



UIOSS de la Vienne

41 RUE DU TOUFFENET

86000 POITIERS

AUDIT ENERGETIQUE

ETUDE DE CONFORT D'ETE

MAITRISE D'OUVRAGE :



UIOSS DE LA VIENNE
41 Rue du Touffenet
86000 Poitiers

Belkacem AIT-TALEB
Responsable UIOSS 86
05 49 44 56 00
b.ait-taleb@uioss86.fr

ASSISTANT MOA :



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

Leslie BRACERO
Chef de projets
07 50 14 89 43
lbracero@alterea.fr

Thibaud MAROLLEAU
Coordinateur d'études
07 48 15 82 10
tmarolleau@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	16/09/2022	Version initiale	KEJA - NNIH	PDEL	LBRA
2	13/01/2023	Reprise suivant retour PRECI	KEJA - NNIH	MTHI	LBRA
3	05/08/2025	Reprise suivant retour Mme AGUILLON	TMAR	TMAR	LBRA

contact@alterea.fr – www.alterea.fr

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

Agence de Paris
23 Avenue d'Italie
75013 Paris
T 01 46 28 31 89
F 02 51 84 16 33

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

Agence Sud-Ouest
2 rue du Jardin de l'Ars
33800 Bordeaux
T 05 54 52 92 23
F 02 51 84 16 33

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

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

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

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

SOMMAIRE

SYNTHESE DE L'AUDIT ENERGETIQUE	7
1 INTRODUCTION	13
1.1 OBJECTIF DE L'AUDIT ENERGETIQUE	13
1.2 DECRET TERTIAIRE	13
1.3 METHODOLOGIE EMPLOYEE	14
1.3.1 Processus de l'audit énergétique	14
1.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie	15
1.4 LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS PAR LA MOA	16
1.5 HYPOTHESES PRISES POUR LA REALISATION DE L'ETUDE	16
1.6 ANOMALIES EVENTUELLES A FAIRE REMONTER	16
1.7 POINTS BLOQUANTS OU PARTICULARITES	16
1.8 ESTIMATIONS DES QUANTITES POUR LES DIFFERENTES PRESCRIPTIONS	16
2 DESCRIPTION DU SITE	17
2.1 INFORMATIONS GENERALES	17
2.1.1 Périmètre du diagnostic	17
2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs	17
2.1.3 Visite	17
2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés	18
2.1.5 Vue aérienne du site	18
2.2 DONNEES D'USAGE DU SITE	19
2.2.1 Bâtiments	19
2.2.2 Occupation du bâtiment	19
2.3 ANALYSE DU COMPORTEMENT DES USAGERS	20
3 DESCRIPTION DU BATIMENT	21
3.1 BATI	21
3.2 CHAUFFAGE	30
3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation	30
3.2.2 Description de la sous-station	31
3.2.3 Description des émetteurs	33
3.2.4 Schéma de principe	34
3.2.5 Analyse de la conformité	34
3.2.6 Description de la régulation	35
3.3 VENTILATION	36
3.4 EAU CHAUDE SANITAIRE	37

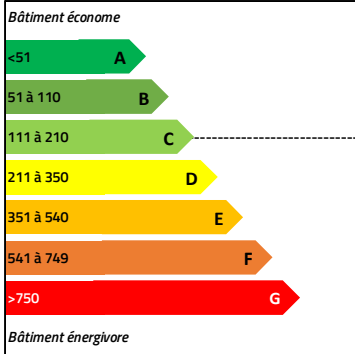
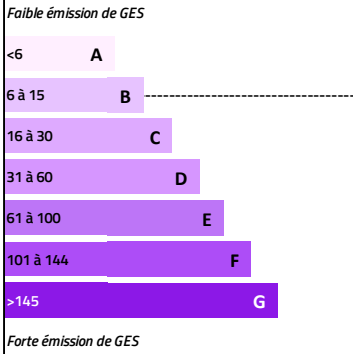
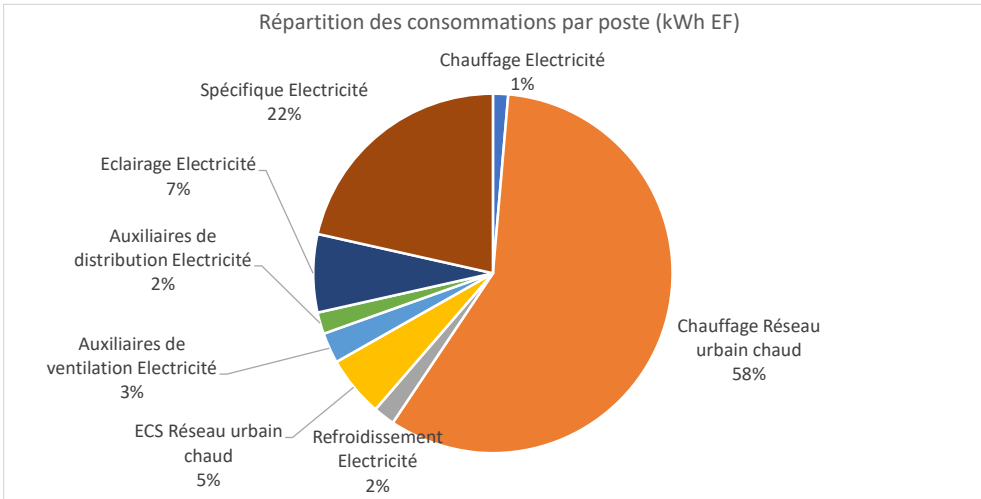
3.5	ÉCLAIRAGE	38
3.6	CLIMATISATION	39
3.7	AUTRES USAGES	42
4	ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE	44
4.1	USAGES ENERGETIQUES DU SITE	44
4.2	PLAN DE COMPTAGE DES ENERGIES	44
4.2.1	Description de l’approvisionnement en électricité	44
4.2.2	Description de l’approvisionnement en chaleur	45
4.3	HISTORIQUE DES CONSOMMATIONS	46
4.3.1	Réseau de Chaleur Urbain	46
4.3.2	Électricité	47
4.3.3	Analyse des contrats de fourniture d’énergie	47
4.4	RESPECT DES EXIGENCES DU DECRET TERTIAIRE	48
4.4.1	Sélection de l’année de référence (Décret Tertiaire)	48
4.4.2	Objectifs de consommations énergétiques aux échéances 2030, 2040 et 2050	48
4.4.3	Contraintes techniques, architecturales et patrimoniales	49
5	ÉTUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	50
5.1	ANALYSE DES DEPERDITIONS THERMIQUES DU SITE	50
5.2	SYNTHESE DE L’ENVELOPPE	51
5.3	ANALYSE DES CONSOMMATIONS SIMULEES	52
5.4	COMPARAISON DES CONSOMMATIONS REELLES ET SIMULEES	53
5.5	PRESENTATION DES RESULTATS REGLEMENTAIRES (METHODE TH-C-E ex)	54
6	ÉNERGIES RENOUVELABLES	55
6.1	INSTALLATIONS D’ENERGIES RENOUVELABLES EXISTANTES	55
6.2	POTENTIELS D’ENR	55
7	GISEMENT DES POTENTIELS D’ECONOMIE D’ENERGIE	57
7.1	INTRODUCTION	57
7.2	SYNTHESE DES INTERVENTIONS SIMULEES	58
8	SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE	63
8.1	SCENARIO 1 : ACTION A FAIBLE INVESTISSEMENT	63
8.1.1	Synthèse	63
8.1.2	Données détaillées des performances du scénario	64
8.1.3	Application de la réglementation thermique	65
8.1.4	Analyse en coût global	65
8.2	SCENARIO 2 : -40% SUR ENERGIE FINALE	66

8.2.1	Synthèse	66
8.2.2	Données détaillées des performances du scénario	67
8.2.3	Application de la réglementation thermique	68
8.2.4	Analyse en coût global	68
8.3	SCENARIO 2 BIS : -40% SUR ENERGIE FINALE	69
8.3.1	Synthèse	69
8.3.2	Données détaillées des performances du scénario	70
8.3.3	Application de la réglementation thermique	71
8.3.4	Analyse en coût global	71
8.4	SCENARIO 3 : -50% SUR ENERGIE FINALE	72
8.4.1	Données détaillées des performances du scénario	73
8.4.2	Application de la réglementation thermique	74
8.4.3	Analyse en coût global	74
8.5	SCENARIO 3 BIS : -50% SUR ENERGIE FINALE	75
8.5.1	Données détaillées des performances du scénario	76
8.5.2	Application de la réglementation thermique	77
8.5.3	Analyse en coût global	77
8.6	COMPARAISON DES SCENARIOS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DU DECRET TERTIAIRE	78
9	DESCRIPTIF DES INTERVENTIONS SIMULEES	79
10	CONTEXTE DE LA MISSION DE L'ETUDE DU CONFORT D'ETE	92
10.1	DEROULEMENT DE LA MISSION	92
10.2	OBJECTIFS DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE	92
10.3	OUTIL DE SIMULATION	92
10.4	HYPOTHESES DE CALCUL	92
10.5	DONNEES METEOROLOGIQUES	93
11	MODELISATION DU BATIMENT ET USAGE	94
11.1	REPRESENTATION 3D	94
11.2	ZONAGE THERMIQUE	95
11.3	CHAUFFAGE	96
11.4	CLIMATISATION	96
11.5	RENOUVELLEMENT D'AIR MECANIQUE	96
11.6	ÉTANCHEITE A L'AIR	96
11.7	OCCUPATION	97
11.8	ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL	97
11.9	ÉQUIPEMENTS « SPECIFIQUES »	98
11.10	PAROIS VITREES ET OCCULTATIONS	98
11.11	AERATION	99
12	SIMULATIONS ET RESULTATS	100

12.1 ANALYSE DES OMBRES PORTEES	100
12.2 BILAN ESTIVAL DES APPORTS THERMIQUES	101
12.3 INDICATEURS DU CONFORT ESTIVAL	103
13 INTERVENTIONS ET SCENARIO	104
13.1 CHOIX DES INTERVENTIONS	104
13.2 INTERVENTION 1 : REMPLACEMENT DES MENUISERIES EXTERIEURES	105
13.3 INTERVENTION 2 : RELAMPING LED	107
13.4 INTERVENTION 3 : OPTIMISATION DE LA VENTILATION	108
13.5 INTERVENTION 4 : MISE EN PLACE D'UNE ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTERIEURE DES MURS	110
13.6 INTERVENTION 5 : REPRISE DE LA STRUCTURE DES MURS EXTERIEURS (HORMIS LE R-1 ET LE RDC) ET MISE EN PLACE D'UNE ITE EN R-1 ET RDC	112
13.7 SCENARIO	114
13.8 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	1972
	Type	Catégorie DPE tertiaire catégorie 6.1 public
	Surface plancher ¹	15 283 m ²
	SHON ¹	16 981 m ²
	Nombre de niveaux	8 Niveaux

Performance énergétique ²	 Cette étiquette n'a pas valeur de DPE	Bâtiment 203	 Cette étiquette n'a pas valeur de DPE	Bâtiment 10
Coût énergétique simulé au réel ³	209 548 €^{TTC}/an dont réseau de chaleur 74 085 €^{TTC}/an dont électricité 135 463 €^{TTC}/an			
Consommations par usage (kWhEF)	Répartition des consommations par poste (kWh EF) 			

¹ Les surfaces proviennent des données MOA.

² Les résultats sont issus de la simulation énergétique réelle, réalisée à partir des observations de la visite et des documents fournis.

³ 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, désembouages, dépoussiérages des luminaires, préconisation d'améliorations en fonction des manques constatés sur l'exploitation, réglage divers, etc.
- Scénario 2 « - 40% EF » : ce scénario correspond 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 2 bis : La particularité architecturale du bâtiment nous a poussé à proposer deux interventions différentes pour l'isolation des murs extérieurs. La première solution (Scénario 2) est considérée comme la plus performante thermique, mais modifie l'aspect extérieur du bâtiment. La seconde (Scénario 2 bis) consiste à isoler l'ensemble des murs par l'intérieur. Cela présente le défaut d'engendrer d'importantes déperditions par les ponts thermiques.
- Scénario 3 « - 50% EF » : ce scénario correspond à une réduction de 50% 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 bis : Dans la continuité du scénario 2 bis.

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

Le scénario 1 prévoit :

- La mise en place d'une GTC sur la totalité du bâtiment
- L'installation de pompes à débit variable
- Mise aux normes de la sous-station
- Audit de la régulation de la CTA de l'accueil
- Le remplacement des robinets thermostatiques

Le scénario 2 prévoit en complément du scénario 1 :

- Réfection de la toiture-terrasse de l'accueil
- Isolation des planchers bas donnant sur locaux non chauffés
- Remplacement des façades légères des barres et isolation par l'extérieur de l'accueil / ou / Isolation par l'intérieur de l'ensemble des murs extérieurs
- Remplacement des menuiseries peu performantes
- Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit
- Rénovation de l'éclairage
- Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires

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

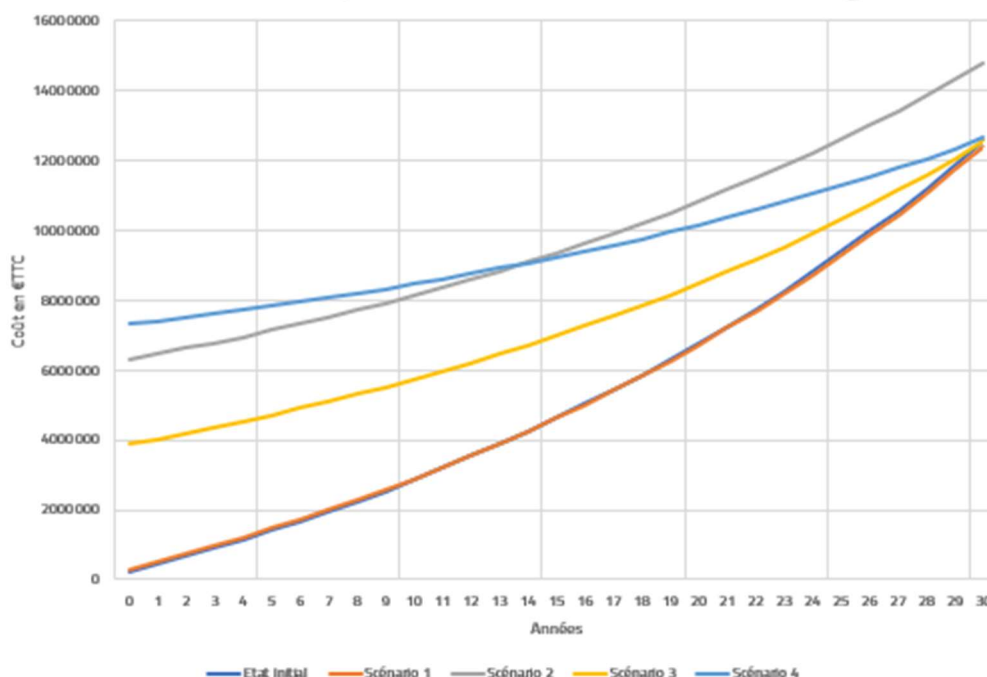
- Mise en place d'une ventilation double flux pour les bureaux de la MSA.
- Installation photovoltaïque en ombrière de parking.

APPROCHE ÉCONOMIQUE						
Scénario	Économie annuelle d'énergie				Coût (€ ^{HT})	TRI
	kWh EP/PCI	€ ^{TTC}	%EP	%EF		
Scénario 1	225 486	13 149	7%	8%	184 190	11
Scénario 2	1 271 855	71 446	37%	51%	6 157 087	38
Scénario 2 bis	1 172 883	65 724	34%	47%	3 717 525	30
Scénario 3	2 076 003	123 180	60%	65%	7 221 600	31
Scénario 3 bis	2 016 361	119 928	59%	62%	4 782 118	24

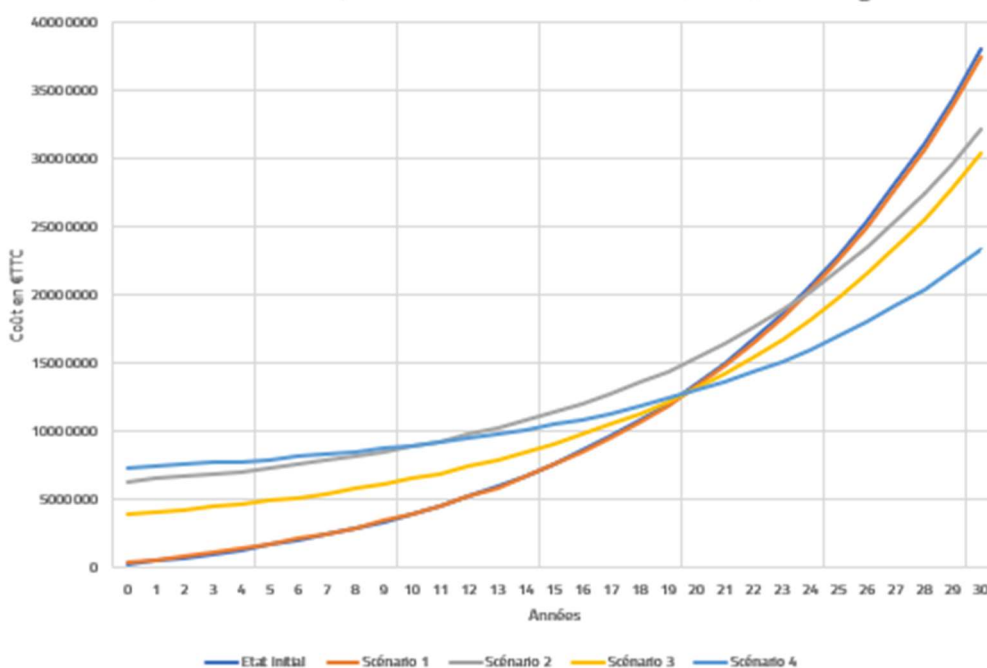
APPROCHE ÉNERGÉTIQUE								
Scénario	Consommation énergétique simulée En kWh _{ep} /m² _{SHON}	Émissions de CO ₂ En kg CO ₂ /m² _{SHON}	Optimisation	Amélioration des systèmes		Traitement du bâti		EnR
				léger	lourd	léger	lourd	
État initial	111 à 210 C 197	6 à 15 B 9						
Scénario 1	111 à 210 C 184	6 à 15 B 9	X	X				
Scénario 2	111 à 210 C 124	< 6 A 5	X	X			X	
Scénario 2 bis	111 à 210 C 130	< 6 A 5	X	X			X	
Scénario 3	51 à 110 B 78	< 6 A 4	X		X		X	X
Scénario 3 bis	51 à 110 B 82	< 6 A 4	X		X		X	X

Désignation	Unité	État initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2 bis	Scénario 3	Scénario 3 bis
Investissements	€HT	-	184 190	6 157 087	3 717 525	7 221 680	4 782 118
Économie annuelle d'énergie primaire	%	-	7%	37%	34%	60%	59%
Économie annuelle d'énergie finale	%	-	8%	51%	47%	65%	62%
Émissions de CO ₂ évitées	%	-	8%	49%	45%	64%	62%
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	€TTC	-	-13 149	-71 446	-65 724	-124 480	-121 228
Impact sur la maintenance (P2)	€TTC	-	0	0	0	1 300	1 300
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	€TTC	-	0	0	0	500	500
CEE Mobilisables	kWh CUMAC	-	3 575 000	27 765 020	27 765 020	29 084 720	29 084 720
Valorisation CEE	€	-	28 600	222 120	222 120	232 678	232 678
Temps de retour sur investissement actualisé	années	-	11	38	30	31	24
Dépenses annuelles énergétiques	€TTC	208 390	195 241	136 944	142 666	83 910	87 162
Dépenses annuelles de maintenance	€TTC	5 355	5 355	5 355	5 355	6 655	6 655
Dépenses annuelles de renouvellement	€TTC	2 600	2 600	2 600	2 600	3 100	3 100
Dépenses énergétiques sur 30 ans (Actualisation des coûts d'énergie de 4%)	€TTC	12 363 432	11 583 321	8 124 648	8 464 116	4 978 255	5 171 163
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	€TTC	226 942	226 942	226 942	226 942	282 035	282 035
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	€TTC	110 187	110 187	110 187	110 187	131 376	131 376
Coût global (avec investissements)	€TTC	12 700 560	12 104 640	14 618 864	12 518 769	12 613 346	10 366 692

Coût Global sur 30 ans, avec un taux d'actualisation de 4% du coût de l'énergie



Coût Global sur 30 ans, avec un taux d'actualisation de 10% du coût de l'énergie



Commentaires

- > Les scénarios ont un temps de retour d'environ 40 ans, car les investissements sont conséquents. En effet, l'importance des travaux à réaliser, couplée à la présence d'amiante (cf. travaux de réaménagement de la CAF en cours), rend la rénovation du site très onéreuse. Cependant, ils permettent de réduire considérablement les coûts de fonctionnement et les émissions de gaz à effet de serre.
- > Avec une vision plus large sur l'évolution des coûts de l'énergie à 10% au lieu de 4%, nous constatons que les scénarios ont un retour sur investissement d'environ 19 ans.
- > Le scénario 3 permet d'avoir recours à une énergie renouvelable avec l'installation d'une production photovoltaïque en autoconsommation.

1 INTRODUCTION

1.1 Objectif de l'audit énergétique

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

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

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

1.2 Décret tertiaire

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

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

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

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

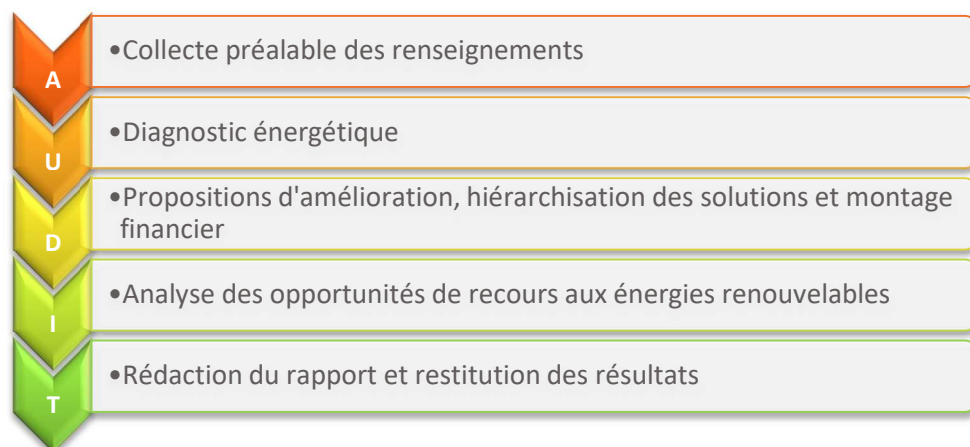
Cette obligation est assortie de deux objectifs intermédiaires en 2030 et 2040 où les consommations devront être réduites respectivement de 40% et 50% par rapport à l'année de référence. Le dispositif prévoit un assouplissement permettant l'atteinte de ces objectifs à l'échelle d'un patrimoine.

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

1.3 Méthodologie employée

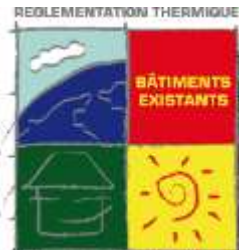
1.3.1 Processus de l'audit énergétique

Le diagnostic peut se décomposer en cinq étapes distinctes :



1.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie

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



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

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

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

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



1.4 Liste des documents transmis par la MOA

DOCUMENTS		FORMAT
Plans et surfaces	> Plans de niveaux du bâtiment	PDF / DWG
Consommations énergétiques	> Consommations et dépenses de RCU des années 2010 à 2021. > Consommations et dépenses d'électricité des années 2010 à 2021.	Excel
Divers	> Audit énergétique réalisé en 2022 sur la partie MSA > Audit énergétique réalisé en 2017 sur la zone UCANSS	PDF
	> Rapport LOGIS	PDF

1.5 Hypothèses prises pour la réalisation de l'étude

- Isolation, selon l'année de rénovation, de la toiture-terrasse de l'accueil : 8 cm de polystyrène.

1.6 Anomalies éventuelles à faire remonter

Sans objet.

1.7 Points bloquants ou particularités

Le site est répertorié comme représentatif de l'architecture de XXe siècle en Poitou-Charentes et est particulièrement typique des constructions de la décennie 1965- 1975. Cette particularité peut être un point bloquant dans la rénovation thermique du bâtiment. Cependant, la consultation des Architectes des bâtiments de France (ABF) n'est pas nécessaire dans le cas présent, le site n'est pas classé. Il est donc possible d'agir sur l'architecture du bâtiment.

De plus, le site est particulièrement concerné par la présence d'amiante, notamment au niveau des joints des menuiseries ainsi que dans les revêtements intérieurs.

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 les 9 et 10/08/2022. 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

	UIOSS 86
Adresse	41 Rue du Touffenet – 86000 – Poitiers
Zone climatique	H2b
Altitude	105 m

2.1.2 Coordonnées des interlocuteurs

	UIOSS 86
Nom	Belkacem AIT-TALEB
Téléphone	06 13 89 25 14 / 05 49 44 56 00
Fonction	Responsable UIOSS 86
E-mail	b.ait-taleb@uioss86.fr

2.1.3 Visite

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

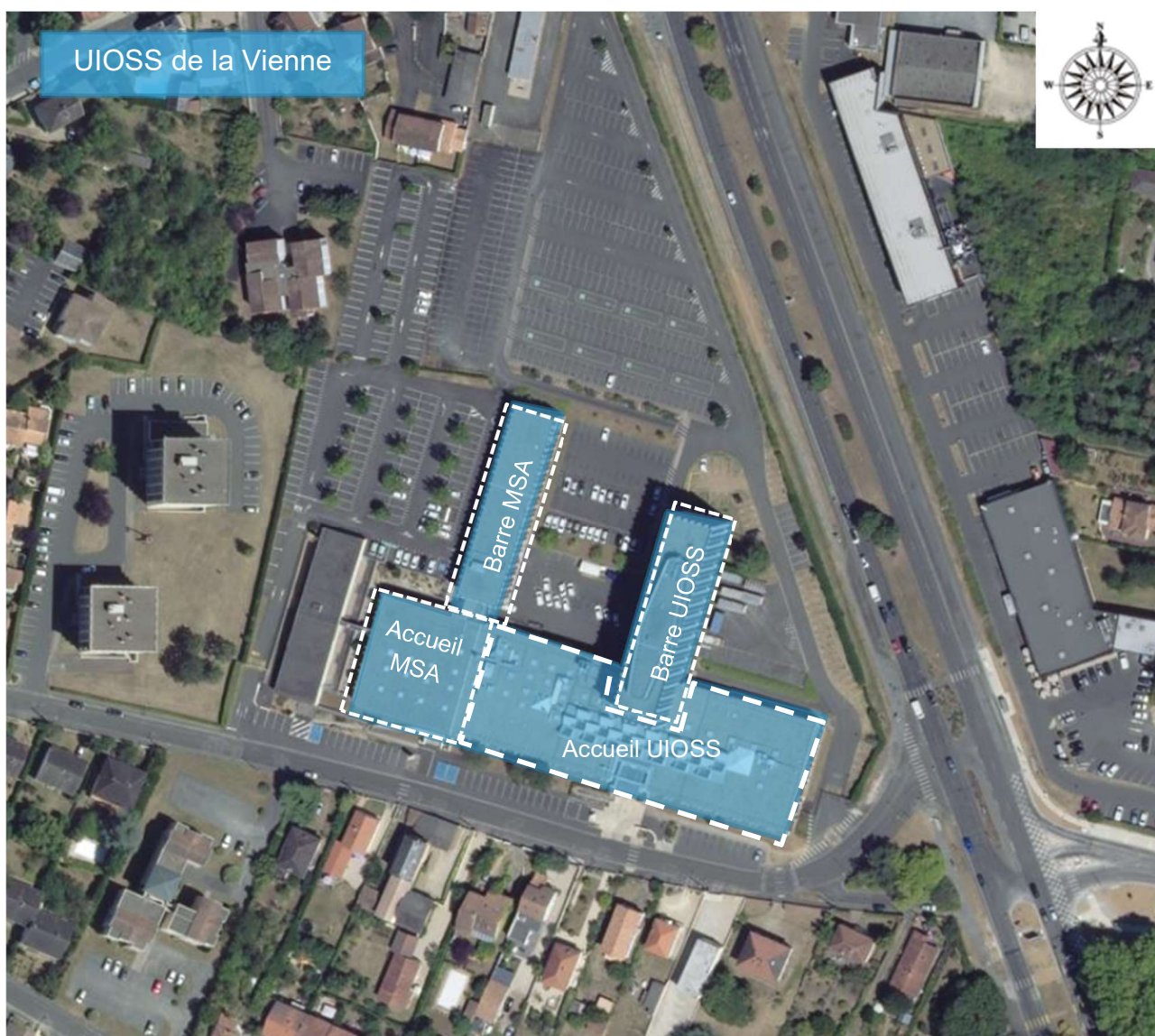
	Situation
Date de la visite :	09/08/2022 – 10/08/2022
Diagnostiqueur :	Kévin JAUX kjaux@alterea.fr
Accompagnateurs :	Yvonnick HOUÏ
Conditions climatiques :	T _{ext.} = 35°C, Ensoleillé

2.1.4 Travaux antérieurs ou programmés

Les travaux antérieurs ou programmés sont les suivants :

Travaux	Date
Réfection de l'isolation et de l'étanchéité toiture terrasse Accueil UIOSS	2013
Installation d'une pompe à chaleur air/air pour l'accueil UIOSS/CAF	2014
Calorifugeage partiel des réseaux de chauffage	2015
Mise en place d'une GTC pour le chauffage	2023 (en cours)

2.1.5 Vue aérienne du site



La dénomination des zones ci-dessus sera reprise dans le rapport afin de pouvoir situer les descriptions / interventions dans le bâtiment.

2.2 Données d'usage du site

2.2.1 Bâtiments

Bâtiment	Année de Construction	Niveaux	Surface plancher	Surface chauffée	Usages
UIOSS de la Vienne	1972	8	15 283 m ²	13 961 m ²	Immeuble de bureaux

2.2.2 Occupation du bâtiment

2.2.2.1 Horaires du site

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Ouverture	7 h 00	7 h 00	7 h 00	7 h 00	7 h 00	-	-
Fermeture	18 h 30	18 h 30	18 h 30	18 h 30	18 h 30	-	-

2.2.2.2 Fréquentation du site

Dénomination	Effectif
Nombre d'employés	~550 personnes + 180 MSA
Surface plancher ⁴	15 283 m ²
Densité surfacique (m ² surface de plancher/occupant)	21 m ² /occupant

⁴ Données issues de la modélisation Pléiade

2.3 Analyse du comportement des usagers

Inspection des comportements	
Comportement des usagers	
Le public est-il sensibilisé aux problématiques énergétiques ?	Non, très peu
Hiver : Comportement des usagers vis-à-vis de l'ouverture des Mex	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	Automatisé
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 laissent 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 (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, la qualité de l'air est globalement bonne
Si autre, préciser	-
Appréciation générale du comportement des usagers	
Performance	1
Commentaires	Les occupants sont peu soucieux des problématiques énergétiques. Des sensations d'inconforts sont ressenties sur l'ensemble du site en été et hiver. Des travaux sont nécessaires afin d'améliorer le confort des usagers.

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

3 Description du bâtiment

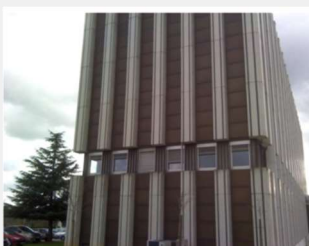
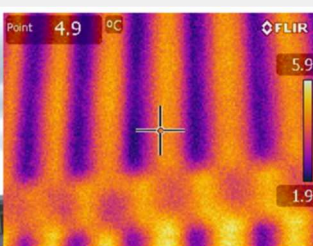
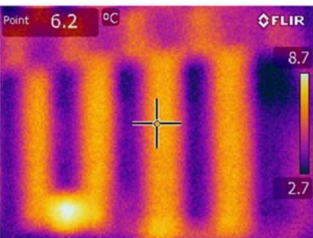
3.1 Bâti

Légende utilisée pour la suite de l'audit :

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

Paroi opaque					
Mur_Accueil_ITI 8cm		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	238 m²	0,18 ⁵	1
	Épaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Laine de roche			
	Épaisseur d'isolation :	8 cm			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9			
	Localisation :		Partie accueil		
Mur_Accueil_NISOL		Surface	U	P	V
	Type :	Béton creux (parpaing)	1214 m²	3	0
	Épaisseur :	20 cm			
	Année :	1972			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9			
	Localisation :		Partie accueil		
Mur_Barre_MSA		Surface	U	P	V
	Type :	Béton	825 m²	1,29	1
	Épaisseur :	20			
	Année :	1974			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Polystyrène			
	Épaisseur d'isolation :	3 cm			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2			
Localisation :		Barre MSA			

⁵ Cette valeur prend en considération le contact avec la terre d'une partie des murs situés au sous-sol. Ce contact permet de limiter les déperditions, ce qui améliore la performance thermique de la paroi.

Mur_Barre_UIOSS NISOL			Surface	U	P	V
	Type :	Allège + poteaux béton	1 504 m²	3,25	0	1
	Épaisseur :	~20				
	Année :	1972				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Pathologies :	Présence de fissures importantes localisées				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
Localisation :		Barre UIOSS				
Mur_Barre_UIOSS ITI			Surface	U	P	V
	Type :	Allège + poteaux béton	218 m²	0,19	2	1
	Épaisseur :	~20				
	Année :	1972				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Épaisseur de l'isolant :	20				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.9				
Localisation :		Barre UIOSS				
Commentaire						
Les deux barres du bâtiment disposent d'une structure de type poteaux poutres. Les murs extérieurs, situés entre les poteaux (allèges) sont constitués de panneaux composites avec une lame d'air de 2 cm. La grande majorité des murs ne dispose d'aucune isolation, bien que l'on retrouve une isolation par l'intérieur à certains étages. Les relevés à la caméra thermique effectués par la 3DAI en 2017 montrent que ces allèges sont fortement déperditives.						
   						
<i>Thermographie des façades de la barre UIOSS réalisés par la 3DAI en 2017</i>						

L'absence d'isolation ainsi que les matériaux des murs extérieurs rendent le bâtiment énergivore et inconfortable pour les occupants.

Les murs extérieurs de la partie accueil du bâtiment sont constitués d'une épaisseur de 20 cm de béton non isolé.

Certains étages ont bénéficié récemment d'une isolation par l'intérieur. Ces interventions ponctuelles et localisées ne permettent pas de réduire efficacement les consommations énergétiques et le confort global du bâtiment.

Le bâtiment est répertorié comme représentatif de l'architecture du XXe siècle en Poitou-Charentes, plus particulièrement des constructions entre 1965 et 1975. Ainsi, pour l'isolation des murs, nous proposerons deux solutions :

- La première étant la plus performante d'un point de vue thermique et concernant le confort des occupants, consistera à la dépose des façades légères des barres et la repose de parois composites et de menuiseries performantes. Cette première solution changera cependant l'aspect extérieur du bâti.
- La seconde consistera à isoler l'ensemble des murs par l'intérieur, l'aspect extérieur restera donc identique. Cependant les déperditions énergétiques par ponts thermiques seront importantes et le confort sera inférieur à la première solution.

Menuiserie					
Mext_4/12/4_Aluminium_Store extérieur		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 12 mm	1286 m ²	3.1	1
	Étanchéité :	Mauvaise			
	Remplissage :	Air			
	Occultation :	Stores extérieurs			
	Matériau occultation :	Aluminium			
	Fermeture :	Battante			
	Pathologies :	Présence de défauts d'étanchéité à l'air généralisés au niveau du cadre			
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :		1.9	Barre UIOSS et MSA / Accueil		
Localisation :					
Mext_4/6/4_Aluminium_Coulissante		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium / Double vitrage lame d'air 6 mm	496 m ²	3.5	1
	Étanchéité :	Mauvaise			
	Remplissage :	Air			
	Occultation :	Stores extérieurs			
	Matériau occultation :	Aluminium			
	Fermeture :	Coulissante			
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1.9			
Localisation :		Barre UIOSS / Accueil			

Mext_4/16/4_Aluminium		Surface	Uw	P	V
	Aluminium / Double vitrage lame d'air 16 mm	134 m²	1.8	3	2
	Matériau et vitrage :				
	Étanchéité :				
	Bonne				
	Remplissage :				
	Argon				
	Année :				
	2013				
	Occultation :				
Stores intérieurs					
Matériau occultation :					
Acier					
Position :					
Nu intérieur					
Pathologies :					
Absence de pathologie					
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :					
1.9					
Localisation : Sous-sol ; MSA					
Menuiserie aluminium_SV		Surface	Uw	P	V
	Aluminium / Simple vitrage	99 m²	5.5	0	0
	Matériau et vitrage :				
	Étanchéité :				
	Mauvaise				
	Occultation :				
Aucune					
Pathologies :					
Vitrages détériorés, Présence de défauts d'étanchéité à l'air généralisés au niveau du cadre					
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :					
1.9					
Localisation : Sous-sol					
Mext_Aluminium_4/20/4		Surface	Uw	P	V
	Aluminium / Double vitrage lame d'air 20 mm	58 m²	1.6	3	3
	Matériau et vitrage :				
	Étanchéité :				
	Bonne				
	Remplissage :				
	Argon				
Occultation :					
Stores extérieurs					
Matériau occultation :					
Aluminium					
Pathologies :					
Absence de pathologie					
Garde-fou RTex 2018 (Uw) :					
1.9					
Localisation : R+6 ; Barre UIOSS					

Commentaire

L'ensemble de la barre UIOSS (sauf le dernier étage), dispose de menuiseries aluminium double vitrage ancien, équipées de store extérieur en aluminium. Les menuiseries de la barre MSA sont identiques sauf pour les stores extérieurs, qui sont en tissus. Ces menuiseries ne sont pas d'origine, et leur installation a permis de limiter les déperditions énergétiques de l'enveloppe. Cependant, elles restent déperditives, notamment au niveau du dormant, qui a été conservé. Les occupants ressentent un inconfort lié aux infiltrations d'air. Leur remplacement, en dépose totale, permettrait de réduire fortement les déperditions.

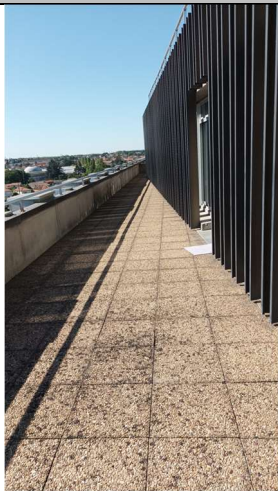
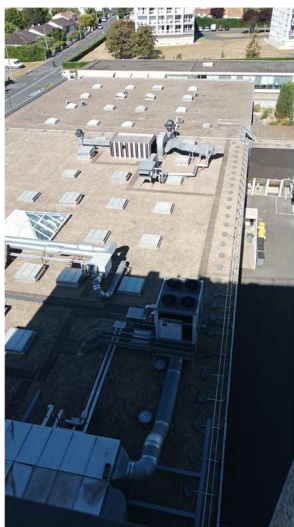
Le remplacement des menuiseries devra se faire en même temps que l'isolation des murs extérieurs.

Le sous-sol, côté MSA, a bénéficié d'une rénovation récente. Des menuiseries 4/16/4, aluminium avec remplissage argon ont été installées. Ce modèle est performant et limite fortement les déperditions.

Le dernier étage de la barre UIOSS a bénéficié récemment d'une réfection afin d'installer un open-space. Cet espace est équipé de menuiserie aluminium 4/20/4, ce modèle est très performant.

Des menuiseries simple vitrage sont présentes au niveau du sous-sol. Bien que la surface concernée soit faible, ces menuiseries sont fortement déperditives.

Plancher bas						
Plancher bas sur terre-plein			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	3 993 m²	0,24	2	1
	Épaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Localisation : Ensemble du bâtiment					
Plancher bas sur local non chauffé			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	907 m²	0,62	1	1
	Épaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2.7				
	Localisation : Sous-sol barre MSA					
Commentaire						
Le plancher bas de l'ensemble du bâtiment est en contact avec la terre. Cela permet de limiter les déperditions énergétiques. En rapport à l'année de construction, nous supposons la paroi non isolée. Aucune intervention n'est préconisée ici. Une grande partie du sous-sol de la barre MSA n'est pas chauffée. Par conséquent, le plancher bas de l'étage supérieur est déperditif. Aucune isolation n'est présente. L'isolation en sous face de ces planchers bas permettra de limiter les pertes de chaleurs vers les zones non chauffées.						

Plancher haut					
Toiture-terrasse_UIOSS		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	714 m ²	0,19	2
	Épaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous-face			
	Isolant :	Laine de roche			
	Épaisseur d'isolation :	20 cm			
	Étanchéité :	Bitumineuse			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3			
Toiture-terrasse_MSA		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	687 m ²	0,25	2
	Épaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous-face			
	Isolant :	Laine de roche			
	Épaisseur d'isolation :	15 cm			
	Étanchéité :	Gravillonnée			
	Pathologies :	Toiture-terrasse non sécurisée (ligne de vie, garde-corps absents)			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3			
Toiture-terrasse_Accueil		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	4 200m ²	1	1
	Épaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation sous étanchéité gravillonnée			
	Épaisseur d'isolation :	3 cm			
	Étanchéité :	Bitumineuse			
	Pathologies :	Toiture-terrasse non sécurisée (ligne de vie, garde-corps absents)			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3.3			

Commentaire

Concernant la toiture terrasse de la barre UIOSS, nous avons observé une isolation en faux plafond d'une épaisseur de 20 cm. Les relevés effectués en 2017 à la caméra thermique ont mis en lumière les ponts thermiques au niveau du lanterneau situé proche de la porte d'accès à la toiture-terrasse. Ce dernier, situé au milieu du passage d'une toiture souvent utilisée par les occupants, est fortement déperditif en plus d'être dangereux pour les occupants (plusieurs chutes ont eu lieu). La dépose de ce lanterneau doit être envisagée.

La toiture-terrasse de la barre MSA est constituée d'une dalle béton de 20 cm d'épaisseur. Nous avons observé une isolation en faux plafond d'une épaisseur d'environ 15cm.



Ce niveau d'isolation permet de limiter une grande partie des déperditions.

Le plancher haut de l'accueil est de type toiture-terrasse. La performance thermique de la toiture est médiocre, cela génère une grande surface déperditive. L'isolation de cette paroi est une priorité afin de réaliser des économies d'énergie et d'améliorer le confort des occupants. Une partie de la toiture-terrasse, côté MSA, n'est pas sécurisée. La sécurisation de cette partie (garde-corps) est obligatoire, notamment pour l'entretien des équipements techniques.

3.2 Chauffage

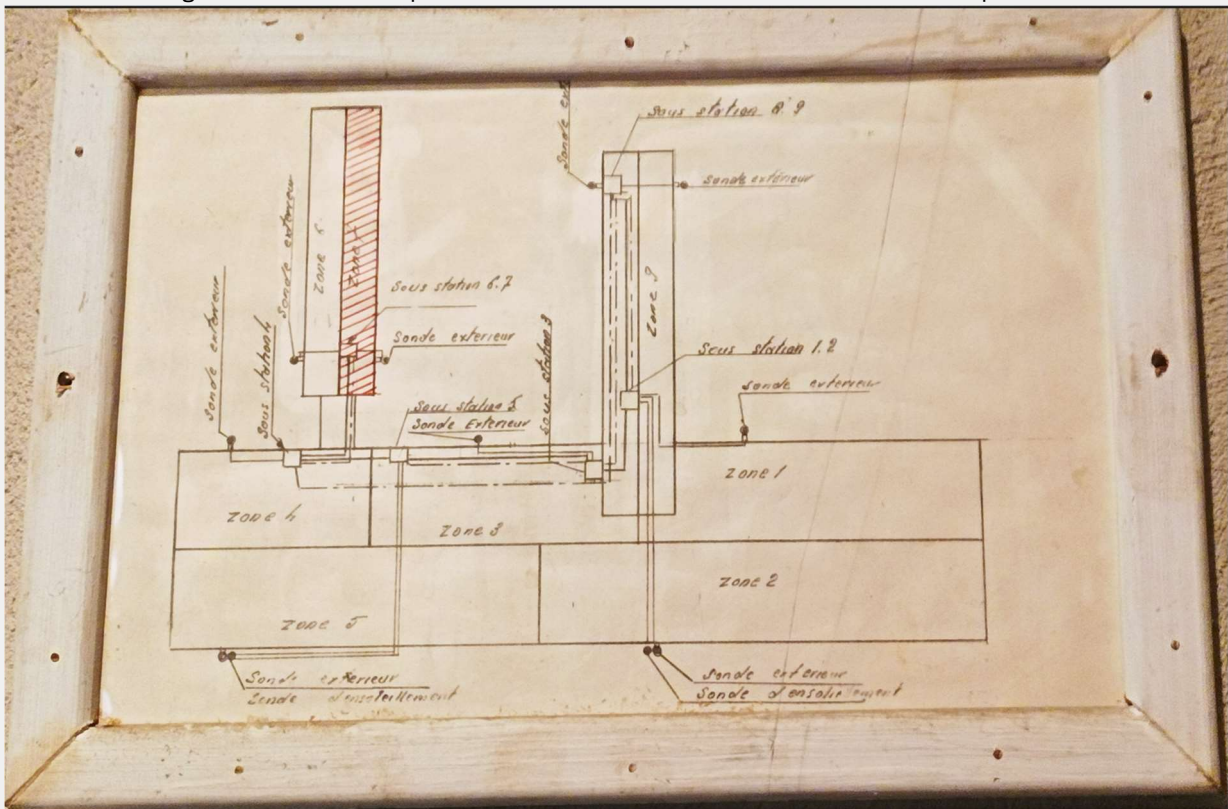
Légende utilisée pour la suite de l'audit :

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

3.2.1 Analyse du contrat d'exploitation

Description de l'exploitation	
Type d'exploitation	Prestataire privé avec visites contractuelles.
Société de maintenance	Hervé Thermique
Périmètre	Chauffage / Ventilation / ECS
Appréciation de la conduite des installations	Bonne qualité de la prestation de maintenance.

3.2.2 Description de la sous-station

Production de chaleur			
Sous-station RCU		P	V
	Énergie :	Eau chaude	
	Type :	Échangeur à plaques	
	Technologie :	Présence d'une coque isolante en bon état	
		3	2
Commentaire			
La production de chaleur et d'ECS du site est assurée par un échangeur sur le réseau de chaleur urbain de la ville de Poitiers. Ce réseau de chaleur est alimenté par une chaufferie biomasse, une chaufferie gaz ainsi qu'une cogénération. Le bouquet énergétique du réseau est le suivant : 60 % Unité de valorisation énergétique (incinération des déchets), 29 % gaz et 11 % biomasse. Le contenu en CO₂ du réseau de chaleur est de 72g/kWh, à titre de comparaison, la valeur est de 234g/kWh pour le gaz. Ce mode de production du chauffage permet au bâtiment d'avoir recours à une énergie peu carbonée. Le schéma ci-dessous, photographié dans la sous-station de la barre MSA, permet d'identifier les différentes zones de chauffage du bâtiment, l'emplacement des sous-stations et des sondes de températures.			
			
Les sous-stations sont identiques : elles disposent d'un départ avec une pompe à débit constant ainsi que d'un régulateur ancien. Seule la sous-station présente dans le garage, au sous-sol de l'accueil, dispose de deux départs : un pour la CTA, un autre pour les radiateurs. L'installation actuelle permet une régulation par zone, et la mise en place de la GTC permettra un suivi des consommations.			

Auxiliaire de chauffage			
Pompe à débit constant SALMSON		P	V
	Puissance électrique :	720 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	1
	Marque :	SALMSON	
	Modèle :	C1230	
	Nombre :	7	
Pompe à débit constant GRUNDFOS		P	V
	Puissance électrique :	1350 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	1
	Marque :	GRUNDFOS	
	Modèle :	UFC 65-120	
	Nombre :	9	
Commentaire			
Les sous-stations disposent de pompes à débit constant afin d'assurer la circulation de l'eau au sein du bâtiment. Nous préconisons le remplacement de l'ensemble des pompes par des modèles à débit variable, cela permettra d'adapter le débit des pompes aux pertes de charge réelles de l'installation en permanence. Nous avons constaté la présence de vanne thermostatique sur de nombreux émetteurs au sein du bâtiment. Lorsque sous l'effet d'apports de chaleur interne, les vannes thermostatiques se ferment, la pression dans le réseau augmente. Les pompes à vitesse variable peuvent s'adapter automatiquement à ces changements de pression, ce qui permet d'importantes économies d'énergie.			

Distribution de chaleur			
Réseaux de chauffage		P	V
	Technologie :	Présence de calorifuge avec quelques défauts	
		2	1
Commentaire			
D'importantes longueurs de réseaux circulent dans le bâtiment. La majorité se trouve en zones chauffées. Dans les zones non chauffées, dans l'ensemble, les réseaux que nous avons observés étaient correctement isolés (Laine de verre + plâtre ou coque aluminium ou film PVC). Cependant, à certains endroits, aucune isolation n'est présente. C'est le cas dans la sous-station n° 1 (photo ci-dessus), ou encore au sous-sol de la barre MSA ou 10 ml de réseaux non isolés circulent en local non chauffé. Cette absence d'isolation engendre des déperditions énergétiques facilement évitables. Nous recommandons la reprise de l'isolation des réseaux lorsque l'isolant est dégradé.			

3.2.3 Description des émetteurs

Émission de chaleur			
Radiateur		P	V
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	
	Température :	Haute	
	Pathologies :	Aucune dégradation	
		2	2
Commentaire			
L'émission du chauffage est réalisée par des radiateurs hydrauliques en acier, globalement en bon état. Bien que la majorité soit équipée de robinets thermostatiques, ce n'est pas le cas de certains émetteurs, notamment au niveau des archives ou dans certaines circulations. Nous préconisons la mise en place de robinets thermostatiques récents sur les émetteurs qui en sont dépourvus, ainsi que le remplacement des modèles anciens.			

3.2.4 Schéma de principe

Aucun schéma de principe n'était disponible dans la sous-station principale du bâtiment. Nous préconisons la réalisation d'un schéma de principe regroupant l'ensemble des installations du site.

3.2.5 Analyse de la conformité

Conformité réglementaire Chauffage	
Nom du local	Chaufferie
Situation	Sous-sol
Accessibilité	Oui
Sens d'ouverture de la porte d'accès	Intérieur vers extérieur
Présence d'une barre antipanique	Non
Présence d'un ferme-porte	Non
Balayage chaufferie	Conforme
Type de ventilation basse	Conduit
Type de ventilation haute	Ouverture en paroi
Surface de plancher de la chaufferie	68 m ²
Hauteur sous plafond	2.8 m
Éclairage	Suffisant
Distance entre chaudière	SO
Présence de BAES	Non
État des BAES	-
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	Non
Paroi coupe-feu	Oui
Porte coupe-feu	Non
Nombre d'extincteurs	1
Présence d'une armoire électrique	Oui
Présence des schémas électriques de l'armoire	Oui
État de l'armoire électrique	Bon état
Espace libre dans l'armoire électrique	Suffisant
Éclairage de l'armoire électrique	Suffisant
Présence d'une coupure extérieure combustible	Oui
Présence d'une signalétique pour la coupure extérieure combustible	Oui
État du coffret de coupure extérieure combustible	État 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
État du coffret de coupure extérieure électrique	Bon état

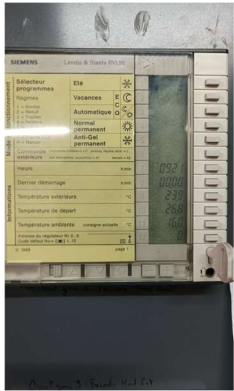


Commentaire

La sous-station principale n'est pas réglementaire par plusieurs aspects. Cependant, la porte actuellement non conforme va être remplacée fin 2022.

Nous avons constaté que le local est actuellement utilisé par les occupants comme un local poubelle pour les encombrants, on y trouve par conséquent de nombreux matériaux inflammables : bois, polystyrène etc.

3.2.6 Description de la régulation

Caractéristiques de la régulation en chaufferie :		Vétusté	Perf.
Régulation	 La régulation du chauffage est assurée par des régulateurs situés dans chaque sous-station. Cela permet d'effectuer une régulation par zone. Plusieurs sondes extérieures sont réparties en façade afin de pouvoir effectuer le calcul de la Loi d'eau. Notons cependant qu'aucun sous comptage n'est réalisé. Nous n'avons pas pu observer le planning de chauffage appliqué.	2	2
Commentaires			
La loi d'eau que nous avons observée est la suivante :  La température de départ constatée, 65°C pour -5°C extérieur est cohérente par rapport au régime de température employé et au niveau d'isolation du bâtiment. Pour les paramètres de simulation du bâtiment, nous avons saisi une température de consigne fixée à 22°C avec un réduit fixé à 16°C. La mise en place d'une GTC est déjà programmée pour fin 2022. Cependant cette intervention concerne uniquement la partie UIOSS, CAF. Nous recommandons la mise en place d'une GTC sur la totalité du bâtiment.			

3.3 Ventilation

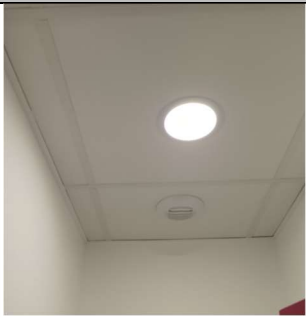
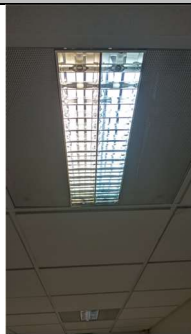
Équipement de ventilation			
Extracteurs simple flux		P	V
	Technologie :	Autoréglable	
	Type :	Sur conduit	
	Extracteur :	Classique	
	Débit d'air :	45 m³/h par bouches	2
	Marque :	ALDES	2
	Locaux desservis :	Bureaux et sanitaire barre UIOSS / Sanitaire MSA	
CTA_CAF		P	V
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et sans caisson de mélange	
	Échangeur :	Échangeur à plaques	
	Débit d'air soufflé :	2300 m³/h	
	Débit d'air repris :	2300 m³/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	2
	Batterie froide :	Hydraulique	2
	Puissance batterie chaude :	275 kW	
	Puissance batterie froide :	211 kW	
	Marque :	CIAT	
	Modèle :	Classic RHE	
	Locaux desservis :	CAF	
CTA_Accueil UIOSS		P	V
	Puissance électrique :	132 kW	
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange	
	Débit d'air soufflé :	12000 m³/h	
	Débit d'air repris :	12000 m³/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	2
	Batterie froide :	Hydraulique	2
	Puissance batterie chaude :	211 kW	
	Puissance batterie froide :	275 kW	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	CIAT	
	Modèle :	CLIMATCIAT airtech 150	
	Locaux desservis :	Accueil UIOSS/CAF	
Ventilation naturelle		P	V
-	Technologie :	Ventilation naturelle par ouverture des fenêtres et défaut d'étanchéité de l'enveloppe	
	Locaux desservis :	Bureaux MSA	-

Commentaire
On retrouve des extracteurs simple flux autoréglable dans les bureaux ainsi que les sanitaires. Cependant, leur répartition est inégale. Certains bureaux disposent de plusieurs bouches d'extractions situées proches les unes des autres alors que certains bureaux en sont dépourvus. Globalement, l'ensemble des bureaux de la barre UIOSS dispose d'extracteurs simple flux. Cependant, la barre MSA est dépourvue de ventilation mécanique (uniquement pour les sanitaires). Une CTA double flux est présente afin d'assurer la ventilation de la partie CAF de l'accueil. Elle dispose d'une batterie chaude hydraulique alimentée depuis la sous-station 5 (au sous-sol à proximité du garage) et d'une batterie froide alimentée par le groupe froid. Un échangeur de chaleur permet de récupérer les calories de l'air extrait ce qui permet de réaliser des économies d'énergie. La ventilation en double flux de la partie accueil de l'UIOSS et de la CAF est gérée par une CTA de la marque CIAT. Cette CTA est alimentée par la pompe à chaleur positionnée à côté en toiture. Régime été : 7°C / 12°C Régime hiver : 45 °C / 40 °C, cela permet d'assurer la climatisation des locaux l'été et une partie du chauffage l'hiver. L'intégralité de la barre MSA est ventilée par ouverture des fenêtres. Ce mode de ventilation est énergivore et ne permet pas un renouvellement d'air suffisant, notamment en hiver. Nous préconisons la mise en place d'une ventilation double flux avec récupérateur de chaleur, cela permettra d'améliorer la qualité de l'air et de limiter les déperditions énergétiques liées au renouvellement d'air.

3.4 Eau Chaude Sanitaire

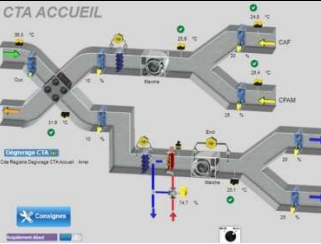
Production ECS			
Commun avec la production de chauffage		P	V
	Mode de production :	Accumulé	
	Locaux desservis :	L'ensemble du bâtiment	
		1	2
Commentaire			
La production d'eau chaude sanitaire est assurée par le réseau de chaleur urbain par l'intermédiaire de l'échangeur et d'un ballon de 3000 L correctement calorifugé. Un bouclage assure une circulation d'eau chaude en continu afin que les occupants puissent disposer rapidement d'eau chaude dans les sanitaires. Cependant, cela est énergivore pour un bénéfice moindre. Ce système dessert également la cuisine. Nous recommandons la dépose des réseaux de distribution dans les sanitaires. Le ballon sera conservé pour répondre aux besoins en eau chaude de la cuisine.			

3.5 Éclairage

Éclairage intérieur				
Dalle LED			P	V
	Technologie :	Luminaires LED	3	2
	Type de luminaire :	Dalle		
	Nombre de lampes par luminaire :	1		
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	32 W		
	Type d'éclairage :	Éclairage direct		
	Localisation :		Bureaux et salles de réunion	
Ampoule LED			P	V
	Technologie :	Luminaires LED	3	2
	Type de luminaire :	Ampoule		
	Nombre de lampes par luminaire :	1		
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	9 W		
	Type d'éclairage :	Éclairage direct		
	Localisation :		Circulations / bureaux	
Tubes Fluorescents T8			P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T8	1	2
	Type de luminaire :	Tube		
	Nombre de lampes par luminaire :	3		
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	36 W		
	Type d'éclairage :	Éclairage direct		
	Localisation :		Bureaux / Circulations	
Commentaire				
Un relamping LED est en cours au sein du bâtiment. Cependant, de nombreuses parties du bâtiment disposent encore d'éclairage énergivore de type T8. La régulation de l'éclairage dans les sanitaires et les circulations n'est pas homogène. On retrouve des interrupteurs manuels majoritairement, mais certaines zones ont bénéficié de la mise en place de détection de présence. Nous recommandons le remplacement de l'intégralité des luminaires anciens par des luminaires LED. Concernant les bureaux, la mise en place d'une gradation automatique de l'éclairage est possible en raison de l'importante surface vitrée.				

3.6 Climatisation

Production de froid			
Groupe froid		P	V
	Type :	Groupe froid (réversible)	
	Technologie :	EER >= 3,5	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Marque :	CIAT	
	Modèle :	AQUACIATPOWER ILD	
	Année	2014	
		2	2
Unité de climatisation		P	V
	Type :	Monosplit	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Façade	
	Année :	2011	
	Marque :	DAIKIN	
	Modèle :	RKS50J2V1B	
	Nombre :	~ 10	
		1	1
Commentaire			
Un groupe froid est présent en toiture-terrasse de l'accueil afin d'assurer la climatisation du rez-de-chaussée du bâtiment. Ce modèle performant, alimente la batterie froide de la CTA. On retrouve de nombreuses unités individuelles de climatisation sur les façades, ou au sol à l'extérieur du bâtiment. La faible performance thermique de l'enveloppe de bâtiment le rend particulièrement inconfortable l'été. Cela pousse les occupants à demander l'installation de climatisation dans les bureaux.			

Distribution de froid				
Réseaux de froid		P	V	
	Nature :	Acier galvanisé	2	
	Technologie :	Présence de calorifuge sur l'ensemble des réseaux		2
	Type d'isolation :	Laine de verre revêtue d'une coque aluminium		
	Localisation :	En galerie technique		
Commentaire				
Les réseaux d'eau glacée circulent en faux plafond. Nous avons observé la présence de calorifuge sur les réseaux.				

Régulation centrale froid			
Régulation centrale froid		P	V
	Technologie :	GTC	12
	Performance régulation :	Optimisable	
	Marque :	SAUTER	
	Locaux desservis :	Accueil	
Commentaire			
La régulation de la climatisation de la partie accueil est gérée directement sur une GTC. Cependant, des dysfonctionnements ont été témoignés et constatés durant notre visite. La régulation actuelle est faite à l'aide de sonde de température placée dans les gaines. L'emplacement des sondes ne permet donc pas de déterminer la température des pièces. Nous préconisons un audit de la régulation actuelle qui est défectueuse.			

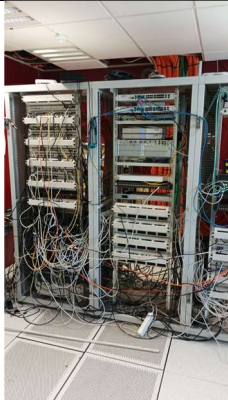
Émission de froid			
Ventilo-convecteurs froid		P	V
	Locaux desservis :	Bureaux, local serveur	
	Énergie :	Électrique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Murale	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Modèle :	FTXS20K2V1B	
Soufflage CTA - Froid		P	V
	Position :	Bouche de soufflage plafonnrière	
	Technologie :	Soufflage depuis une CTA	

Commentaire

Des splits muraux assurent l'émission de la climatisation pour les bureaux qui en dispose. La régulation se fait par télécommande, cela peut engendrer d'importantes dérives si les usagers ne sont pas sensibilisés aux économies d'énergie.

L'émission du froid est assurée par des bouches du soufflage plafonniers.

3.7 Autres usages

Équipements de cuisine		P	V
	Type : d'énergie Électricité et gaz	2	2
Autres usages			
Imprimante		P	V
	Utilisation Fréquente	2	2
	Nombre Environ 30		
Baie de brassage		P	V
	Durée de fonctionnement quotidien : 24 h		
	Type : Baie de brassage	2	2
	Extinction hors utilisation : Fonctionnement permanent		
	Localisation : Salle serveur		
Équipements de bureautique		P	V
	Type : PC fixe + écran	2	2
	Extinction hors utilisation : Fréquent		

Commentaire

Une extinction généralisée de la bureautique est en place actuellement avec allumage automatique des postes informatiques. Cela présente le défaut de voir les ordinateurs s'allumer le matin même si personne ne l'utilise.

L'informatique du bâtiment représente la majorité des consommations d'électricité du bâtiment. Ces consommations énergétiques sont difficilement compressibles par des interventions. Le comportement des usagers est déterminant pour réduire ces consommations.

4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE

4.1 Usages énergétiques du site

	Réseau de chaleur	Électricité
Chauffage	X	
Refroidissement		X
ECS	X	
Auxiliaires		X
Éclairage		X
Usages spécifiques		X

4.2 Plan de comptage des énergies

4.2.1 Description de l'approvisionnement en électricité

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PDL	Fournisseur	Puissance souscrite
UIOSS 86	Fournisseur	-	-	-	-

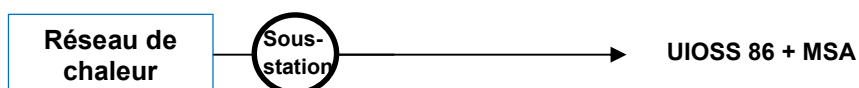
- > Le plan de comptage actuel de l'électricité est très précis
- > Les parties MSA et UIOSS sont différenciées
- > L'ensemble des usages dispose d'un sous comptage : Ventilation, informatique, groupe froid, laverie, cuisine, téléphone, informatique...
- > Cependant, nous avons été informés lors de notre visite que l'ensemble des données liées au sous-comptage ne sont pas exploitées en raison d'un problème d'incompatibilité du logiciel en place.
- > **Nous préconisons un audit du télé relevage en place afin que l'installation actuelle de sous comptage puisse être utilisée.**

4.2.2 Description de l'approvisionnement en chaleur

Le site dispose d'un seul compteur général.

Zone	Type de compteur	Photographie compteur	PCE	Fournisseur
UIOSS 86	Compteur thermique		-	Le réseau de chaleur de Grand Poitiers

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



Un sous comptage plus précis sera réalisé avec l'installation de la GTC.

Cependant, cette installation est prévue uniquement pour la partie UIOSS. Nous préconisons la mise en place de sous compteur dans l'ensemble des sous-stations du bâtiment afin de suivre les consommations énergétiques de chaque zone.

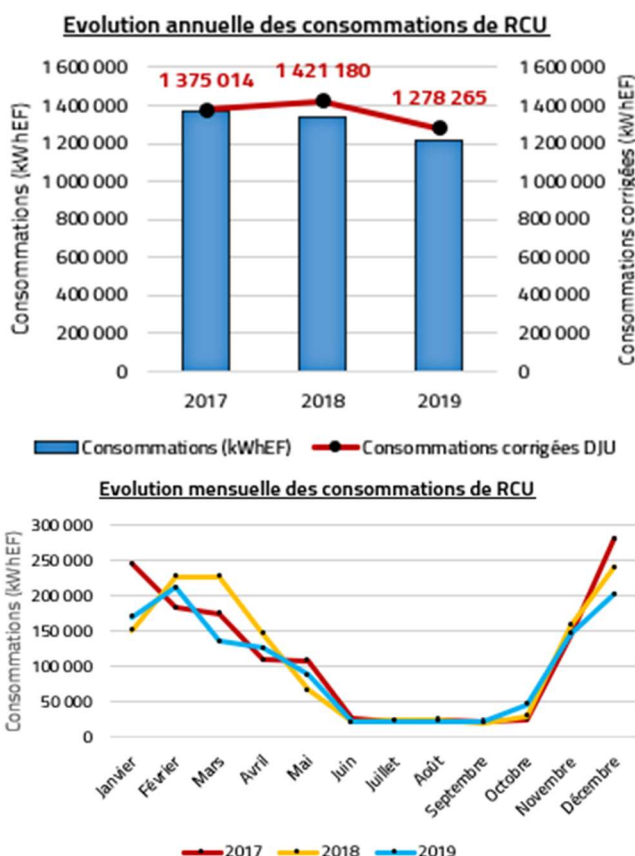
4.3 Historique des consommations

4.3.1 Réseau de Chaleur Urbain

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

Consommations énergétiques réelles			2017	2018	2019	Moyenne classique (kWhEF PCI)	Moyenne corrigée DJU (kWhEF PCI)	Ratio kWhEP/m²
RCU	Consommations d'énergie	kWhEF	1 367 000	1 338 000	1 214 000	1 306 333	1 358 153	77
	Émission de CO2	kg eq CO2	98 424	96 336	87 408	94 056	97 787	
	Dépense	€ TTC	109 345	106 592	96 883	104 273	108 407	
	Coûts unitaires	€ TTC/kWh	0,08	0,08	0,08	0,08		

Évolution des consommations réelles



L'analyse des consommations énergétiques a été réalisée sur la période 2017 – 2019.

Entre 2017 et 2019, les consommations énergétiques du bâtiment ont diminué significativement (-7%). Précisons que cette tendance s'observe sur une période plus longue. En effet, les consommations énergétiques sont à la baisse depuis 2010. Cela peut s'expliquer par les travaux d'isolation effectués ponctuellement (ITI des murs, Isolation des faux plafond).

L'analyse de la consommation énergétique mensuelle permet de constater une homogénéité des courbes sur les différentes années d'étude. Cela prouve que la régulation du chauffage s'effectue correctement.

La consommation mensuelle nous permet également d'identifier la part de L'ECS dans les consommations totales. En effet, la consommation hors période de chauffage (Juin-Octobre) correspond uniquement à l'eau chaude sanitaire.

Cela représente environ 20 000 kWh mensuels, soit 240 000 kWh chaque année, majoritairement pour l'eau chaude dans les sanitaires et de la cuisine.

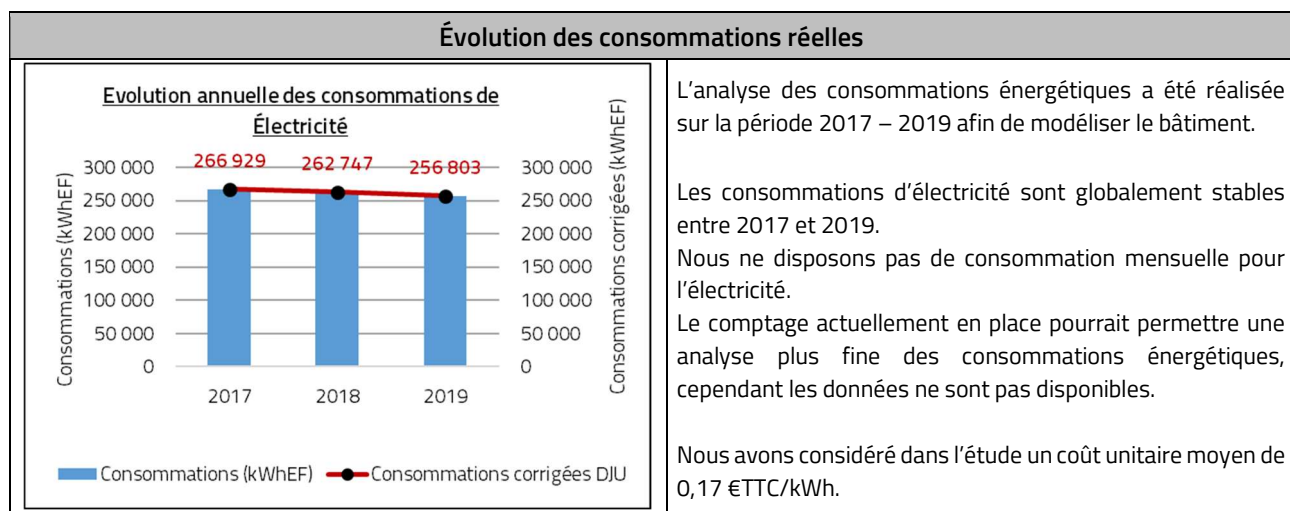
Cette consommation énergétique est très importante pour un confort minime, et elle est due au bouclage sanitaire.

Nous avons considéré dans l'étude un coût unitaire moyen de 8c€TTC/kWh, suite à l'étude des factures qui nous ont été communiquées.

4.3.2 Électricité

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

Consommations énergétiques réelles			2017	2018	2019	Moyenne classique (kWhEF)	Ratio kWhEP/m ²
Électricité	Consommations d'énergie	kWhEF	794 760	804 690	795 298	798 249	111
	Émission de CO2	kg eq CO2	66 760	67 594	66 805	67 053	
	Dépense	€TTC	135 109	136 797	135 201	135 702	
	Coûts unitaires	€TTC/kWh	0,170	0,170	0,170	0,170	



4.3.3 Analyse des contrats de fourniture d'énergie

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

Énergie	Fournisseur	Type de contrat
Électrique	NC	Non transmis
Réseau de chaleur Urbain	NC	Non transmis

Commentaires :
Les contrats n'ont pas été transmis.

4.4 Respect des exigences du Décret Tertiaire

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

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

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

Consommations énergétiques corrigées à la rigueur climatique (toutes énergies confondues en kWh)									
2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
1 729 308	1 834 950	1 847 350	1 853 766	1 824 472	1 951 706	2 228 127	2 190 670	1 927 444	2 659 101

L'année 2010 étant la plus consommatrice sur ces dix dernières années, elle est sélectionnée pour année de référence. La consommation de référence associée est de **174 kWhEF/m²SP.an**

Il est donc déjà possible de valoriser les travaux énergétiques réalisés entre l'année d'étude et 2010, dans l'atteinte des objectifs énergétiques réglementaires, soit **30%**. **Cette valorisation facilitera grandement l'atteinte des objectifs du Décret Tertiaire.**

Cela permet également de constater une tendance à la baisse des consommations énergétiques du bâtiment sur une période assez longue

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

Calcul des objectifs « décret tertiaire » :

Les objectifs de consommation d'énergie calculés sont :

- Objectif absolu 2030 = 80 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2030 (-40%) = 104 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 87 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 70 kWhEF/m²

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

Objectifs « décret tertiaire » retenus :

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

- Objectif relatif 2030 (-40%) = 104 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 87 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 70 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 gains énergétiques

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.

Contrainte décret tertiaire	
Contraintes techniques	
Façade incompatible avec ITE ?	Non ⁶
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 potentielle/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 patrimoniales ⁷	
Bâtiments classés ?	Non
Bâtiment d'avant 1930 (bâtiment qualitatif) ou matériaux nobles (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 ⁸ > 30ans ?	Oui
Travaux de renouvellement des équipements énergétiques : TRI > 15ans ?	Oui
Mise en place de système d'optimisation et d'exploitation des systèmes : TRI > 6ans ?	Oui

⁶ Le fait que le bâtiment soit répertorié comme architecture remarquable peut être un frein à sa rénovation

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

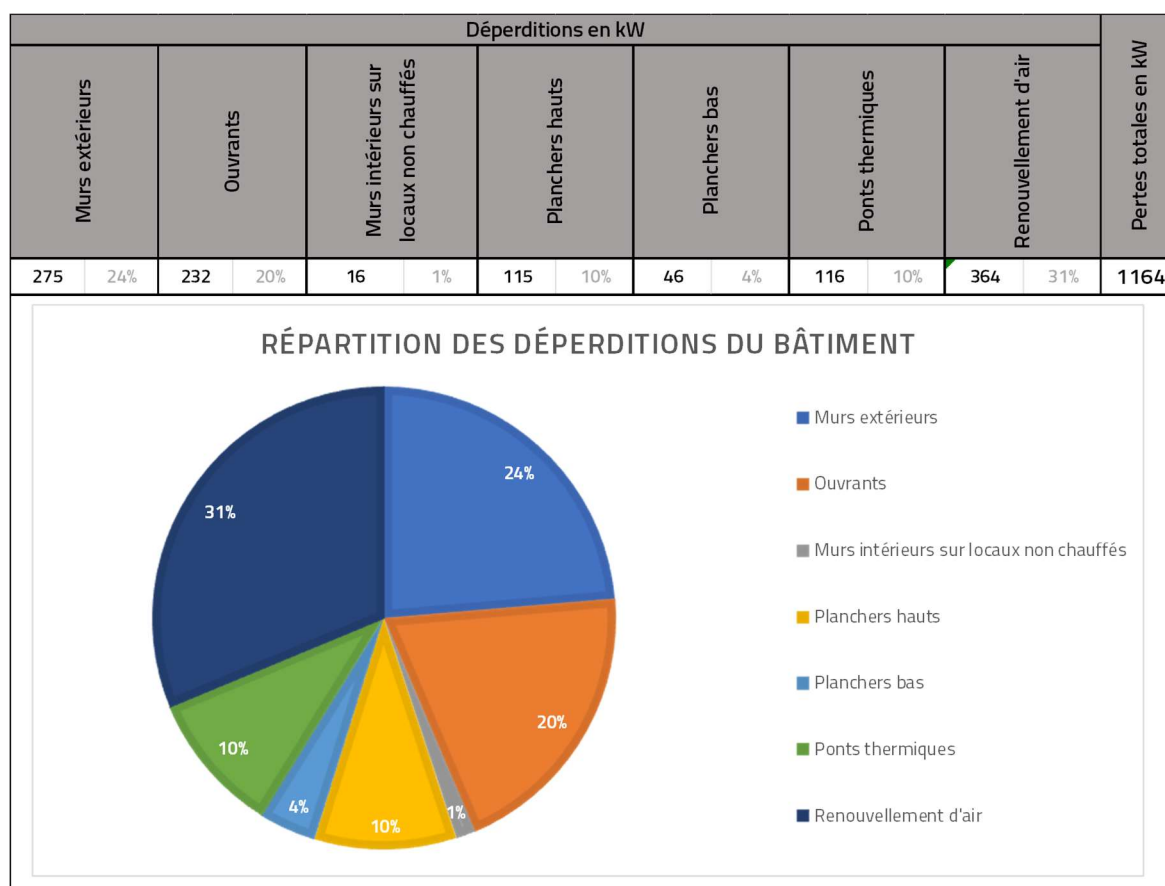
⁸ TRI : Temps de retour sur investissement

5 ÉTUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

5.1 Analyse des déperditions thermiques du site

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

Les déperditions ci-dessous sont données pour une température intérieure de 19°C et une température extérieure de -7°C.



Commentaire

Le renouvellement de l'air représente le premier poste de déperditions avec 31% des déperditions totales. Cela s'explique par les nombreuses installations de ventilation au sein du bâtiment ainsi que par la faible étanchéité à l'air du bâtiment.

Le deuxième poste de déperdition concerne les murs extérieurs avec 24% du total. Leur isolation constitue le principal levier pour réduire les consommations énergétiques. L'isolation des murs devra se faire conjointement avec le remplacement des menuiseries, qui représentent 20% des déperditions totales.

La faible part des ponts thermiques dans les déperditions s'explique par l'absence d'isolation de la majorité des murs du bâtiment.

Le principal gisement d'économie d'énergie réside dans l'isolation des murs extérieurs et le remplacement des menuiseries.

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 :

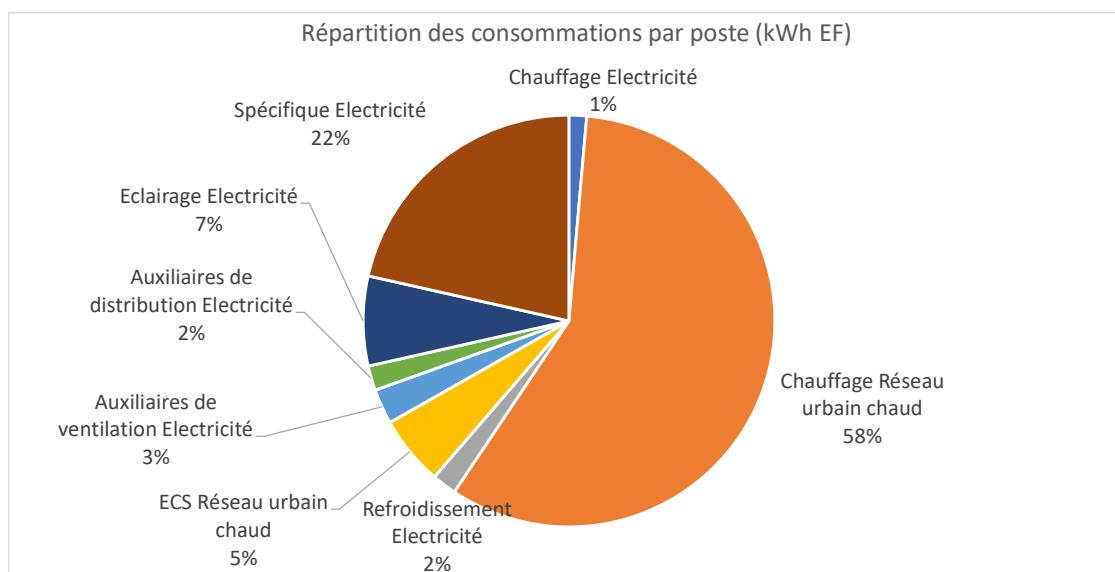
Ubat (W/m².K)	1,53	Le bâtiment est mal isolé
Svitrage / Sfaçade	33%	Les façades sont fortement vitrées
Inertie	Moyenne	Avec une structure en béton, et une enveloppe fortement vitrée, l'inertie du bâtiment est moyenne.
Étanchéité à l'air	Faible	Faible étanchéité à l'air des ouvrants

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	Énergie				
Chauffage	Électricité	30 110	77 683	5 420	5 119
Chauffage	Réseau urbain chaud	1 265 335	1 265 335	88 573	67 720
Refroidissement	Électricité	42 404	109 403	1 696	7 209
ECS	Réseau urbain chaud	118 925	118 925	8 325	6 365
Auxiliaires de ventilation	Électricité	60 087	155 024	5 047	10 215
Auxiliaires de distribution	Électricité	42 399	109 389	3 562	7 208
Éclairage	Électricité	153 638	396 387	12 906	26 118
Spécifique	Électricité	468 206	1 207 971	39 329	79 595

TOTAL		2 181 104	3 440 117	164 858	209 548
--------------	--	------------------	------------------	----------------	----------------



			Étiquettes	
			Énergie	Climat
UIOSS 86 + MSA	203	kWhEP/m ² .an	C	B
	10	kgeqCO ₂ /m ² .an		

Commentaires

- > La majorité des consommations est liée au chauffage du site et aux usages spécifiques (informatiques, ascenseurs, etc)
- > La conversion en énergie primaire joue en défaveur des postes consommateurs d'électricité par rapport aux postes consommateurs de gaz naturel⁹. Cependant, l'énergie électrique est conventionnellement moins émettrice de CO₂ que le gaz naturel, ce qui est plus favorable à l'étiquette environnementale.

5.4 Comparaison des consommations réelles et simulées

Le tableau ci-dessous récapitule les écarts entre les consommations simulées et réelles sur la moyenne des consommations évoquées au paragraphe 4.3.

	Réelles	Théoriques (corrigées de la rigueur climatique)	Écarts
Consommations – Réseau de chaleur (kWh EF/PCI)	1 358 153	1 384 259	1,9%
Consommations - Électricité (kWh EF/PCI)	798 249	796 844	-0,2%
Consommations totales (kWh _{EF})	2 156 402	2 170 958	-1%

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

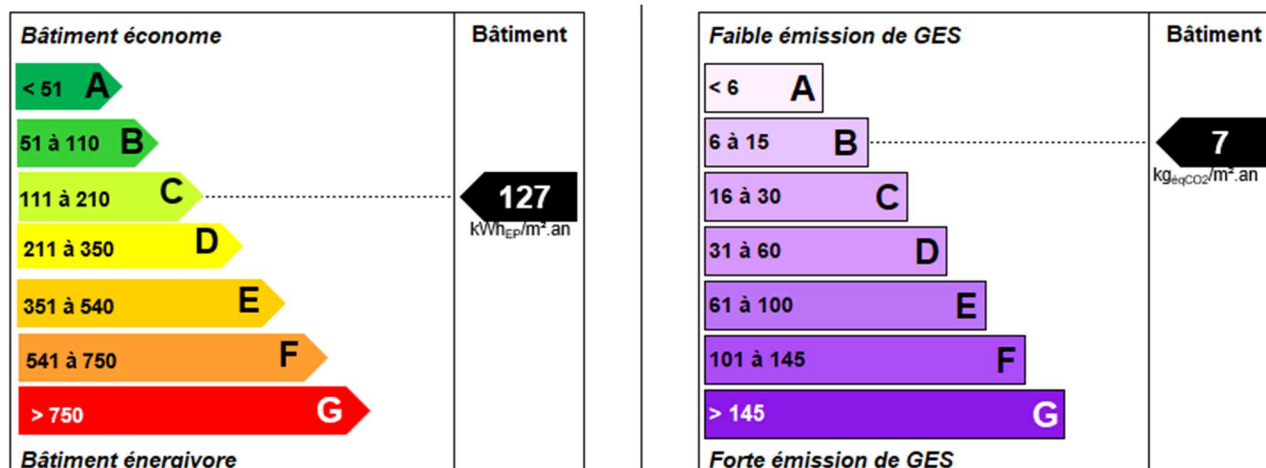
⁹ La conversion en énergie primaire de l'électricité entraîne l'apparition d'un coefficient de 2,58 dû à la prise en compte des pertes et des rendements lors de la production et la distribution de l'électricité.

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

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



État initial :



¹⁰ Ces étiquettes présentent la consommation C_{EP} . Ce ne sont pas des étiquettes DPE officielles.

6 ÉNERGIES RENOUVELABLES

6.1 Installations d'énergies renouvelables existantes

Actuellement, aucune autre énergie renouvelable n'est installée sur le site.

6.2 Potentiels d'ENR

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

Biomasse	
Capacité de livraison	Oui
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Foncier disponible pour un silo	Oui
Surface disponible	0 m ²
Adéquation au besoin	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le site est actuellement alimenté par un réseau de chaleur et n'a pas besoin d'une chaufferie bois.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Non
Surface disponible	0 m ²
Nature du sol	Sans objet
Présence d'une nappe	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Aucune nappe phréatique à proximité du site. Cette solution n'est donc pas étudiée.
Aérothermie (PAC)	
Surface disponible	100 m ²
Zone climatique favorable	Oui
Technologie	-
Besoin rafraîchissement	Non
Potentiel	Fort
Commentaires	La mise en place de pompe à chaleur pour la production de chaleur est possible sur le site. Toutefois, le mode de production actuel est performant.

Solaire thermique	
Orientation toiture	Sud
Présence de masque solaire	Nul
Surface disponible	500 m ²
Type de toiture	Toiture-terrasse
Adéquation avec les besoins thermiques	Non
Potentiel	Fort
Commentaires	Une surface non négligeable de toiture-terrasse est présente sur site. De plus, celle-ci est bien orientée. Toutefois, les besoins en eau chaude sanitaire sont faibles et par conséquent cette solution ne présente pas d'intérêt.
Solaire photovoltaïque	
Orientation toiture	Sud
Présence de masque solaire	Les barres doivent être prises en compte comme masque solaire
Surface disponible	6 500 m ²
Type	Ombrière de parking
Potentiel	Fort
Commentaires	Une surface importante est disponible afin d'installer des ombrières de parking. Cela présenterait le double avantage de protéger les véhicules et de produire une énergie renouvelable.
Éolien	
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 instantané concomitant	Non
Stockage ECS	Non
Mise en place facile	Non
Potentiel	Faible
Commentaires	Le besoin en eau chaude sanitaire est faible durant la journée. Un système permettant la récupération de chaleur sur les eaux grises n'est pas intéressant.
Récupération de chaleur sur groupe froid	
Présence de groupe froid	Oui
Zone d'implantation des groupes froids accessible	Oui
Place disponible	Non
Groupe froid récent	Non
Liaison groupe récupérateur/chaufferie pertinente	Non
Potentiel	Faible

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 d'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** » comportent 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	Cout global scénario (€ HT)	TRA (annuel)
				KWh EF / PCI	Gain (%)					
SCENARIO 1	Mise aux normes de la chaufferie	Action urgente	-	-	-	7,9%	1 000 €	0 €	184 190 €	11
	Audit de la régulation CTA	Action urgente	-	-	-		3 500 €	0 €		
	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	Action de pilotage	-	-	-		40 000 €	17 280 €		
	Mise en place de pompes à débit variables	Travaux sur les systèmes	7 370 €	62 452	2,9%		32 690 €	0 €		
	Mise en place de robinet thermostatiques récent	Travaux sur les systèmes	9 208 €	128 345	5,9%		105 000 €	9 720 €		
	Reprise du calorifugeage des réseaux	Action d'entretien	4 348 €	46 449	2,1%		2 000 €	1 600 €		

SCENARIO 2	Mise aux normes de la chaufferie	Action urgente	-	-	-	50,6%	1 000 €	0 €	6 157 087 €	38
	Audit de la régulation CTA	Action urgente	-	-	-		3 500 €	0 €		
	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	Action de pilotage	-	-	-		40 000 €	17 280 €		
	Réfection de la toiture terrasse de l'accueil	Travaux sur le bâti	14 199 €	216 641	9,9%		501 142 €	46 368 €		
	Isolation des planchers bas donnant sur LNC	Travaux sur le bâti	5 139 €	58 105	2,7%		38 094 €	18 285 €		
	Remplacement des façades légères des barres / isolation par l'extérieur de l'accueil et remplacement des menuiseries	Travaux sur le bâti	43 213 €	752 838	34,5%		5 098 546 € Barre : 4 816 894 € Accueil : 281 652 €	123 467 €		
	Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit	Travaux sur le bâti	6 869 €	90 016	4,1%		206 160 €	5 400 €		
	Mise en place de pompes à débit variables	Travaux sur les systèmes	7 370 €	62 452	2,9%		32 690 €	0 €		
	Mise en place de robinet thermostatiques récent	Travaux sur les systèmes	9 208 €	128 345	5,9%		105 000 €	9 720 €		
	Rénovation de l'éclairage	Travaux sur les systèmes	11 067 €	69 982	3,2%		104 955 €	0 €		
	Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires	Travaux sur les systèmes	3 594 €	61 773	2,8%		24 000 €	0 €		
	Reprise du calorifugeage des réseaux	Action d'entretien	4 348 €	46 449	2,1%		2 000 €	1 600 €		

	ACTIONS (TRAVAUX / INTERVENTIONS)	Type intervention	Économies annuelles (€ TTC)	Économies (kWh EF PCI)		Économie globale scénario (%)	Coût des travaux (€ HT)	Valorisation CEE	Cout global scénario (€ HT)	TRA (annuel)
				KWh EF / PCI	Gain (%)					
SCÉNARIO 2 bis	Mise aux normes de la chaufferie	Action urgente	-	-	-	47,1%	1 000 €	0 €	3 717 525 €	30
	Audit de la régulation CTA	Action urgente	-	-	-		3 500 €	0 €		
	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	Action de pilotage	-	-	-		40 000 €	17 280 €		
	Réfection de la toiture terrasse de l'accueil	Travaux sur le bâti	14 199 €	216 641	9,9%		501 142 €	46 368 €		
	Isolation des planchers bas donnant sur LNC	Travaux sur le bâti	5 139 €	58 105	2,7%		38 094 €	18 285 €		
	Isolation par l'intérieur de l'ensemble des murs non isolés	Travaux sur le bâti	28 724 €	492 673	22,6%		1 094 090 €	77 913 €		
	Remplacement des menuiseries peu performantes	Travaux sur le bâti	20 050 €	331 242	15,2%		1 564 894 €	45 554 €		
	Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit	Travaux sur le bâti	6 869 €	90 016	4,1%		206 160 €	5 400 €		
	Mise en place de pompes à débit variables	Travaux sur les systèmes	7 370 €	62 452	2,9%		32 690 €	0 €		
	Mise en place de robinet thermostatiques récent	Travaux sur les systèmes	9 208 €	128 345	5,9%		105 000 €	9 720 €		
	Rénovation de l'éclairage	Travaux sur les systèmes	11 067 €	69 982	3,2%		104 955 €	0 €		
	Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires	Travaux sur les systèmes	3 594 €	61 773	2,8%		24 000 €	0 €		
	Reprise du calorifugeage des réseaux	Action d'entretien	4 348 €	46 449	2,1%		2 000 €	1 600 €		

SCENARIO 3	Mise aux normes de la chaufferie	Action urgente	-	-	-	64,8%	1 000 €	0 €	7 221 600 €	31
	Audit de la régulation CTA	Action urgente	-	-	-		3 500 €	0 €		
	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	Action de pilotage	-	-	-		40 000 €	17 280 €		
	Réfection de la toiture terrasse de l'accueil	Travaux sur le bâti	14 199 €	216 641	9,9%		501 142 €	46 368 €		
	Isolation des planchers bas donnant sur LNC	Travaux sur le bâti	5 139 €	58 105	2,7%		38 094 €	18 285 €		
	Remplacement des façades légères des barres / isolation par l'extérieur de l'accueil et remplacement des menuiseries	Travaux sur le bâti	43 213 €	752 838	34,5%		5 098 546 € Barre : 4 816 894 € Accueil : 281 652 €	123 467 €		
	Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit	Travaux sur le bâti	6 869 €	90 016	4,1%		206 160 €	5 400 €		
	Mise en place de pompes à débit variables	Travaux sur les systèmes	7 370 €	62 452	2,9%		32 690 €	0 €		
	Mise en place de robinet thermostatiques récent	Travaux sur les systèmes	9 208 €	128 345	5,9%		105 000 €	9 720 €		
	Rénovation de l'éclairage	Travaux sur les systèmes	11 067 €	69 982	3,2%		104 955 €	0 €		
	Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires	Travaux sur les systèmes	3 594 €	61 773	2,8%		24 000 €	0 €		
	Mise en place d'une ventilation double flux pour les bureaux de la MSA	Travaux sur les systèmes	-3 792 €	2 000	0,1%		416 183 €	10 558 €		
	Installation photovoltaïque en ombrière de parking	Travaux sur les systèmes	62 155 €	371 500	17,0%		648 410 €	0 €		
	Reprise du calorifugeage des réseaux	Action d'entretien	4 348 €	46 449	2,1%		2 000 €	1 600 €		

SCENARIO 3 bis	Mise aux normes de la chaufferie	Action urgente	-	-	-	62,2%	1 000 €	0 €	4 782 118 €	24
	Audit de la régulation CTA	Action urgente	-	-	-		3 500 €	0 €		
	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	Action de pilotage	-	-	-		40 000 €	17 280 €		
	Réfection de la toiture terrasse de l'accueil	Travaux sur le bâti	14 199 €	216 641	9,9%		501 142 €	46 368 €		
	Isolation des planchers bas donnant sur LNC	Travaux sur le bâti	5 139 €	58 105	2,7%		38 094 €	18 285 €		
	Isolation par l'intérieur de l'ensemble des murs non isolés	Travaux sur le bâti	28 724 €	492 673	22,6%		1 094 090 €	77 913 €		
	Remplacement des menuiseries peu performantes	Travaux sur le bâti	20 050 €	331 242	15,2%		1 564 894 €	45 554 €		
	Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit	Travaux sur le bâti	6 869 €	90 016	4,1%		206 160 €	5 400 €		
	Mise en place de pompes à débit variables	Travaux sur les systèmes	7 370 €	62 452	2,9%		32 690 €	0 €		
	Mise en place de robinet thermostatiques récent	Travaux sur les systèmes	9 208 €	128 345	5,9%		105 000 €	9 720 €		
	Rénovation de l'éclairage	Travaux sur les systèmes	11 067 €	69 982	3,2%		104 955 €	0 €		
	Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires	Travaux sur les systèmes	3 594 €	61 773	2,8%		24 000 €	0 €		
	Mise en place d'une ventilation double flux pour les bureaux de la MSA	Travaux sur les systèmes	-3 792 €	2 000	0,1%		416 183 €	10 558 €		
	Installation photovoltaïque en ombrière de parking	Travaux sur les systèmes	62 155 €	371 500	17,0%		648 410 €	0 €		

8 SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

8.1 Scénario 1 : Action à faible investissement

8.1.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Mise aux normes de la chaufferie	1 000	€HT
Action urgente	2	Audit de la régulation CTA	3 500	€HT
Action de pilotage	3	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	40 000	€HT
Travaux sur les systèmes	10	Mise en place de pompes à débit variables	32 690	€HT
Travaux sur les systèmes	11	Mise en place de robinets thermostatiques	105 000	€HT
Action d'entretien	16	Reprise du calorifugeage des réseaux	2 000	€HT
Coût des travaux			184 190	€HT

Évolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Écart
Évolution de la consommation en énergie finale (kWh)	2 181 104	▶ 2 109 131	8%

Évolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Écart	
Évolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	203	C	▶	189	C	7%
Évolution de la classe climat (kg _{CO2} /m² _{SHON})	10	B	▶	9	B	8%

Évolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire - TH-C-E ex				
Évolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Écart par rapport au CEP _{ref}
	127	92	126	38%
	111 à 210 C	51 à 110 B	111 à 210 C	

8.1.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	7% soit 225 486 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	8% soit 171 973 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	8% soit 13 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-13 149 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	3 575 000 kWh _{CUMAC}
Valorisation CEE	28 600 €
Temps de retour sur investissement actualisé	11 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	0,8 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	14 555 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	195 241 €TTC
Dépenses de maintenance	5 355 €TTC
Dépenses de renouvellement	2 600 €TTC

8.1.3 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).

La surface du bâtiment étant supérieure à 1000 m², les travaux devront respecter la réglementation thermique globale.

8.1.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	6 764 588 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	5 159 177 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	380 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	11 583 321 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	226 942 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	110 187 €TTC
Coût global (avec investissements)	12 104 640 €TTC

8.2 Scénario 2 : -40% sur énergie finale

8.2.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Mise aux normes de la chaufferie	1 000	€HT
Action urgente	2	Audit de la régulation CTA	3 500	€HT
Action de pilotage	3	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	40 000	€HT
Travaux sur le bâti	4	Réfection de la toiture-terrasse de l'accueil	501 142	€HT
Travaux sur le bâti	5	Isolation des planchers bas donnant sur LNC	38 094	€HT
Travaux sur le bâti	6	Remplacement des façades légères des barres / isolation par l'extérieur de l'accueil et remplacement des menuiseries	5 098 546	€HT
Travaux sur le bâti	9	Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit	206 160	€HT
Travaux sur les systèmes	10	Mise en place de pompes à débit variables	32 690	€HT
Travaux sur les systèmes	11	Mise en place de robinets thermostatiques récents	105 000	€HT
Travaux sur les systèmes	12	Rénovation de l'éclairage	104 955	€HT
Travaux sur les systèmes	13	Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires	24 000	€HT
Action d'entretien	16	Reprise du calorifugeage des réseaux	2 000	€HT
Coût des travaux			6 157 087	€HT

Évolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Écart
Évolution de la consommation en énergie finale (kWh)	2 181 104	► 1 076 404	51%

Évolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Écart	
Évolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	203	C	▶	128	C	37%
Évolution de la classe climat (kg _{CO2} /m² _{SHON})	10	B	▶	5	A	49%

Évolution des consommations d'énergie primaire – Résultats selon la méthode réglementaire – TH-C-E ex				
Évolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Écart par rapport au CEP _{ref}
	127	92	73	-21%
	111 à 210 C	51 à 110 B	51 à 110 B	

8.2.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	37% soit 1 271 855 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	51% soit 1 104 700 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	49% soit 80 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-71 446 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	27 765 020 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	222 120 €
Temps de retour sur investissement actualisé	38 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	4,8 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	76 765 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	136 944 €TTC
Dépenses de maintenance	5 355 €TTC
Dépenses de renouvellement	2 600 €TTC

8.2.3 Application de la réglementation thermique

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

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

8.2.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	38 155 658 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	33 140 992 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	2 406 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	8 124 648 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	226 942 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	110 187 €TTC
Coût global (avec investissements)	14 618 864 €TTC

8.3 Scénario 2 bis : -40% sur énergie finale

8.3.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Mise aux normes de la chaufferie	1 000	€HT
Action urgente	2	Audit de la régulation CTA	3 500	€HT
Action de pilotage	3	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	40 000	€HT
Travaux sur le bâti	4	Réfection de la toiture-terrasse de l'accueil	501 142	€HT
Travaux sur le bâti	5	Isolation des planchers bas donnant sur LNC	38 094	€HT
Travaux sur le bâti	7	Isolation par l'intérieur de l'ensemble des murs non isolés	1 094 090	€HT
Travaux sur le bâti	8	Remplacement des menuiseries peu performantes	1 564 894	€HT
Travaux sur le bâti	9	Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit	206 160	€HT
Travaux sur les systèmes	10	Mise en place de pompes à débit variables	32 690	€HT
Travaux sur les systèmes	11	Mise en place de robinets thermostatiques récents	105 000	€HT
Travaux sur les systèmes	12	Rénovation de l'éclairage	104 955	€HT
Travaux sur les systèmes	13	Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires	24 000	€HT
Action d'entretien	16	Reprise du calorifugeage des réseaux	2 000	€HT
Coût des travaux			3 717 8525	€HT

Évolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Écart
Évolution de la consommation en énergie finale (kWh)	2 181 104	▶ 1 154 346	47%

Évolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Écart	
Évolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	203	C	▶	130	C	34%
Évolution de la classe climat (kgCO ₂ /m² _{SHON})	10	B	▶	5	A	45%

Évolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire - TH-C-E ex					Écart par rapport au CEP _{ref}
Évolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}		
	127	92	75		
	111 à 210 C	51 à 110 B	51 à 110 B		-18%

8.3.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	34% soit 1 172 883 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	47% soit 1 026 758 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	45% soit 74 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-65 724 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	0 €TTC
CEE Mobilisables	27 765 020 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	222 120 €
Temps de retour sur investissement actualisé	30 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	3,2 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	49 951 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	142 666 €TTC
Dépenses de maintenance	5 355 €TTC
Dépenses de renouvellement	2 600 €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	35 186 481 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	30 802 743 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	2 233 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	8 464 116 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	226 942 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	110 187 €TTC
Coût global (avec investissements)	12 518 769 €TTC

8.4 Scénario 3 : -50% sur énergie finale

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Mise aux normes de la chaufferie	1 000	€HT
Action urgente	2	Audit de la régulation CTA	3 500	€HT
Action de pilotage	3	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	40 000	€HT
Travaux sur le bâti	4	Réfection de la toiture-terrasse de l'accueil	501 142	€HT
Travaux sur le bâti	5	Isolation des planchers bas donnant sur LNC	38 094	€HT
Travaux sur le bâti	6	Remplacement des façades légères des barres / isolation par l'extérieur de l'accueil et remplacement des menuiseries	5 098 546	€HT
Travaux sur le bâti	9	Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit	206 160	€HT
Travaux sur les systèmes	10	Mise en place de pompes à débit variables	32 690	€HT
Travaux sur les systèmes	11	Mise en place de robinets thermostatiques récents	105 000	€HT
Travaux sur les systèmes	12	Rénovation de l'éclairage	104 955	€HT
Travaux sur les systèmes	13	Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires	24 000	€HT
Travaux sur les systèmes	14	Mise en place d'une ventilation double flux pour les bureaux de la MSA	416 183	€HT
Travaux sur les systèmes	15	Installation photovoltaïque en ombrière de parking	648 410	€HT
Action d'entretien	16	Reprise du calorifugeage des réseaux	2 000	€HT
Coût des travaux			7 221 680	€HT

Évolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Écart
Évolution de la consommation en énergie finale (kWh)	2 181 104	▶ 767 055	65%

Évolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Écart
Évolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	203	C	▶ 78	B	60%
Évolution de la classe climat (kg _{CO2} /m ² _{SHON})	10	B	▶ 3	A	64%

Évolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire - TH-C-E ex				
Évolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Écart par rapport au CEP _{ref}
	127	92	51	-45%
	111 à 210 C	51 à 110 B	51 à 110 B	

8.4.1 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	60% soit 2 076 003 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	65% soit 1 414 049 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	64% soit 106 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-124 480 €TTC
Impact sur la maintenance (P2)	1 300 €TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	500 €TTC
CEE Mobilisables	29 084 720 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	232 678 €
Temps de retour sur investissement actualisé	31 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	3,5 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	67 972 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	83 910 €TTC
Dépenses de maintenance	6 655 €TTC
Dépenses de renouvellement	3 100 €TTC

8.4.2 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.

8.4.3 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	62 280 104 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	42 421 475 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	3 187 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	4 978 255 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	282 035 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	131 376 €TTC
Coût global (avec investissements)	12 613 346 €TTC

8.5 Scénario 3 bis : -50% sur énergie finale

Type d'action	Dénomination		Coût	
Action urgente	1	Mise aux normes de la chaufferie	1 000	€HT
Action urgente	2	Audit de la régulation CTA	3 500	€HT
Action de pilotage	3	Mise en place d'une GTC sur l'ensemble du bâtiment	40 000	€HT
Travaux sur le bâti	4	Réfection de la toiture terrasse de l'accueil	501 142	€HT
Travaux sur le bâti	5	Isolation des planchers bas donnant sur LNC	38 094	€HT
Travaux sur le bâti	7	Isolation par l'intérieur de l'ensemble des murs non isolés	1 094 090	€HT
Travaux sur le bâti	8	Remplacement des menuiseries peu performantes	1 564 894	€HT
Travaux sur le bâti	9	Remplacement des lanterneaux et fenêtre de toit	206 160	€HT
Travaux sur les systèmes	10	Mise en place de pompes à débit variables	32 690	€HT
Travaux sur les systèmes	11	Mise en place de robinet thermostatiques récent	105 000	€HT
Travaux sur les systèmes	12	Rénovation de l'éclairage	104 955	€HT
Travaux sur les systèmes	13	Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires	33 300	€HT
Travaux sur les systèmes	14	Mise en place d'une ventilation double flux pour les bureaux de la MSA	416 183	€HT
Travaux sur les systèmes	15	Installation photovoltaïque en ombrière de parking	648 410	€HT
Coût des travaux			4 782 118	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultat selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale (kWh)	2 181 104	► 823 752	62%

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultat selon la méthode réelle					Ecart	
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m² _{SHON})	203	C	►	82	B	59%
Evolution de la classe climat (kg _{CO2} /m² _{SHON})	10	B	►	4	A	62%

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}
	127	92	51	-43%

8.5.1 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale			
Economie annuelle d'énergie primaire	59%	soit	2 016 361 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	62%	soit	1 357 352 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	62%	soit	102 Tonnes
Performance économique			
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-121 228	€TTC	
Impact sur la maintenance (P2)	1 300	€TTC	
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3)	500	€TTC	
CEE Mobilisables	29 084 720	kWh _{CUMAC}	
CEE Mobilisables	232 678	€	
Temps de retour sur investissement actualisé	24	années	
Efficience			
Coût du kWh économisé	2,4	€HT investi/kWhEP	
Coût de la tonne de CO ₂ évité	46 829	€HT investi/tCO ₂	
Dépenses annuelles			
Dépenses énergétiques	87 162	€TTC	
Dépenses de maintenance	6 655	€TTC	
Dépenses de renouvellement	3 100	€TTC	

8.5.2 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.

8.5.3 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	60 490 836 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	40 720 557 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	3 064 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	5 171 163 €TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	282 035 €TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans (P3)	131 376 €TTC
Coût global (avec investissements)	10 366 692 €TTC

8.6 Comparaison des scénarios par rapport aux objectifs du décret tertiaire

	Année de référence (2010)	État initial	2030		2040		2050	
Consommation d'énergie, (kWhEF/m²SP, Énergie Finale)	174	122	Valeur relative :	104	Valeur relative :	87	Valeur relative :	70
			Valeur absolue :	80	Valeur absolue :		Valeur absolue :	
Évolution par rapport à l'année de référence		-30%	-40%		-50%		-60%	
Évolution par rapport à l'état initial			-14%		-29%		-43%	
Comparaison des scénarios aux exigences du décret tertiaire								
État initial			✗		✗		✗	
Scénario 1			✗		✗		✗	
Scénario 2			✓		✓		✓	
Scénario 2 bis			✓		✓		✓	
Scénario 3			✓		✓		✓	
Scénario 3 bis			✓		✓		✓	

9 Descriptif des interventions simulées

Réfection de la toiture-terrasse de l'accueil

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > Dépose de l'étanchéité actuelle.
- > Mise en place de panneaux isolants rigides. **L'isolant possède un $R=7,00 \text{ m}^2.K/W$.**
- > Mise en place d'une étanchéité de type bitume avec couverture graviers.
- > Réhausse des acrotères par des profilés métalliques.
- > Réalisation des étanchéités des relevés et des couvertines.
- > Dépose et repose des équipements présents en toiture.
- > Une étude de structure devra être réalisée.
- > Une hauteur d'acrotère minimum de 15 cm devra être conservée après l'ajout de la nouvelle isolation (DTU 43.1).
- > Mise en place de garde-corps sur la partie MSA.

Chiffrage

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

Isolation des planchers bas donnant sur locaux non chauffés

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Chiffrage

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

Remplacement des façades légères des barres / isolation par l'extérieur de l'accueil et remplacement des menuiseries

Problématique traitée et points de vigilance

- > Les façades légères des barres peu performantes entraînent de fortes déperditions et des inconforts pour les occupants.
- > Les murs extérieurs sont non isolés ou isolés par l'intérieur.
- > Les ouvrants sur ces surfaces sont peu performants.
- > Réduction des déperditions par les ouvrants.
- > Diminution des consommations de chauffage.

Mise en œuvre proposée

- > L'intervention comprend le remplacement des façades légères des barres et l'isolation par l'extérieur des murs de l'accueil.
- > Dépose de la façade légère existante, y compris les surfaces vitrées et les poutres métalliques.
- > Réalisation d'un mur à ossature métallique avec isolation pour la reconstitution des parois des barres comprenant de l'intérieur vers l'extérieur :
 - o Une ossature métallique
 - o Une lame d'air ventilée de 100mm.
 - o Une isolation thermique de 100mm d'épaisseur mise en place entre les poutres métalliques d'un $R = 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$,
 - o Revêtement induit intérieur.
 - o L'intégration des menuiseries aluminium avec double vitrage 4/16/4, vitrage peu émissif et disposant un traitement pour limiter les apports solaires. Les fenêtres disposeront d'une performance de $U_w = 1,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ et de $S_w = 0,48$
- > Mise en place d'une isolation par l'extérieur pour les murs de l'accueil avec une épaisseur de 150mm et d'un $R=4,10$.

Remarque

- > Il est impératif de réaliser une parfaite étanchéité à l'air en périphérie de la fenêtre afin de ne pas altérer le confort des occupants.
- > Cette intervention modifiera l'aspect architectural du bâtiment, au profit de la performance énergétique. Elle est la plus cohérente d'un point de vue thermique.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - o Surcout lié à l'amiante

Isolation par l'intérieur de l'ensemble des murs extérieurs

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > Dépose du doublage existant.
- > Dépose et repose après intervention des radiateurs.
- > Dépose des commandes et des coffres de volets roulants.
- > Dévoisement des réseaux électriques.
- > L'isolation par l'intérieur des murs 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 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).
- > Cette intervention présente l'avantage de ne pas modifier l'aspect extérieur du bâti et d'être moins onéreuse. Cependant les déperditions par ponts thermiques seront importantes.
- > Concernant le confort des occupants, il sera amélioré en comparaison à la situation actuelle, mais restera moindre en comparaison à une dépose totale des façades légères.

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).
 - Surcout lié à la présence d'amiante

Remplacement des menuiseries

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarque

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

Chiffrage

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

Remplacement des lanterneaux et fenêtres de toit

Problématique traitée et points de vigilance

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage.
- > Amélioration de l'étanchéité à l'air.
- > Amélioration du confort thermique pour les bureaux situés à proximité des patios.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose des lanterneaux et des fenêtres de toit existantes.
- > Le remplacement des surfaces vitrées existantes est réalisé avec des menuiseries avec un **double-vitrage peu émissif avec remplissage argon**, respectant une **performance thermique de $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2.K$** .
- > Le remplacement des lanterneaux est réalisé par des modèles doubles peaux performants possédant une **performance thermique de $U_w = 2,1 \text{ W/m}^2.K$**

Remarque

- > Il est impératif de réaliser une parfaite étanchéité à l'air en périphérie de la fenêtre et des lanterneaux afin de ne pas altérer le confort des occupants.

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

Mise en place de pompes à débit variable

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 en sous-station.
- > Dépose des pompes actuelles.
- > Mise en place de nouvelles pompes à vitesse variable.

Remarque :

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

Chiffrage :

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

Mise en place de robinets thermostatiques

Problématiques traitées et points de vigilance :

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

Mise en œuvre proposée :

- > Les robinets thermostatiques devront avoir une variation temporelle de 0,2 K.
- > Mise en place de vannes de décharge automatique (ou soupape différentielle) en tête de distribution, ainsi qu'un filtre sur le réseau pour préserver le siège des robinets.
- > Les robinets thermostatiques préconisés sont équipés d'une plage de réglage diminuée, afin de réduire l'impact des occupants sur la régulation.

Remarque :

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

Chiffrage :

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

Rénovation de l'éclairage

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarques

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

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Pose de détecteurs de présence dans les sanitaires, circulations
 - Remplacement des luminaires existants par des technologies LED

Dépose de la distribution d'ECS dans les sanitaires

Problématique traitée et points de vigilance

- > La distribution d'eau chaude dans les sanitaires est énergivore pour un apport en confort moindre.

Mise en œuvre proposée

- > Dépose de l'installation actuelle d'eau chaude sanitaire.

Remarques

- > Le ballon actuel sera conservé afin de continuer à assurer les besoins en eau chaude de la cu

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La dépose des réseaux de distribution alimentant les sanitaires

Mise en place d'une ventilation double flux pour les bureaux de la MSA

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Les bureaux de la MSA sont ventilés majoritairement de manière naturelle.
- > Les débits de ventilation sont insuffisants.
- > Le mode de renouvellement d'air actuel ne permet pas de valoriser les calories de l'air extrait.
- > Amélioration de la qualité de l'air intérieur.
- > Absence de ventilation locaux occupés au sous-sol de l'UIOSS

Mise en œuvre proposée :

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

Remarque :

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

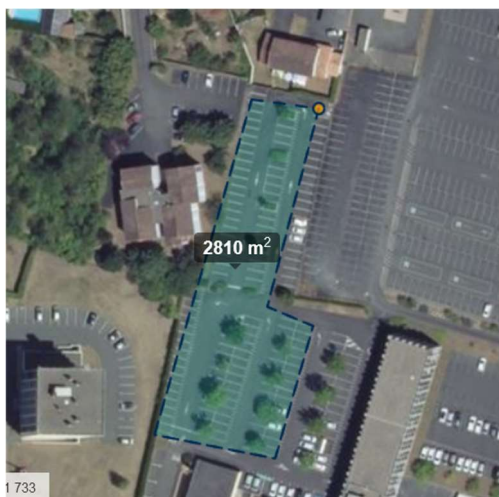
Installation photovoltaïque en ombrière de parking

Problématique traitée et points de vigilance

- > Le parking présente un potentiel intéressant pour la mise en place d'une installation solaire photovoltaïque.
- > Valorisation d'une énergie renouvelable.
- > Ombrage et protection des véhicules des occupants.

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place de panneaux photovoltaïques polycristallins.
- > Mise en place d'un local ventilé permettant d'accueillir les onduleurs.
- > Mise en place d'une installation en autoconsommation.
- > Surface utile installée de 2200m² (30% de couverture)
- > Puissance totale de l'installation 410 kWc



Remarques

- > Une attention particulière devra être portée à l'espace entre les panneaux.
- > Un surcout de maintenance est à prévoir.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Fourniture et pose des panneaux photovoltaïques et d'un onduleur
 - Création d'un local dédié à l'accueil de l'onduleur

Reprise du calorifugeage des réseaux

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Les tuyauteries situées en en chaufferie ou sous-station ne sont pas ou peu calorifugées.
- > Amélioration du rendement de l'installation de chauffage et diminution des consommations de chauffage

Mise en œuvre proposée :

- > Dépose du calorifuge existant.
- > Mise en place de calorifuge autour des tuyauteries. La simulation est réalisée pour **10 cm d'isolant**.

Remarque :

- > La pose du calorifuge devra être effectuée en assurant la continuité de l'isolant, par des découpes précises et des collages jointifs.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Dépose du calorifuge existant
 - Calorifugeage des tuyauteries

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

10.1 Déroulement de la mission

Lors de notre visite, les usagers questionnés ont évoqué la sensation d'inconfort en période estivale, principalement dans les bureaux situés au sud, où la température atteint environ 28°C d'après leurs mesures.

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

10.2 Objectifs de la simulation thermique dynamique

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

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

10.3 Outil de simulation

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



10.4 Hypothèses de calcul

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

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

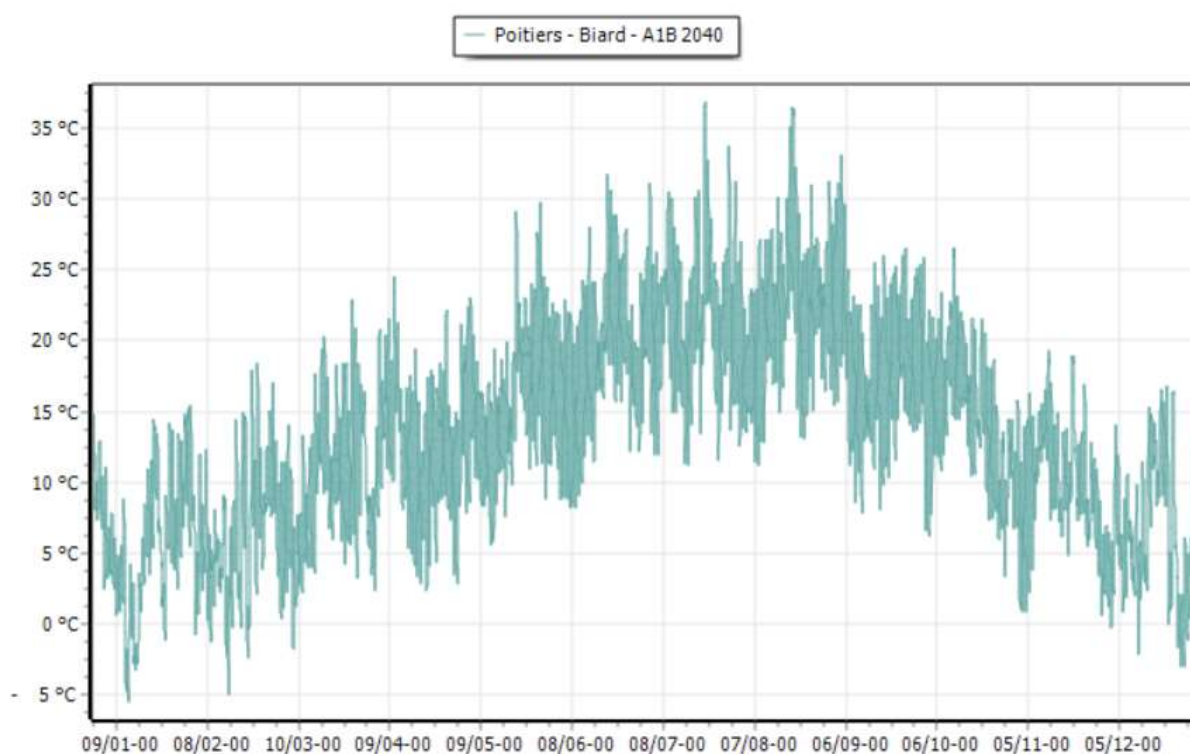
10.5 Données météorologiques

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 Poitiers. Celle-ci se situe à 3 km du site et les conditions météorologiques sont semblables.

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

Les données décrites ci-après sont issues de la visite et échanges effectués sur site le 09/08/2022 – 10/08/2022, ainsi que des documents fournis par le maître d'ouvrage (Plans, DOE, Audit énergétique des menuiseries).

11.1 Représentation 3D

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

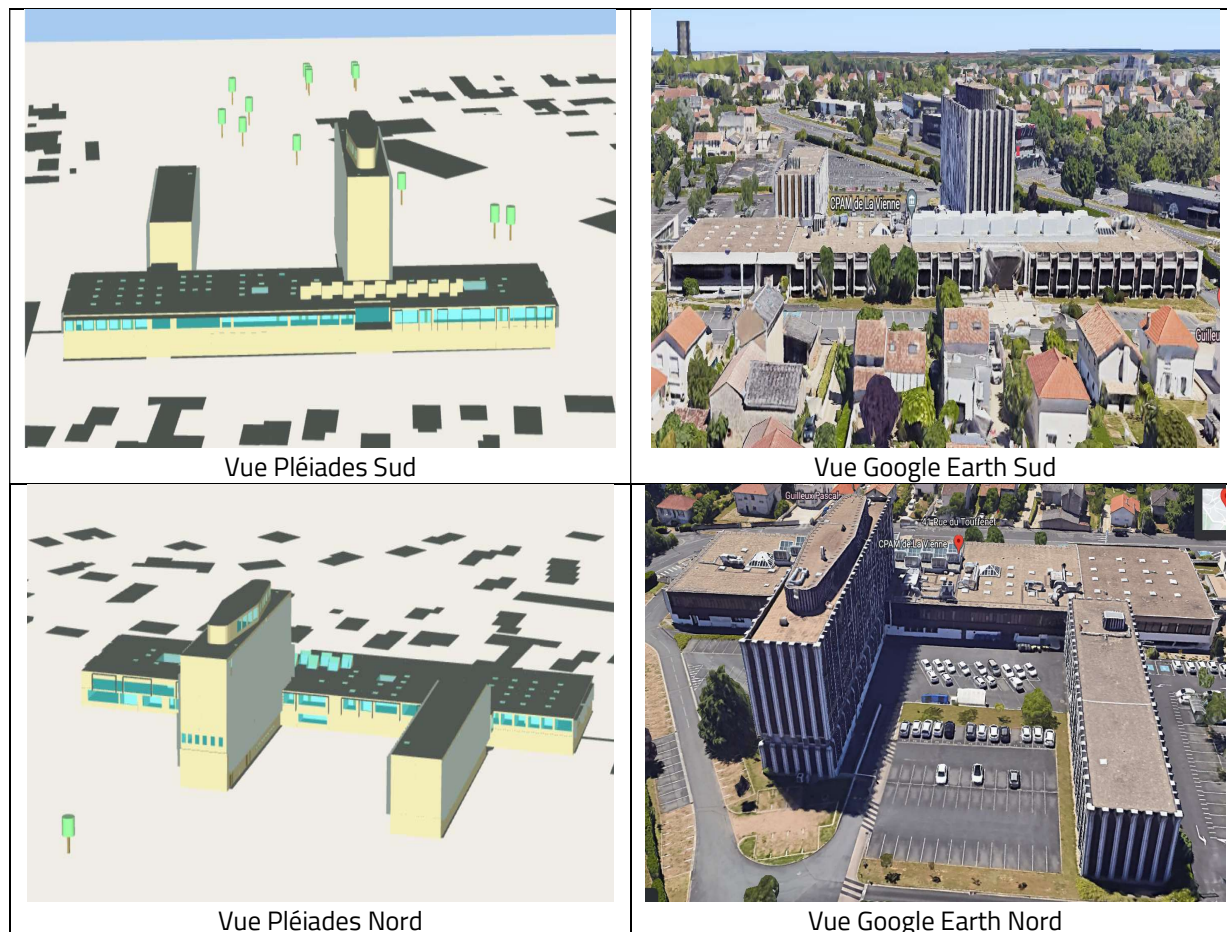


Figure 1 : Visualisation du modèle 3D et adéquations avec les vues satellites selon 2 orientations

11.2 Zonage thermique

Dans le cadre de cette STD Confort, l'ensemble du bâtiment est modélisé, néanmoins seulement quelques pièces représentatives ou les plus défavorables en termes de confort estival sont étudiées en détail.

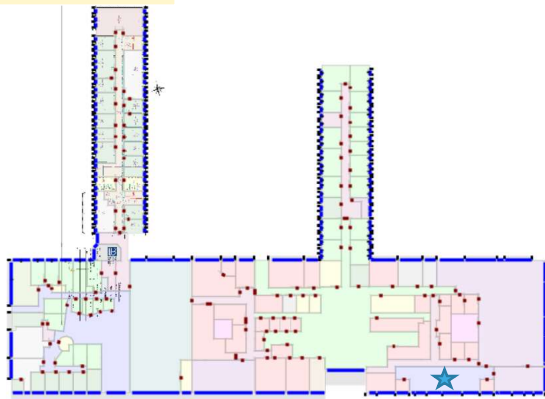
Le bâtiment est découpé par zones thermiques homogènes en fonction de leur orientation et de leur usage.

Ainsi, afin d'obtenir des résultats représentatifs, les pièces suivantes seront détaillées :

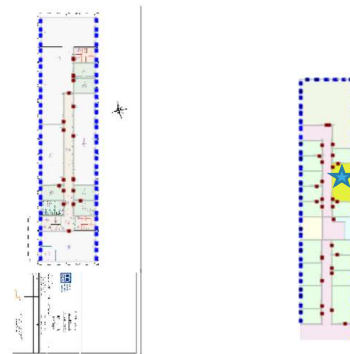
- > Open space RDC SUD
- > Bureau R+1 EST
- > Open space Ouest R+5
- > Open space R+6

Les figures ci-dessous localisent les zones étudiées :

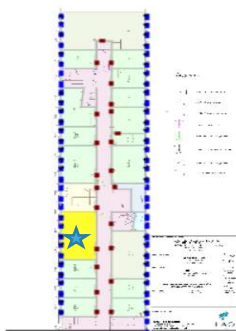
Open space RDC SUD



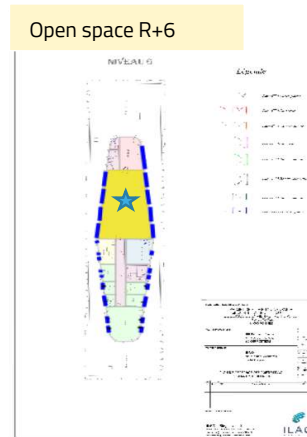
Bureau R+1 EST



Open space Ouest R+5



Open space R+6



Zones thermiques du RDC

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

Seules les salles de pause, les open space, et la salle serveur ventilées en double flux sont équipées de climatiseurs de type split. Le reste des locaux n'est pas pourvu de système de climatisation.

11.5 Renouvellement d'air mécanique

Les sanitaires sont équipés de ventilation mécanique. Les bureaux sont ventilés soit naturellement, soit par une centrale de traitement d'air double flux sur programmation horaire, soit par extraction. L'une des centrales dispose d'un échangeur de chaleur à roue, et d'une batterie chaude hydraulique. L'échangeur de chaleur est supposé en fonctionnement permanent à l'état initial.

Les débits considérés sont de 25 m³/h par occupants en occupation. En inoccupation, la CTA est supposée à l'arrêt.

Zones	Système	Débit nominal	Planning
Open space RDC SUD	CTA double flux avec échangeur de chaleur et batteries chaudes	350 m³/h repris 350 m³/h soufflés	De 6h à 19h
Bureau R+1 EST	Simple flux extraction	25 m³/h repris	De 6h à 19h
Open space Ouest R+5	Simple flux extraction	110 m³/h repris	De 6h à 19h
Open space R+6	CTA double flux avec échangeur de chaleur et batteries chaudes	280 m³/h repris 280 m³/h soufflés	De 6h à 19h

11.6 Étanchéité à l'air

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

En l'absence de mesures précises, l'étanchéité à l'air pour l'état existant a été évaluée à **1,7 m³/(h.m²)** sous 4 Pa ce qui correspond à une étanchéité moyenne.

11.7 Occupation

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

L'occupation des zones est supposée à partir des données recueillies lors de la visite.

Zones	Occupation	Plage horaire
Open space RDC SUD	0,05 occup/m ² en présence	Du lundi au vendredi : Occupation de 8h à 18h Le samedi et le dimanche : Fermé
Bureau R+1 EST	1 personne	
Open space Ouest R+5	0,05 occup/m ² en présence	
Open space R+6	0,05 occup/m ² en présence	

11.8 Éclairage artificiel

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

Zones	Éclairage	Planning
Open space RDC SUD	Environ 12 W/m ²	500 Lux en période d'occupation 0 Lux sinon
Bureau R+1 EST		
Open space Ouest R+5		
Open space R+6		

11.9 Équipements « spécifiques »

Des équipements de bureaux classiques sont présents dans les bureaux.

Zones	Équipements spécifiques	Planning
Open space RDC SUD	Poste de travail : Ordinateur + 2 écrans	<i>Pour l'open space :</i> 21,5 W/m² en occupation 16,1 W/m² en occupation intermédiaire 0,5 W/m² en inoccupation <i>Pour les bureaux :</i> 10,8 W/m² en occupation 5,4 W/m² en occupation intermédiaire 0,5 W/m² en inoccupation
Bureau R+1 EST		
Open space Ouest R+5		
Open space R+6		

11.10 Parois vitrées et occultations

Type	Composition	Performance
Menuiseries des bureaux	Menuiserie simple vitrage avec châssis aluminium sans occultation	$U_w = 5,5$
		$S_w = 0,74$
		$TL_w = 0,77$
		Coulissante
	Menuiserie double vitrage 4/6/4 avec châssis aluminium avec store intérieur	$U_w = 3,5$
		$S_w = 0,74$
		$TL_w = 0,77$
		Coulissante
	Menuiserie double vitrage 4/10/4 avec châssis aluminium avec store intérieur	$U_w = 3,2$
		$S_w = 0,74$
		$TL_w = 0,77$
		Oscillo battante
	Menuiserie double vitrage 4/12/4 avec châssis aluminium avec store extérieur	$U_w = 3,1$
		$S_w = 0,74$
		$TL_w = 0,77$
		Oscillo battante
	Menuiserie double vitrage 4/16/4 avec châssis aluminium avec store extérieur	$U_w = 2,2$
		$S_w = 0,74$
		$TL_w = 0,77$
		Oscillo battante
Menuiserie double vitrage 4/12/4 avec châssis aluminium avec store extérieur	Menuiserie double vitrage 4/12/4 avec châssis aluminium avec store extérieur	$U_w = 1,6$
		$S_w = 0,74$
		$TL_w = 0,77$
		Oscillo battante

Les menuiseries des bureaux étudiés sont en aluminium et double vitrage ancien. Elles sont équipées de volets extérieurs en PVC, ainsi que de stores intérieurs dans certains bureaux.

Par ailleurs, les façades nord et sud du site disposent de débords horizontaux et verticaux permettant d'ombrager les fenêtres et ainsi réduire les apports de chaleur directs par les vitrages. L'ombrage créé est particulièrement visible lorsque le soleil approche de son zénith, comme sur la troisième photo ci-après :

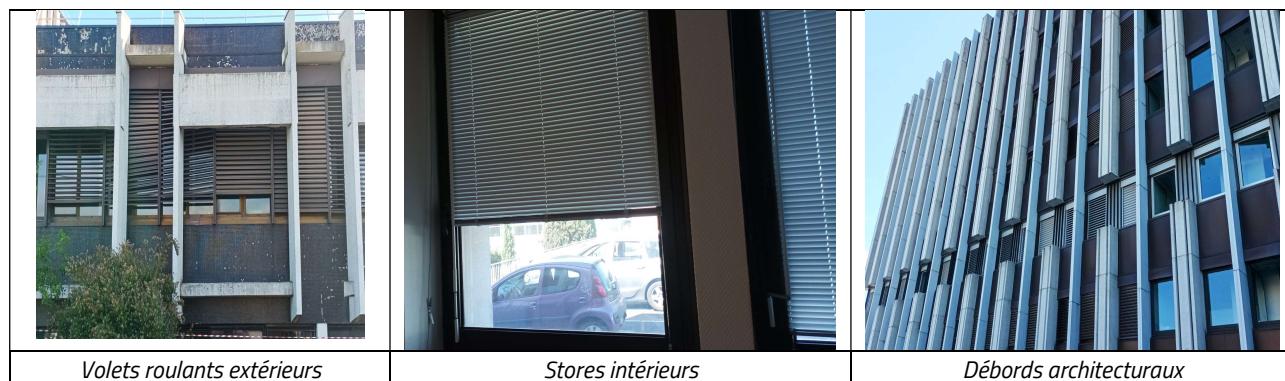


Figure 2 : Photos des dispositifs d'occultation présents sur site

11.11 Aération

Les menuiseries des pièces étudiées sont oscillo-battantes. Le comportement des occupants est variable, les fenêtres sont considérées ouvrantes selon l'algorithme issu des règles Th-BCE, dès que la température dépasse 26°C intérieur (chap 7.12).

Les règles d'ouvertures des fenêtres sont définies selon les conditions présentées ci-dessous¹¹ :

	Saison de chauffage (hiv) ou Saison mixte	Mi-saison (mis)	Saison de refroidissement (été)
$\Delta\theta_{op_1_aut}$	3°C	3°C	3°C
$\Delta\theta_{op_2_aut}$	1°C	1°C	1°C
$\theta_{op_base_aut}$	26°C	24°C	22°C
$d\theta_{ext_int_aut}$	2°C	2°C	2°C
$\theta_{ei_seuil_bas_aut}$	12°C	10°C	8°C
$\theta_{ei_seuil_haut_aut}$	18°C	18°C	16°C

Les portes intérieures sont considérées comme fermées avec un détalonnage de 1,5 cm, afin de modéliser le déplacement du flux d'air entre les pièces et les différents niveaux.

¹¹ **La température extérieure.** En dessous du seuil bas, l'ouverture est impossible. L'ouverture peut être maximale au-dessus du seuil haut. L'ouverture est proportionnelle entre les deux.

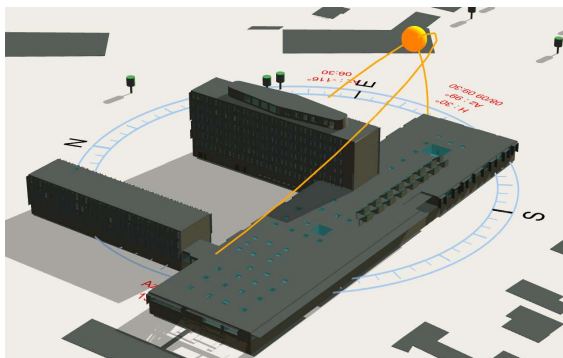
L'écart de température entre l'extérieur et l'intérieur $\Delta\theta_{ext_int}$. Les ouvertures sont fermées lorsque l'on passe au-dessous de ce seuil. Par exemple en gestion manuelle, $\Delta\theta_{ext_int} = -6^\circ\text{C}$, les ouvertures sont refermées lorsque la température extérieure dépasse de plus 6°C celle ressentie à l'intérieure. En mode automatique, il sera plus favorable d'affecter une valeur positive à ce paramètre.

La température opérative intérieure. Un hystérésis décrit l'ouverture des baies à partir des trois paramètres suivants : $\Delta\theta_1$, $\Delta\theta_2$ et θ_{base} .

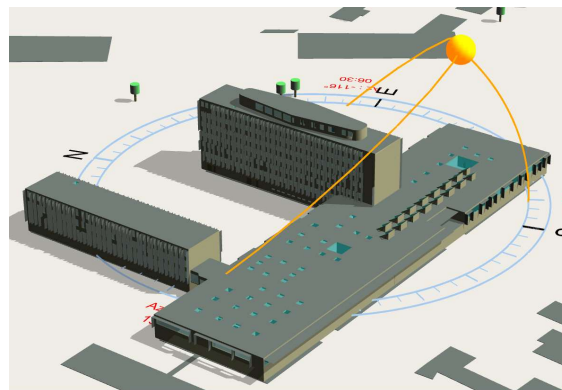
12 Simulations et Résultats

12.1 Analyse des ombres portées

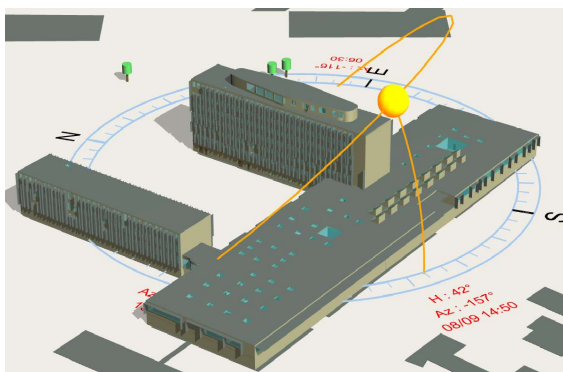
Les représentations 3D permettent d'apprécier l'évolution des ombres portées le 8 août.



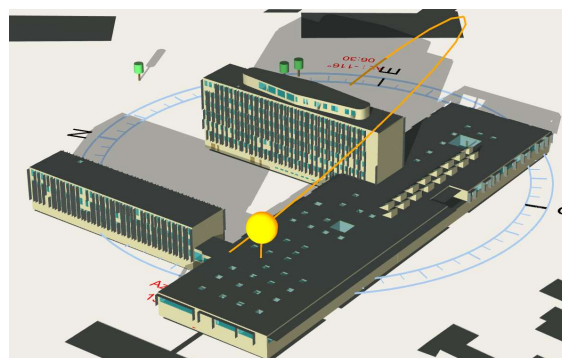
Représentation à 9h



Représentation à 12h



Représentation à 15h



Représentation à 18h

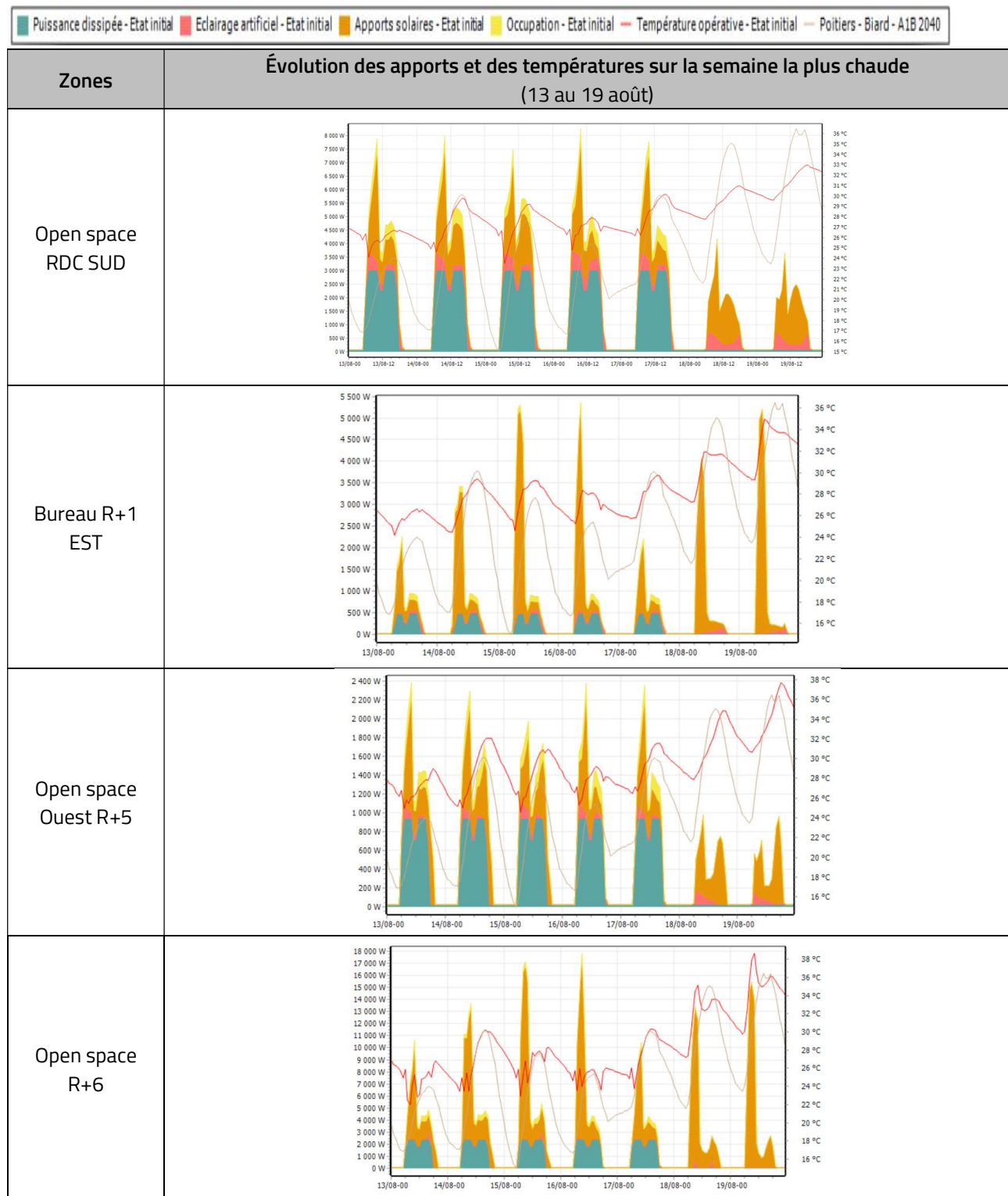
Analyse de l'héliodon et des ombres portées

Commentaires :

- > Les débords en façade créent des casquettes solaires permettant d'ombrager les menuiseries lorsque la hauteur solaire est la plus importante.
- > Le bâtiment n'est pas impacté par les ombrages des bâtiments avoisinants et des arbres.

12.2 Bilan estival des apports thermiques

Les apports thermiques d'un bâtiment peuvent être classés en 4 catégories : Solaires, Éclairage 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.



Bilans des apports de chaleur

Commentaires :

- > Dans l'ensemble des locaux, environ 75% des apports internes sont issus du rayonnement solaire, en effet, le site dispose d'une surface vitrée très importante, les menuiseries extérieures ne sont pas performantes (majorité), les apports solaires ne sont donc pas limités.
- > Les bureaux ayant une orientation Sud subissent naturellement plus d'échauffement de la part des apports solaires que ceux situés au Nord du bâtiment.
- > La présence de brises solaires permet néanmoins de créer des ombrages et limiter les apports de chaleur par les vitrages.
- > Le site dispose actuellement d'un système de gestion de la puissance dissipée par l'arrêt des équipements de la bureautique en inoccupation et non en veille.
- > La puissance dissipée liée à l'occupation est également incompressible.
- > L'éclairage artificiel présents sur site est d'ancienne génération, ceci est une source d'apport de chaleur importantes, le relamping LED permettra de limiter les surchauffes du bâti.

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

L'analyse de l'état initial a révélé un risque d'inconfort hygrothermique dans les zones étudiées, conformément au ressenti des occupants.

En effet, le nombre d'heures dépassant les 28°C en période d'occupation dans les bureaux étudiés est compris entre 148 et 350 heures par an (voir 13.6 Synthèse de simulations) ce qui est assez élevé.

Afin de limiter le risque d'inconfort dans les bureaux, nous proposons les interventions suivantes :

- > Intervention 1 : Remplacement des menuiseries extérieures
- > Intervention 2 : Relamping LED
- > Intervention 3 : Optimisation de la ventilation existante et mise en place d'une sur ventilation nocturne dans les pièces ventilées naturellement.
- > Intervention 4 : Mise en place d'une ITI
- > Intervention 5 : Reprise de la structure des murs extérieurs (hormis le R-1 et le RDC) et mise en place d'une ITE en R-1 et RDC

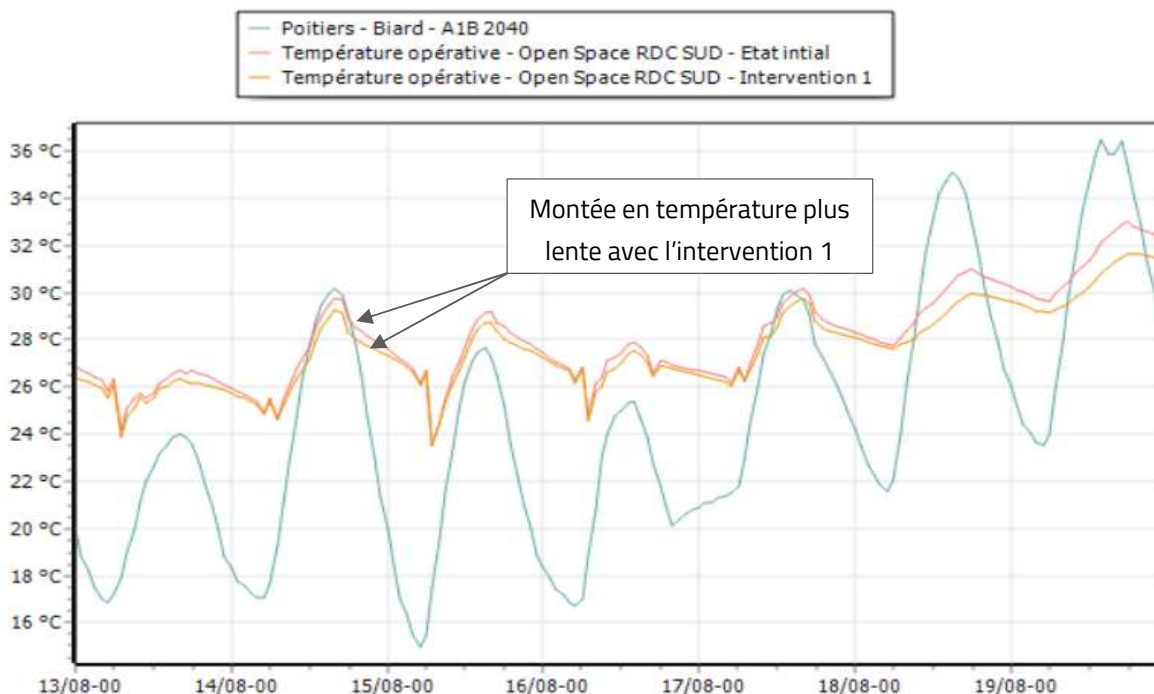
*Les interventions du scénario 2 de l'audit énergétique impactant le confort estival sont les suivantes :

- Reprise de la structure des murs extérieurs (hormis le R-1 et le RDC)
- Isolation des planchers bas sur locaux non chauffés
- Réfection des toitures terrasses du RDC
- Remplacement des menuiseries extérieures
- Relamping LED.

13.2 Intervention 1 : Remplacement des menuiseries extérieures

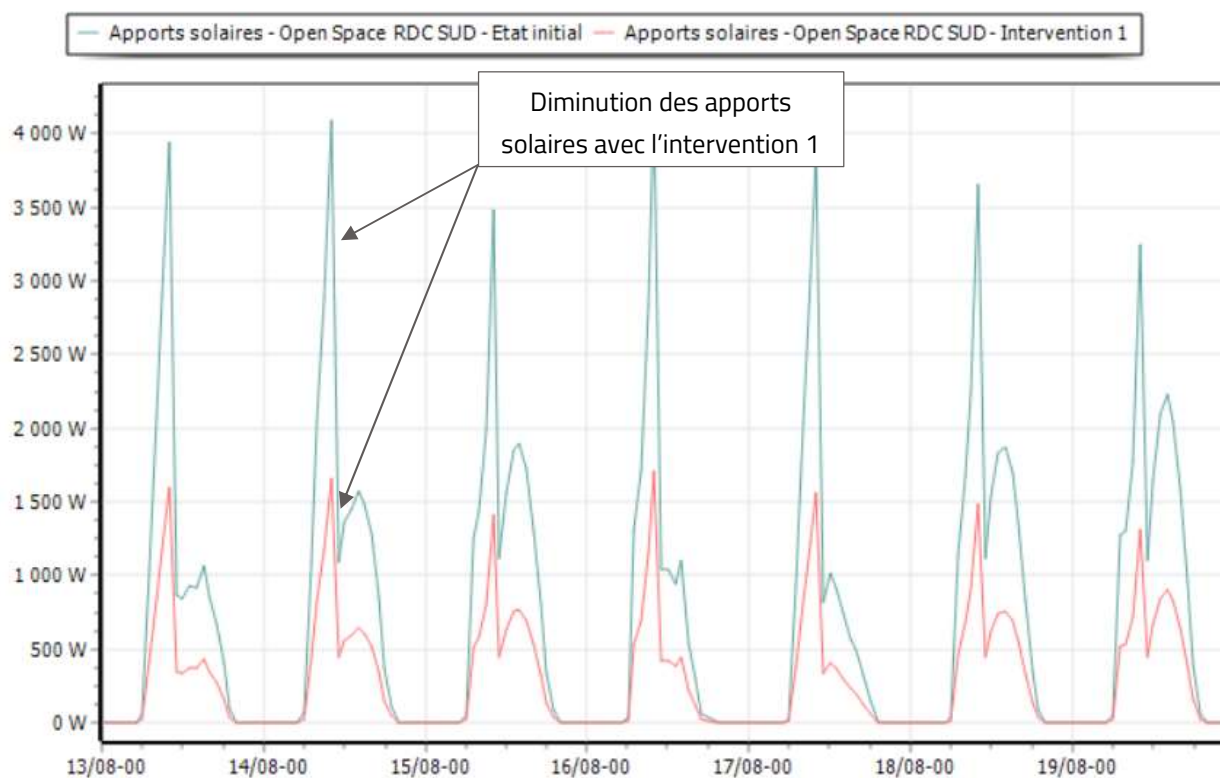
Remplacement des menuiseries extérieures		Estimation du coût
		1 564 894 € ^{HT} avec protection solaire
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
Avantages :	Inconvénients :	
> Diminution des apports solaires > Réduction des consommations de chauffage > Traitement de l'étanchéité du bâtiment > Amélioration du confort d'été et d'hiver	> Diminution des apports solaires en période froide qui entraîne une augmentation des consommations de chauffage et d'éclairage, > Contrainte architecturale possible	
Détails :		
<u>Performances :</u> > Localisation des menuiseries remplacées : Toutes les menuiseries à l'exception de menuiseries performantes existantes. > Menuiseries double vitrage remplissage argon performantes $U_w=1.3W/m^2.K$ > Type d'ouverture : Coulissante > Pourcentage d'ouverture : 80 %		

- > Évolution des températures intérieures :



Évolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Open space RDC SUD" en état initial et pour l'intervention 1

Le remplacement des menuiseries extérieures permet de diminuer les apports solaires par conséquent de limiter la montée en température des pièces.

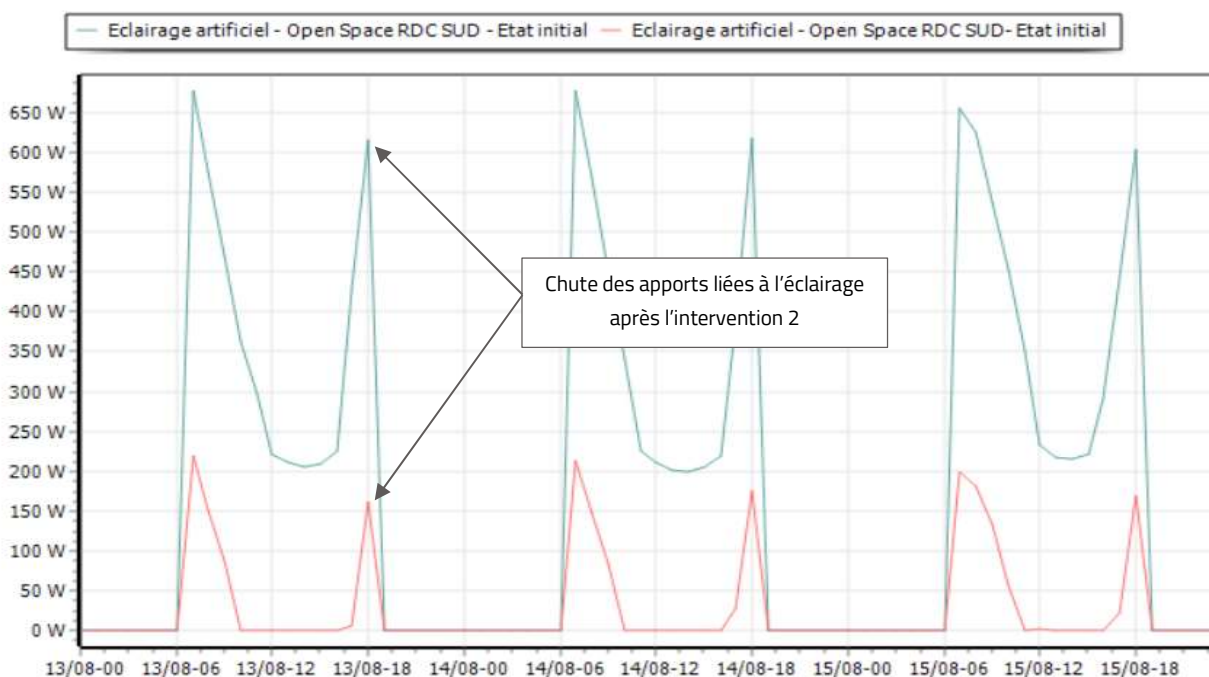


Apports solaires "Open space RDC SUD" en état initial et pour l'intervention 1

13.3 Intervention 2 : Relamping LED

Relamping LED		Estimation du coût
		104 955 € ^{HT}
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
<u>Avantages :</u>	<u>Inconvénients :</u>	
> Réduire les apports interne > Réduire les consommations énergétiques du site	> Vérification des niveaux d'éclairage suffisants	
<u>Détails :</u>		
Performance : > Réduction de [30-50] % de la puissance dissipée liée à l'éclairage, puissance installée : 6 W/m² > Remplacement des lampes incandescentes, des lampes fluocompactes, des spots dichroïques par des lampes LED. > Pilotage de l'éclairage par des interrupteurs dans les pièces (salles et bureaux). > Les zones à occupation prolongée (Bureaux, Open space) seront équipées d'une gradation sur sonde photométrique avec un allumage des sources sur deux rangs (séparation de l'alimentation de la rangée près des fenêtres du reste des luminaires : séparation des rangs)		

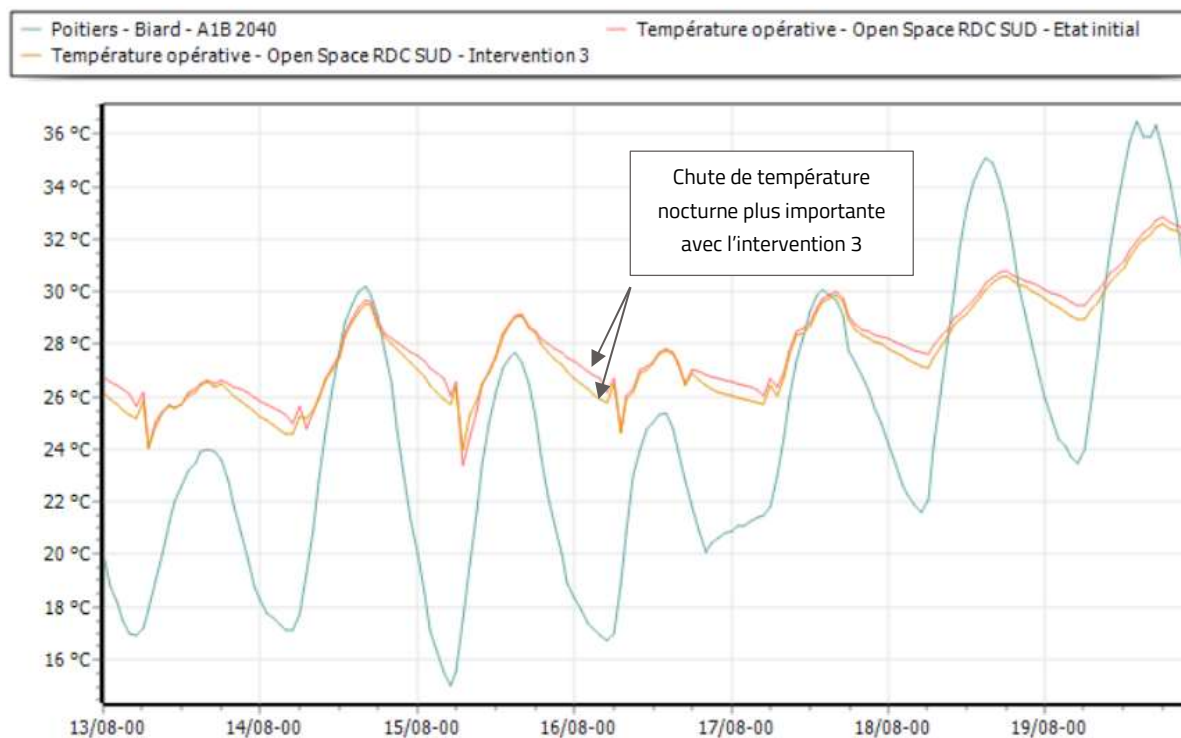
- > Évolution des températures intérieures :



Évolution de l'éclairage artificiel de la pièce "Open space RDC SUD" en état initial et pour l'intervention 2

13.4 Intervention 3 : Optimisation de la ventilation

Optimisation de la ventilation existante et mise en place d'une ventilation nocturne dans les pièces ventilées naturellement MSA		Estimation du coût
		416 183 € ^{HT}
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
<u>Avantages :</u>	<u>Inconvénients :</u>	
> Permet un rafraichissement du bâtiment aux heures les plus fraîches de la journée. > Solution modulable, pouvant être mise en place seulement sur les semaines les plus chaudes de l'année. > Pas de contraintes liées aux intrusions	> Consommation des auxiliaires de ventilation > Nécessite une inertie au moins moyenne > Limitation des débits de renouvellement d'air	
<u>Détails :</u>		
<u>Mise en œuvre :</u> > Programmation de la ventilation mécanique afin de dégager les calories du bâtiment en période nocturne durant la période estivale.		
<u>Performance :</u> > Débit de renouvellement d'air en occupation : 25 m³/h/occ > Débit de renouvellement d'air en sur ventilation nocturne : 200 % du débit hygiénique (pour les nouvelles CTA) et 100% pour les CTA existante > Période de surventilation nocturne : En inoccupation, de mi-juin à mi-septembre. > Echangeur de la nouvelle CTA bypassé		
By-pass si : Température extérieure > 20 °C et température intérieure > 19 °C et température extérieure < température intérieure Durant la saison de chauffage 12 °C Hors période chauffée 24 °C		
Règle de by-pass CTA		
<u>Nota :</u> > Un niveau acoustique plus élevé de la ventilation est possible, cependant cela est hors occupation.		

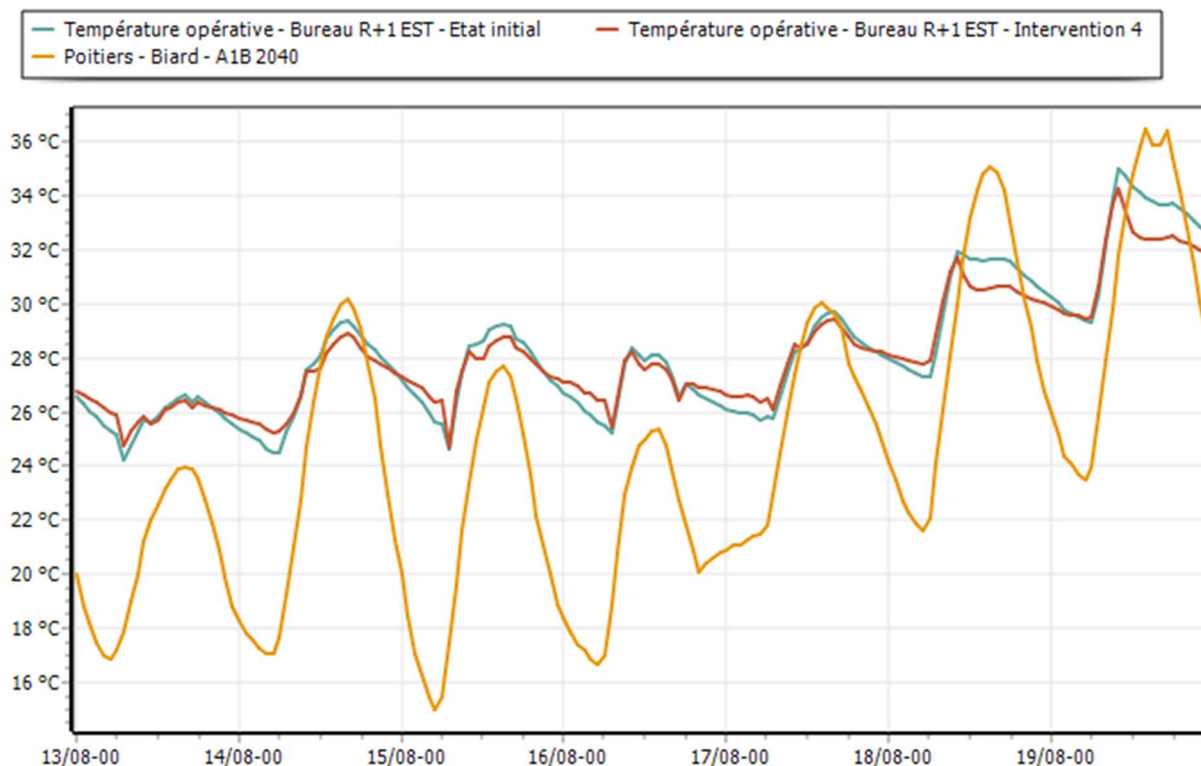


Évolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Open space RDC SUD" en état initial et pour l'intervention 3

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

13.5 Intervention 4 : Mise en place d'une isolation thermique par l'intérieure des murs

Mise en place d'une isolation thermique par l'intérieure		Estimation du coût
		1 094 090 € ^{HT}
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
<u>Avantages :</u>	<u>Inconvénients :</u>	
> Réduction des consommations de chauffage > Conservation de l'inertie thermique > Redynamisation de la façade > Amélioration du confort d'hiver et d'été	> Réduction de la surface des pièces > Difficulté d'occupation pendant les travaux	
<u>Détails :</u>		
<u>Mise en œuvre :</u> > Mise en œuvre d'une isolation thermique par l'intérieur biosourcée des façades (R = 5 m².K/W) d'une épaisseur de 16 cm.		



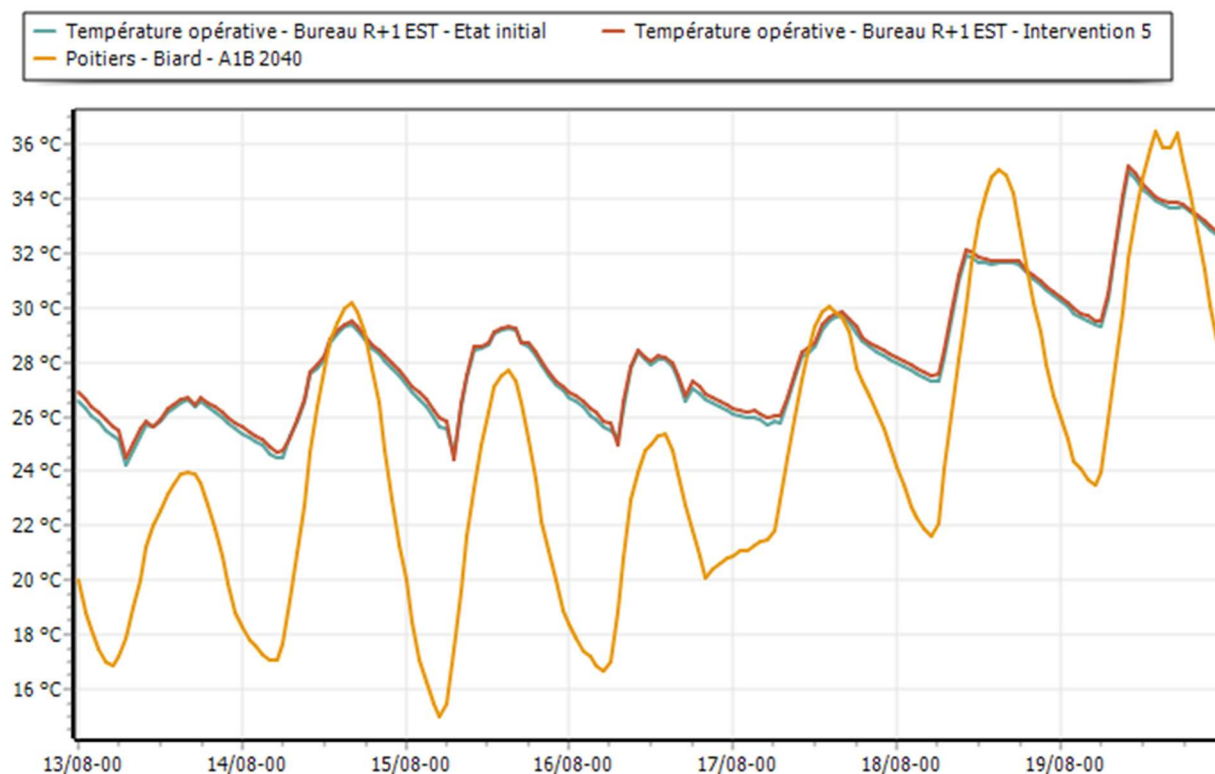
Évolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Bureau R+1 EST" en état initial et pour l'intervention 4

La mise en place d'une isolation thermique par l'intérieur permet de diminuer légèrement la température opérative de la pièce pendant la journée, en effet, ce type d'isolation ne permet pas de traiter les ponts thermiques notamment au niveau des liaisons mur de refend/ mur extérieur, poteau/mur extérieur et plancher intermédiaire/ mur extérieur.

Le graphe de l'évolution de la température opérative de la pièce met en évidence, les inconvénients de cette intervention pendant la période nocturne, effectivement, la mise en œuvre de cette intervention dégrade l'inertie du bâtiment et ne permet pas d'assurer le transfert de chaleur durant la nuit afin d'évacuer la chaleur emmagasinée durant la journée, cette solution nécessite donc la mise en place des solutions passives complémentaire, telle que, la sur-ventilation nocturne, free-cooling, mise en place de brasseur d'air...

13.6 Intervention 5 : Reprise de la structure des murs extérieurs (hormis le R-1 et le RDC) et mise en place d'une ITE en R-1 et RDC

Reprise de la structure des murs extérieurs (hormis le R-1 et le RDC) et mise en place d'une ITE en R-1 et RDC		Estimation du coût
		5 098 546 € ^{HT}
Intervention intégrée dans le scénario Décret Tertiaire		OUI
<u>Avantages :</u>	<u>Inconvénients :</u>	
> Réduction des consommations de chauffage > Conservation de l'inertie thermique > Redynamisation de la façade > Amélioration du confort d'hiver et d'été	> Réduction de la surface des pièces > Difficulté d'occupation pendant les travaux	
<u>Détails :</u>		
<u>Mise en œuvre :</u> > Remplacement des parois légères. > Mise en œuvre d'une isolation thermique extérieure des façades par système d'isolation extérieure avec finition enduite ($R = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) d'une épaisseur de 16 cm.		



Évolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Bureau R+1 EST" en état initial et pour l'intervention 4

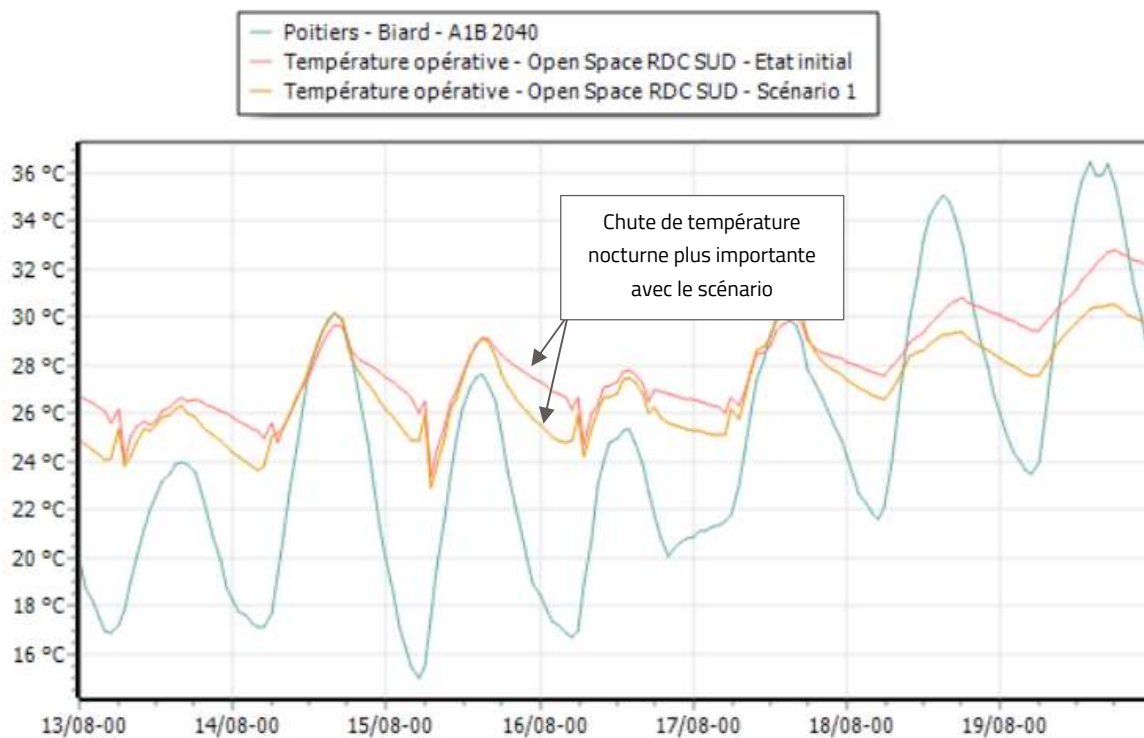
La mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur et le remplacement de parois légère permet d'améliorer légèrement le comportement de la pièce vis-à-vis les variations de températures extérieures.

Le comparatif entre l'intervention 4 et 5, met en évidence l'avantage de la deuxième intervention, effectivement, celle-ci permet d'améliorer la performance du bâti et ne participe pas à la dégradation de l'état actuel de ceux-ci. Cette solution est donc retenue pour le scénario de la STD.

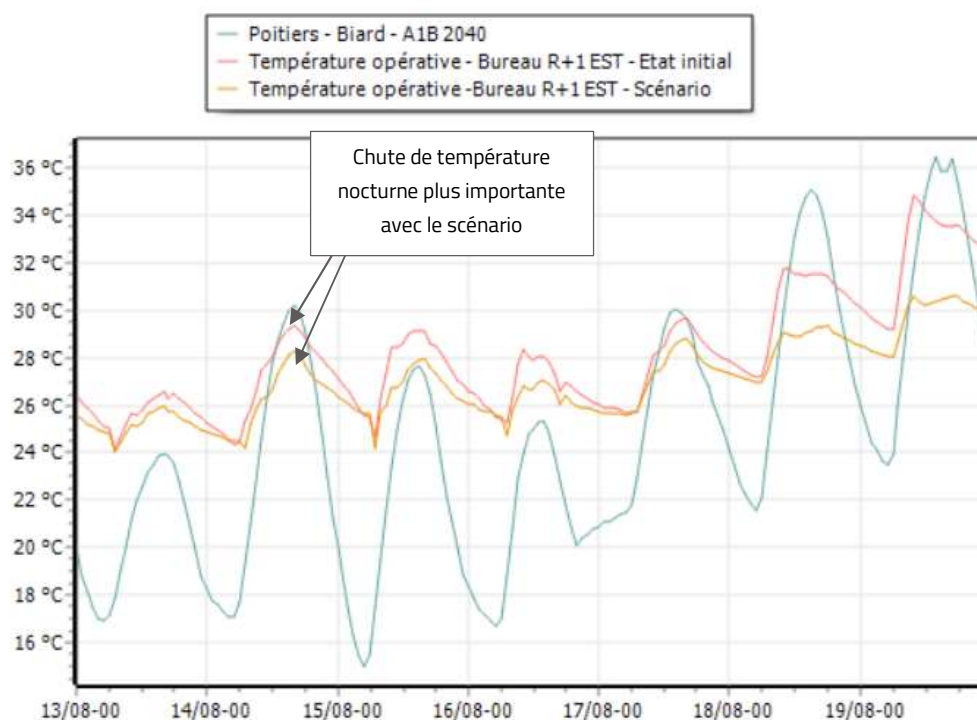
13.7 Scénario

Le scénario 1 reprend le scénario 2 de la partie audit énergétique, en y ajoutant l'intervention 2 qui améliore le confort d'été.

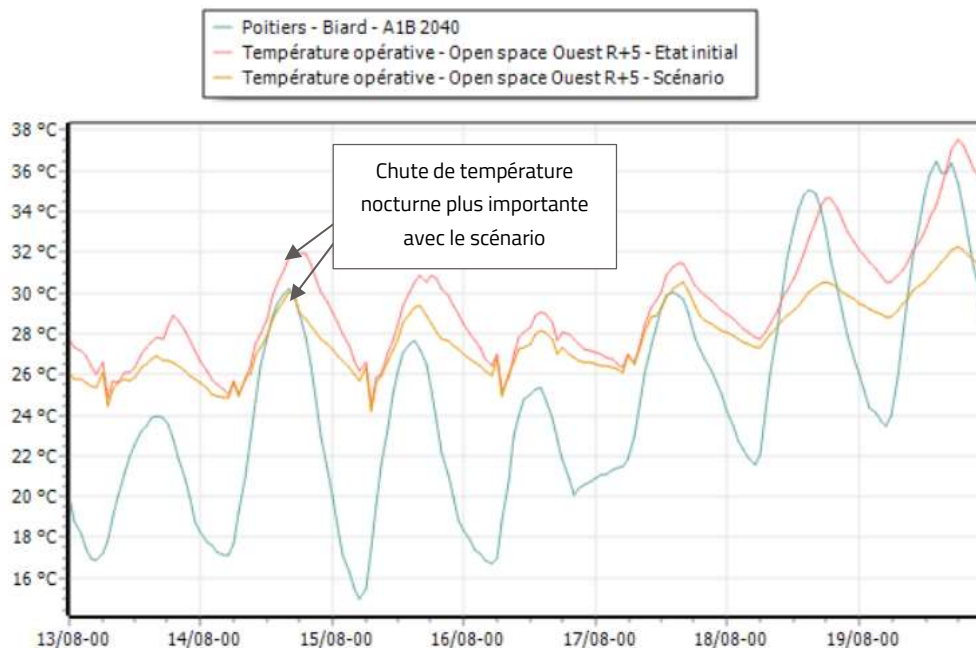
Scénario 1	Estimation du coût
	Environ 3 719 360 € ^{HT}
> Gain estimatif sur la climatisation : -16,13%	
Détail des interventions Le scénario d'amélioration du confort d'été comprend les interventions suivantes : > Reprise de la structure des murs extérieurs (hormis le R-1 et le RDC) > Isolation des planchers bas sur locaux non chauffés > Réfection des toitures terrasses du RDC > Remplacement des menuiseries extérieures > Relamping LED > Optimisation de la ventilation existante et mise en place de la sur ventilation nocturne dans les pièces ventilées naturellement	
Mise en œuvre > Voir 9. Descriptif des interventions simulées et 13.3 Intervention 2	



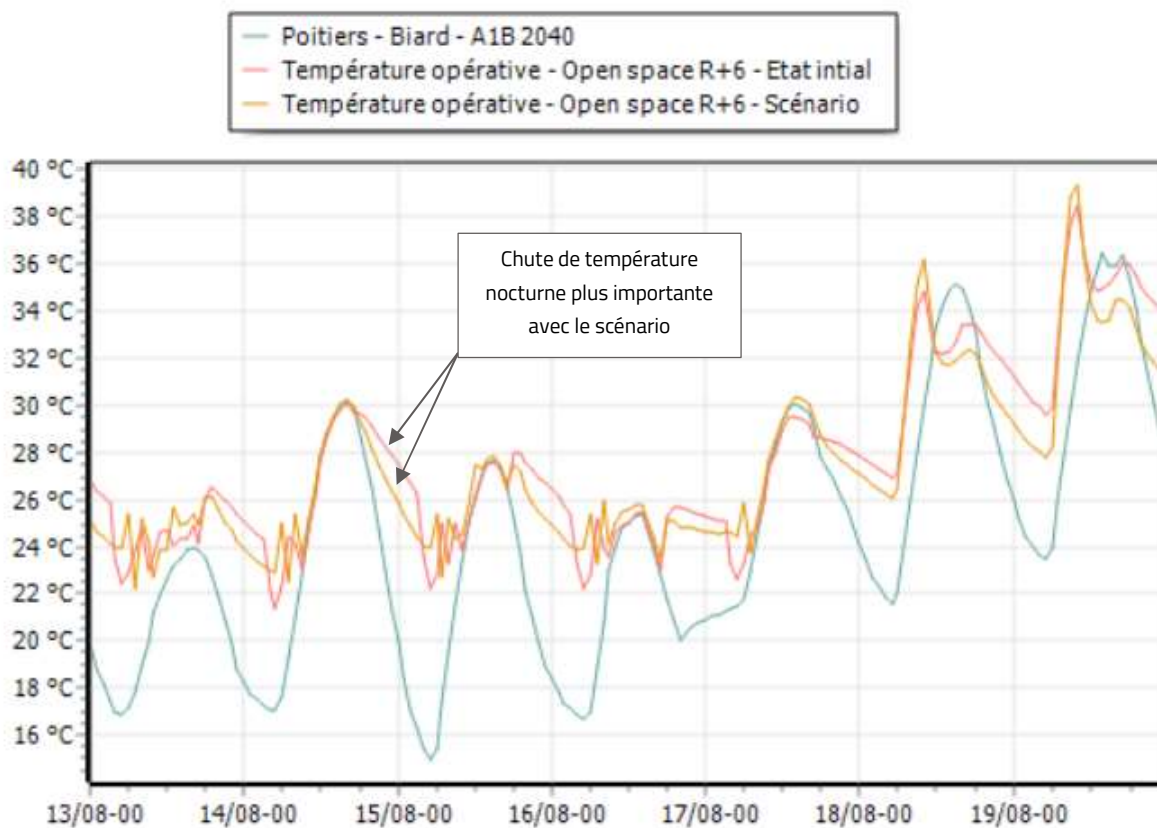
Évolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Open space RDC SUD" en état initial et pour le scénario



Évolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Bureau R+1 EST" en état initial et pour le scénario



Évolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Open space Ouest R+5" en état initial et pour le scénario



Évolution de la température extérieure et des températures opératives de la pièce "Open space R+6" en état initial et pour le scénario

13.8 Synthèse des simulations

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

Nombre d'heures d'occupation au-dessus de 28 °C	Etat initial	Intervention 1	Intervention 2	Intervention 3	Intervention 4	Intervention 5	Scénario 1
Open space RDC SUD	227	172	212	200	229	224	198
Bureau R+1 EST	255	187	254	242	241	272	134
Open space Ouest R+5	350	268	345	332	374	363	247
Open space R+6	148	148	147	147	148	160	145

Synthèse du nombre d'heures d'inconfort estivales

Température maximale [°C]	Etat initial	Intervention 1	Intervention 2	Intervention 3	Intervention 4	Intervention 5	Scénario 1
Open space RDC SUD	33,83	33,14	33,73	33,63	33,80	33,50	31,67
Bureau R+1 EST	34,99	32,92	35,00	34,74	34,30	35,20	31,67
Open space Ouest R+5	37,71	34,92	37,63	37,23	36,10	37,80	33,56
Open space R+6	38,63	38,26	38,69	37,70	38,60	38,50	35,42

Synthèse des températures maximales atteintes

14 Conclusions de l'étude de confort d'été

Si certaines pièces bénéficient de système refroidissement permettant de palier aux surchauffes estivales, la majorité des bureaux ne dispose pas de système de climatisation.

L'objectif de l'étude de confort d'été étant de trouver des solutions passives pour améliorer le confort thermique estival, nous avons audité le bâtiment sur son enveloppe, sa gestion du renouvellement d'air et ses usages réels.

L'importance de la surface vitrée et l'orientation des façades engendrent de l'inconfort en été, les résultats indiquent que les températures dépassent les 28°C plus d'une centaine d'heures par an.

L'étude réalisée permet de tester la sensibilité de plusieurs paramètres et de proposer des solutions permettant de réduire le nombre d'heures d'inconfort dans les bureaux.

Les interventions proposées permettent de réduire d'environ 20% le taux d'inconfort dans les locaux étudiés. L'architecture du bâtiment, fortement vitré, le rend dans tous les cas sensibles aux surchauffes, le scénario proposé permet toutefois un gain de 16% sur les consommations de climatisation ce qui n'est pas négligeable.

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

- La solution de brasseurs d'air plafonnier ne réduit pas la température intérieure, mais permet de générer des vitesses d'air d'environ 1-2 m/s qui abaissent la température ressentie allant jusqu'à 4 °C sans générer d'inconfort autre que thermique.
- 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.

15 Annexes

15.1 Hypothèses de calcul des objectifs décret tertiaire

Zone 1		Zone 2		Zone 3	
Catégorie		Catégorie		Catégorie	
Bureaux_Services_Publics		Bureaux_Services_Publics		Bureaux_Services_Publics	
Sous-catégorie		Sous-catégorie		Sous-catégorie	
Bureaux Standards (cloisonnés-attribués)		Open Space (non cloisonné-attribué)		Zone accueil public	
Surface de la zone [m ²]		Surface de la zone [m ²]		Surface de la zone [m ²]	
10 709		3 450		1 047	
Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)		Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)		Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/an)	
3120		3120		3120	
Surface par poste de travail (m ² /poste)		Surface par poste de travail (m ² /poste)		Surface par guichet d'accueil (m ² /guichet)	
18		15		25	

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...)
Électricité	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	Énergie Finale, Énergie Primaire (kWh)
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EnR	Énergies 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} ¹²
Bois, biomasse	0,60
Gaz naturel	1,00
Gaz propane	1,00
Électricité	2,58
Fioul	1,00

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

15.2.5 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.

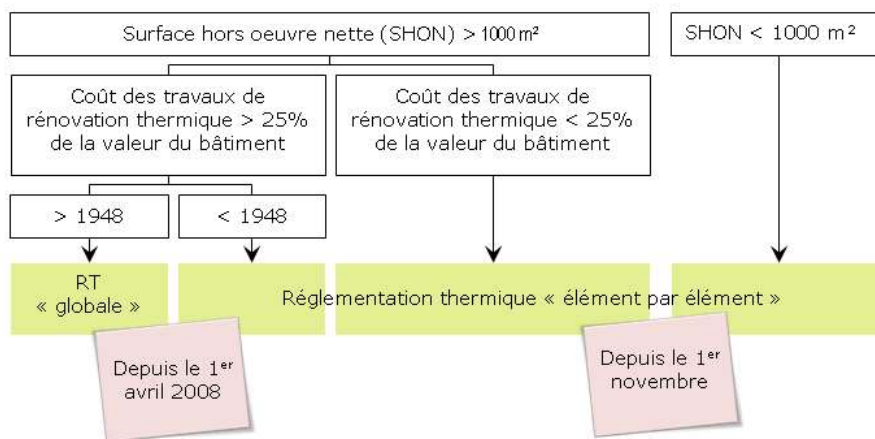
Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

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 d'usage principal d'habitation est de 1 466 €/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} semestre 2022¹³).



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