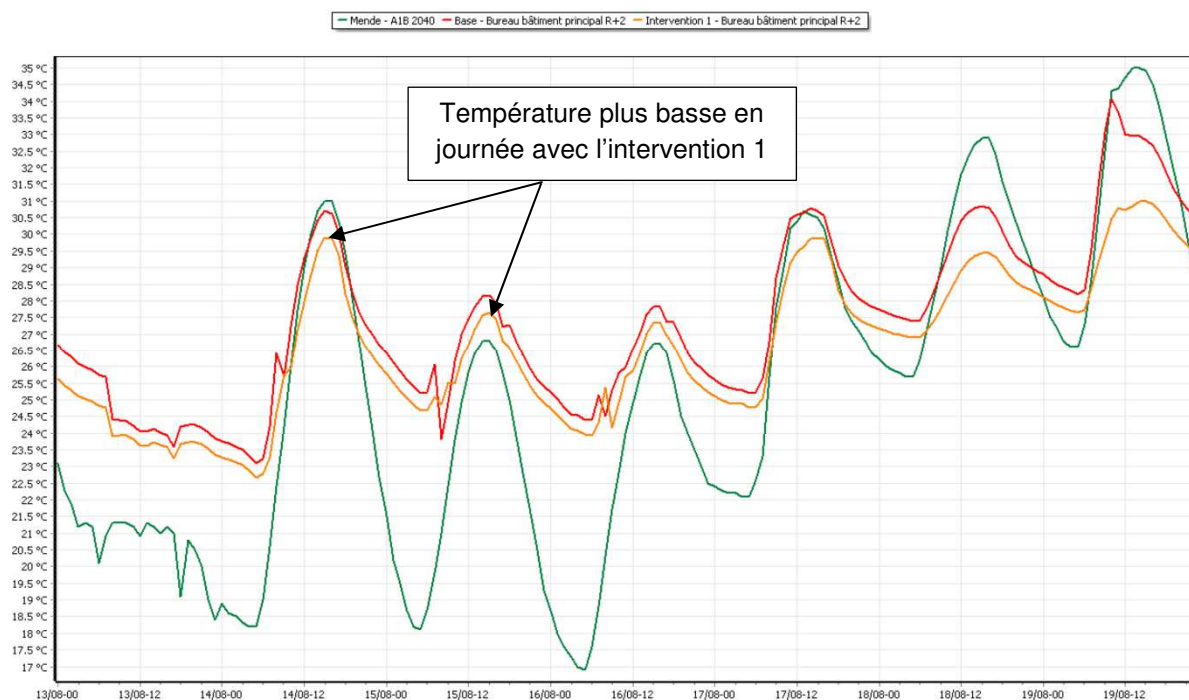
¹ Un scénario correspond à une simulation mettant en œuvre plus d'une modification de l'état initial

13.2 Intervention 1 : Mise en place de brises soleil orientables

Les apports de chaleur par rayonnement solaire sont actuellement de plus de 50% dans certains des bureaux. La mise en place de brise soleil permet de réduire les apports solaires.

Mise en place de brise-soleil orientables	Estimation du coût	
	400 - 600 €HT/m², soit environ 98 500 €HT	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
<u>Avantages :</u>		<u>Inconvénients :</u>
> Forte réduction des apports solaires > Peu d'entretien nécessaire > Efficace sur les orientations entre Est et Ouest > Dispositifs orientables permettant l'adaptation des occupants > Gain estimatif sur les consommations de climatisation : 20%		> Modification de l'image architecturale du bâtiment > Augmentation des consommations d'éclairage et de chauffage en hiver > Investissement élevé
<u>Performance :</u> > L'orientation des brise-soleils est horizontale > Les brise soleil sont installés sur les menuiseries des bureaux orientés Est, Sud et Ouest > Les brise soleil auront les caractéristiques suivantes : ○ Profondeur de lame : 0,2 m ○ Espacement entre les lames : 0,2 m ○ Distance au vitrage : 0,05 m ○ Inclinaison des lames : variable		
		

> Evolution des températures intérieures :

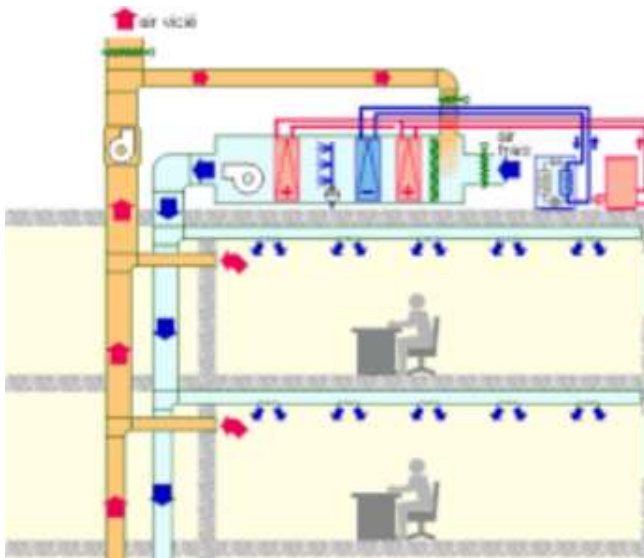


Evolution de la température extérieure et de la température opérative du bureau Sud-Est au R+2 du bâtiment principal en état initial et pour l'intervention 1

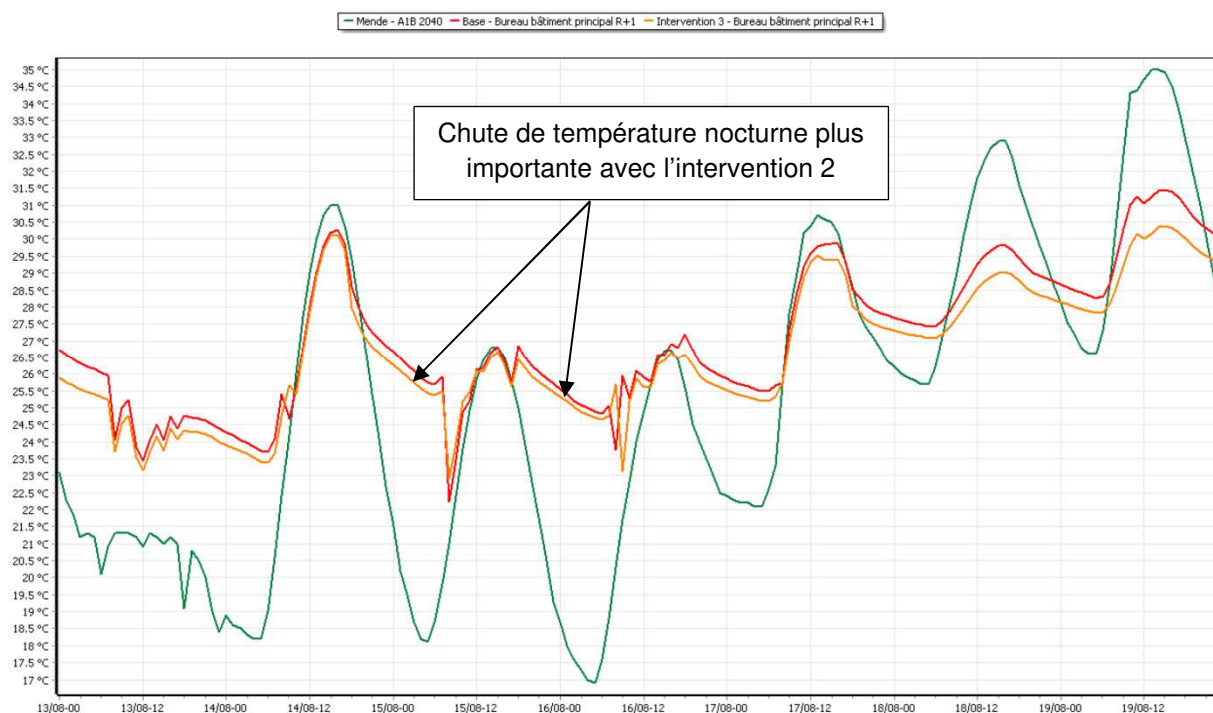
La mise en place de brise soleil permet de réduire les apports solaires et donc la température de la pièce en est légèrement diminuée tout au long de la journée.

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

Afin de réduire l'inconfort estival, la mise en place de CTA double flux avec sur-ventilation nocturne est recommandée.

Mise en place de CTA double flux avec échangeur et sur-ventilation nocturne	Estimation du coût	
	Environ 50 €HT/m3/h, soit environ 190 000 €HT	
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
<u>Avantages :</u>		<u>Inconvénients :</u>
> Diminution des consommations de chauffage en hiver > Gain estimatif sur les consommations de climatisation : 15%		> Augmentation des consommations énergétiques des auxiliaires de ventilation > Pas de régulation terminale possible dans les locaux > Investissement élevé
<u>Performance :</u>		
> Débits d'air de 2 CTA desservant le bâtiment principal pour l'une et la plateforme et l'extension pour l'autre : - o Repris : 2 000 m3/h - o Soufflé : 2 000 m3/h > Débits de ventilation nocturne : 100% des débits en occupation > Fonctionnement de la sur-ventilation de 22H à 06H pendant la période estivale		
		

> Evolution des températures intérieures :



Evolution de la température extérieure et de la température opérative du bureau Sud au R+1 du bâtiment principal en état initial et pour l'intervention 2

La mise en place de CTA avec sur-ventilation nocturne permet de légèrement diminuer les températures intérieures pendant la nuit. Les températures sont alors moins importantes en journée également.

13.4 Intervention 3 : Mise en place de films solaires

Les apports de chaleur par rayonnement solaire sont très importants. La mise en place d'un film solaire permettrait de réduire ces apports et donc d'augmenter le confort des usagers.

Mise en place de films solaires	Estimation du coût		
	30 €HT/m², soit environ 6 000 €HT		
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		NON	
Avantages :		Inconvénients :	
> 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. > Gain estimatif sur les consommations de climatisation : 8%		> Diminution des apports solaires et lumineux en période froide qui entraîne une augmentation des consommations de chauffage et d'éclairage, > Durée de vie limitée (environ 5 ans)	
Mise en œuvre : > Mise en place d'une nacelle permettant l'installation des films, > Nettoyage et séchage du vitrage avant la pose > Pose de films solaires côté extérieur des menuiseries des salles orientées Est, Sud et Ouest > Eviter la pose en cas de vent ou de pluie.			
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 %

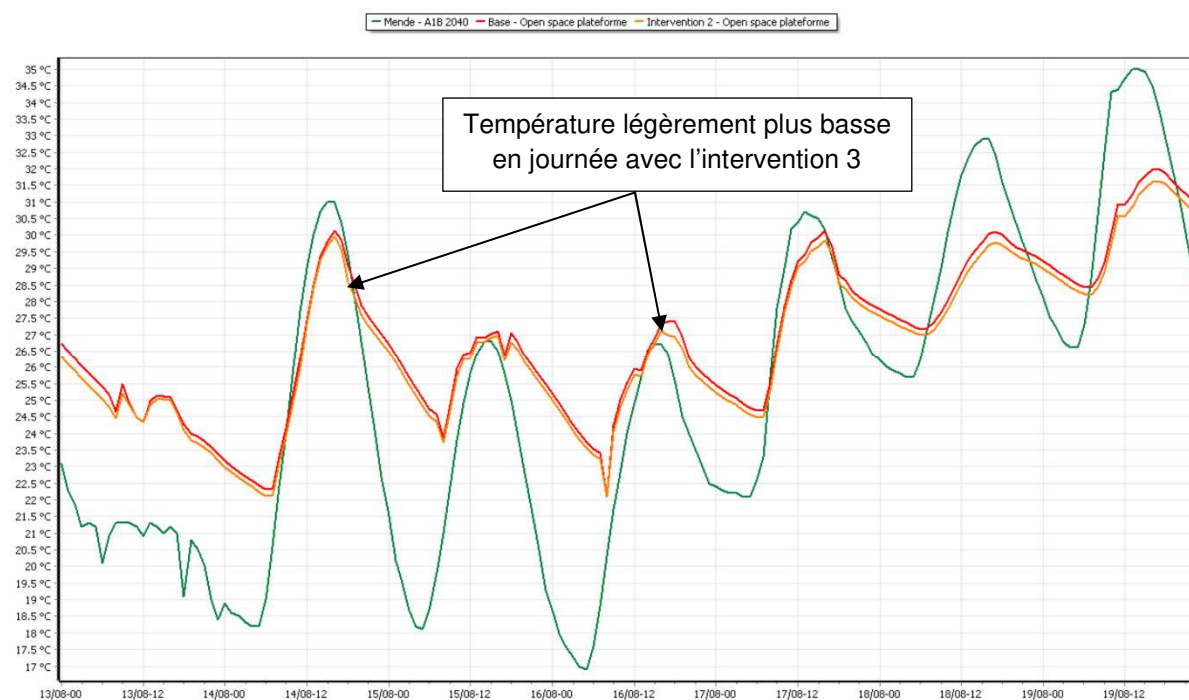
Dans le cadre de l'intervention proposée, un film argent clair est mis en œuvre sur les vitres orientées Sud, Est ou Ouest.

Les nouvelles performances de menuiseries sont données ci-dessous :

- Facteur solaire Sw = 0,16
- Transmission lumineuse TI = 0,26



> Evolution des températures intérieures :



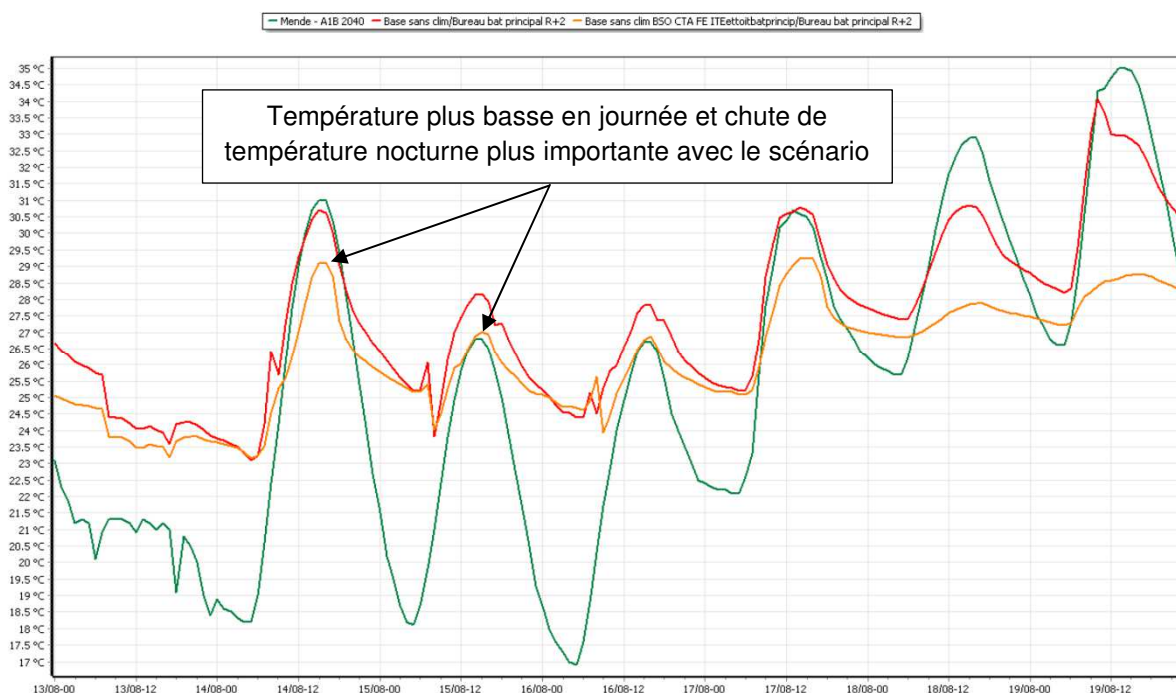
Evolution de la température extérieure et de la température opérative de l'open space de la plateforme en état initial et pour l'intervention 3

Le film solaire permet de réduire les apports solaires et de réduire légèrement la température intérieure. Mais le gain est moins important par rapport aux autres interventions.

13.5 Scénario

Le scénario 1 reprend le scénario 2 de la partie audit énergétique en y ajoutant les interventions 2 (mise en place de CTA) et 3 (films solaires) qui améliorent le confort d'été.

Mise en place de CTA double flux avec échangeur et sur-ventilation nocturne Mise en place de films solaires	Estimation du coût
	Environ 196 000 €HT
Avantages :	Inconvénients :
> Avantages des interventions suivantes : Mise en place de CTA, mise en place de films solaires	> Inconvénients des interventions suivantes : Mise en place de CTA , mise en place de films solaires
<u>Mise en œuvre :</u> > Voir mises en œuvre : Mise en place de CTA, mise en place de films solaires > Les travaux pris en compte dans le scénario intègrent ceux du scénario 2 de l'audit énergétique, dont la mise en place de brise soleil et le remplacement des menuiseries (cette intervention permet d'améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment)	



Evolution de la température extérieure et de la température opérative du bureau Sud-Est au R+2 du bâtiment principal en état initial et pour le scénario

Le scénario permet de diminuer la température intérieure des locaux de quelques degrés. Le confort estival est donc meilleur pour les occupants.

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 :

	Brise soleil		CTA		Films solaires	Sc 2 Audit + Inter 2 et 3
Nombre d'heures d'occupation au-dessus de 28 °C	Etat initial	Intervention 1	Intervention 2	Intervention 3	Scénario 1	
Open space - Plateforme - R+1	158	111	135	145	50	
Bureau Sud - Bâtiment principal - R+1	119	92	101	110	33	
Bureau Sud-Est - Bâtiment principal - R+2	165	115	144	150	35	
Open space - Extension - R+2	86	70	77	81	30	

Synthèse du nombre d'heures d'inconfort estivales

Brise soleil						CTA	Films solaires	Sc 2 Audit + Inter 2 et 3
Température maximale [°C]	Etat initial	Intervention 1	Intervention 2	Intervention 3	Scénario 1			
Open space - Plateforme - R+1	34,8	33,9	34,0	34,5	31,5			
Bureau Sud - Bâtiment principal - R+1	35,1	34,3	34,5	34,6	31,6			
Bureau Sud-Est - Bâtiment principal - R+2	34,9	34,0	34,2	34,5	31,2			
Open space - Extension - R+2	34,1	33,7	33,5	33,5	32,0			

Synthèse des températures maximales atteintes

14 Conclusions de l'étude de confort d'été

Conformément aux échanges avec le gestionnaire de site, cette étude sur le confort thermique confirme que le site est sensible aux surchauffes estivales.

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

Une modélisation numérique sur la base des plans transmis par la maîtrise d'ouvrage a donc été développée afin de réaliser une analyse préliminaire sur les différentes sollicitations solaires et sur la répartition des apports thermiques des différentes zones thermiques. Les deux indicateurs du confort retenus pour évaluer l'efficacité des gains sont le nombre d'heures d'inconfort ($T > 28^{\circ}\text{C}$) et la température maximale. Cette analyse a permis d'identifier que les apports solaires sont à combattre en priorité sur ce site et que l'ensemble des bureaux des niveaux R+1 et R+2 sont sensibles aux surchauffes. Ainsi, les bureaux peuvent atteindre un taux d'inconfort de plus de 20% (soit plus de 140 heures) et des températures maximales de plus de 35°C , occasionnant donc un inconfort prononcé pour les occupants. L'objectif est d'atteindre un taux d'inconfort inférieur à 5%, soit environ 35 heures.

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

Le scénario reprend les préconisations du scénario 2 de l'audit, avec notamment l'isolation des murs et le remplacement des fenêtres, et les interventions 2 et 3. Ce scénario permet d'abaisser le taux d'inconfort dans l'ensemble des locaux de 12 à 15% environ. Ainsi dans les bureaux étudiés, ce taux descend à 5%, sauf pour l'open-space de la plateforme qui présente beaucoup plus d'apports internes compte tenu du nombre de personnes présentes. Une baisse de 2 à 4°C (dépendamment des locaux) des températures maximales intérieures est également permise grâce à ce scénario. Ce scénario permet donc une amélioration significative du confort estival.

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

- La solution de brasseurs d'air plafonniers ne réduit pas la température intérieure, mais permet de générer des vitesses d'air d'environ 1-2 m/s qui abaissent la température ressentie allant jusqu'à 4°C sans générer d'inconfort autre que thermique.
- La végétalisation des abords du bâtiment (herbe, buisson, arbres, ...) permet d'améliorer l'ambiance extérieur et de créer un îlot de fraîcheur par l'évapotranspiration des plantes non négligeable.

Les gestes verts des occupants (abaissement des occultants lorsque les façades sont soumises au rayonnement solaire direct, ...) sont un pilier du confort thermique.

Le site étant déjà équipé de systèmes de climatisation actifs, les interventions ci-dessus permettent de réduire les consommations de refroidissement.

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]	1490	Surface de la zone [m²]	1120
Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	3120	Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	3120
Surface par poste de travail (m²/poste)	17	Surface par poste de travail (m²/poste)	17

15.2 Grandeurs utiles au diagnostic

15.2.1 Conversion des unités énergétiques

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

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

15.2.2 Émissions de CO₂

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

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

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

15.2.3 Lexique de quelques abréviations

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

15.2.4 Facteur de conversion énergie finale / énergie primaire

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

Ces facteurs sont réglementés par type d'énergie.

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

Énergie	Conversion kWh _{EF} / kWh _{EP} ¹¹
Bois, biomasse	0,60
Gaz naturel	1,00
Gaz propane	1,00
Electricité	2,58
Fioul	1,00

¹¹ 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.

15.2.5 Réglementation thermique

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

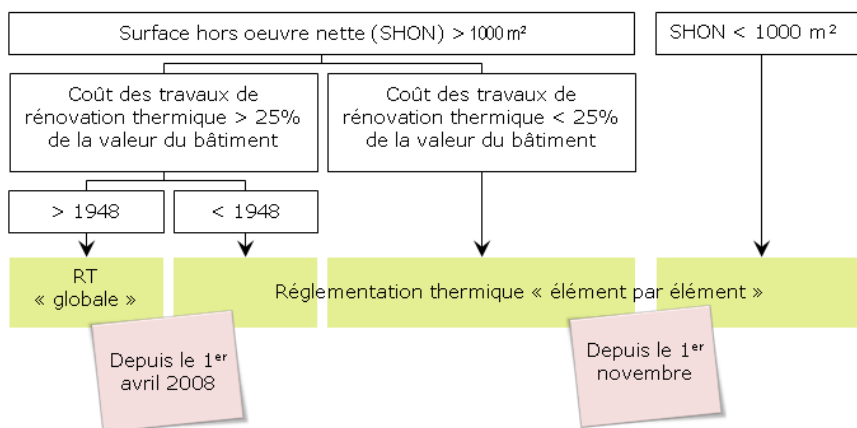
Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

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

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

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

Note : Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de 1 466 €/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} semestre 2022¹²)



¹² Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.11, mis à jour le 14 janvier 2022.