

# AUDIT ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS PUBLICS

## CENTRE D'ACCUEIL DES ENTREPRISES

*9, avenue de Ouagadougou – 86200 LOUDUN*

Visite effectuée le : 02/06/2020



Coordonnées du référent de la collectivité bénéficiaire

[REDACTED]	[REDACTED]	05 49 22 54 02
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

FICHES STANDARDS DU PÔLE NATIONAL DES CERTIFICATS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIES

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie#e5>

## SUIVI DU DOCUMENT :

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	21/08/2020	Version initiale	PDEL	JPOU	MCHO

### Liste des documents récupérés

Factures énergétiques : électricité (2018)  
Dossier technique amiante (2014)

### Liste des documents non disponibles

Plan du bâtiment  
Surface du bâtiment  
Année de construction  
Plan de réseaux  
Notice technique des installations

### Justification de l'approche statistique en cas de manquement de données

-

[contact@alterea.fr](mailto:contact@alterea.fr) – [www.alterea.fr](http://www.alterea.fr)

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

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

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

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

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

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

Accusé de réception en préfecture  
086-248600447-20250218-CC-2025-02-017b-DE  
Date de télétransmission : 21/03/2025  
Date de réception préfecture : 21/03/2025

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PRESENTATION DU TITULAIRE</b>	<b>5</b>
1.1	ALTEREA : RAISONNER POUR BATIR	5
1.2	CERTIFICATIONS OPQIBI	6
<b>2</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>PARTIE 1 – « DESCRIPTION DU BATIMENT »</b>	<b>9</b>
3.1	ENVELOPPE DU BATIMENT	9
3.2	SYSTEMES THERMIQUES	11
3.3	SYSTEMES AERAUQUES	13
3.4	SYSTEMES TECHNIQUES ET USAGES SPECIFIQUES	14
3.5	MAITRISE DU SITE	15
<b>4</b>	<b>PARTIE 2 – « ANALYSE ET BILAN ENERGETIQUE »</b>	<b>17</b>
4.1	ANALYSE GLOBALE DE LA PERFORMANCE ET DE LA VETUSTE	17
4.2	DEPERDITIONS THERMIQUES DU BATIMENT	20
4.3	CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	21
4.3.1	CONSOMMATIONS REELLES GLOBALES DU BATIMENT	21
4.3.2	CONSOMMATIONS REELLES ESTIMEES DU BATIMENT	23
4.3.3	ECART ENTRE LES CONSOMMATIONS SIMULEES ET REELLES	24
4.3.4	CONSOMMATIONS REGLEMENTAIRES DU BATIMENT	25
<b>5</b>	<b>PARTIE 3 – « PRECONISATIONS D’ACTIONS TECHNICO-ECONOMIQUES »</b>	<b>26</b>
5.1	SYNTHESE GLOBALE DES PRECONISATIONS TECHNIQUES	26
5.2	FICHES ACTIONS ASSOCIEES AUX PRECONISATIONS	29
5.2.1	REPLACEMENT DES MENUISERIES EXTERIEURES	29
5.2.2	MISE EN PLACE D’UNE ISOLATION PAR L’EXTERIEUR	30
5.2.3	REPRISE DE L’ISOLATION DES FAUX PLAFONDS	32
5.2.4	REPLACEMENT DES EMETTEURS ANCIENS	33
5.2.5	MISE EN PLACE D’UNE POMPE A CHALEUR AIR/AIR	34
5.2.6	REPLACEMENT DE L’ECLAIRAGE	35
5.2.7	MISE EN PLACE D’UNE VENTILATION DOUBLE FLUX DANS LES BUREAUX	36
<b>6</b>	<b>PARTIE 4 – « PROGRAMMES D’AMELIORATION ET SCENARII »</b>	<b>37</b>
6.1	SYNTHESE DES ACTIONS	37
6.2	PLAN D’ACTIONS N°1	39
6.3	PLAN D’ACTIONS N°2	40
6.4	PLAN D’ACTIONS N°3	41
<b>7</b>	<b>PARTIE 5 – « PERSPECTIVES TRAVAUX »</b>	<b>43</b>



<b>8 CONCLUSION</b>	<b>44</b>
<b>9 ANNEXES</b>	<b>45</b>

---

# 1 PRESENTATION DU TITULAIRE

## 1.1 ALTEREA : Raisonner pour bâtir

Ingénieur du bâtiment et de l'énergie, ALTEREA accompagne les maîtres d'ouvrages, à travers une démarche raisonnée, dans leurs projets de réhabilitation, d'optimisation, et de construction en leur garantissant des résultats performants, durables et mesurables.

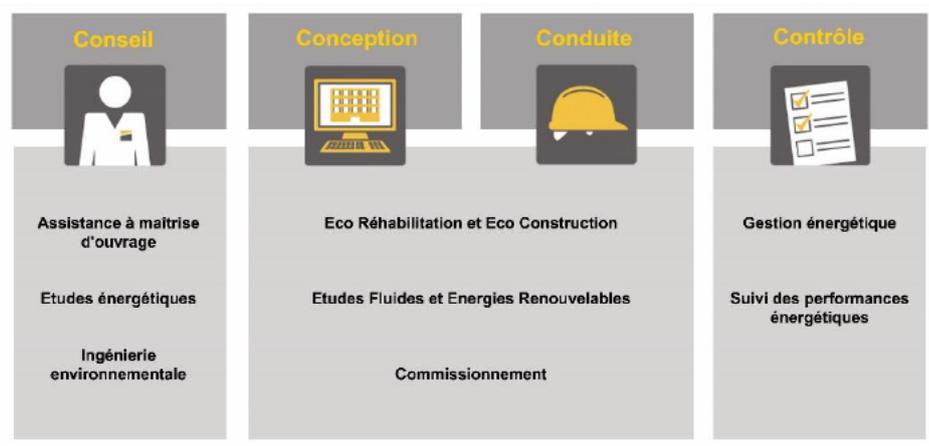
L'expertise d'ALTEREA s'appuie sur une équipe pluridisciplinaire de plus de 280 collaborateurs spécialisés dans les domaines suivants :



- Génie Thermique
- Génie Électrique.
- Génie Climatique / Fluides
- Énergies Renouvelables.
- Exploitation & Maintenance.
- Économie de la Construction.
- Automatisme & Gestion Technique.

- Ingénierie Environnementale.

En tant qu'acteur reconnu dans le secteur de l'ingénierie et totalement indépendant des fournisseurs d'énergie et des entreprises de travaux, ALTEREA intervient sur 4 métiers s'inscrivant dans un cycle d'amélioration continue de la performance énergétique des bâtiments :

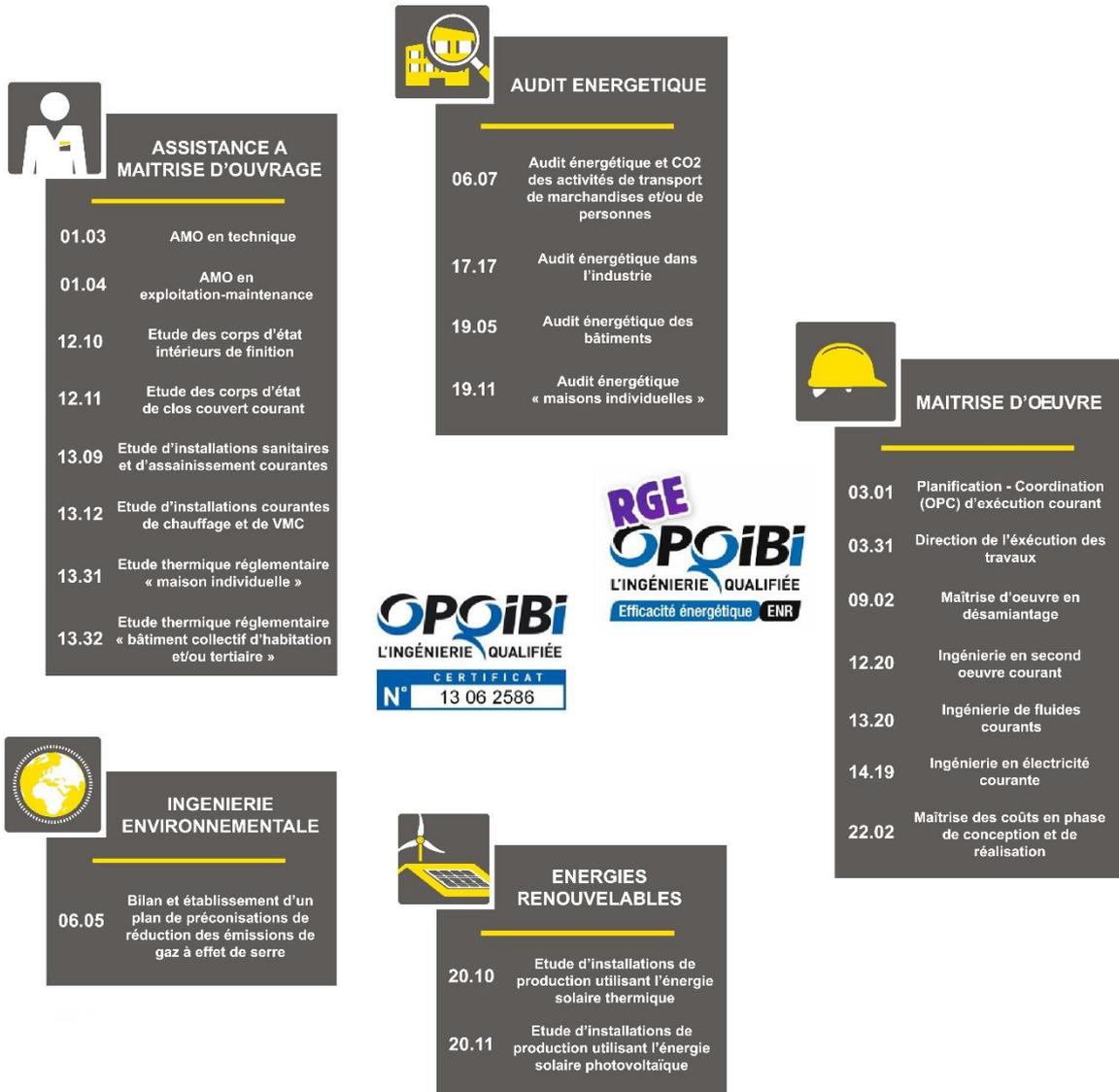


- Réalisation des études préalables, assistance à maîtrise d'ouvrage et construction des programmes.
- Maîtrise d'œuvre de conception et d'exécution.
- Mise en place d'outils d'évaluation et de suivi des résultats.

ALTEREA assure une veille permanente au niveau des certifications afin de garantir en permanence sa qualité de service.

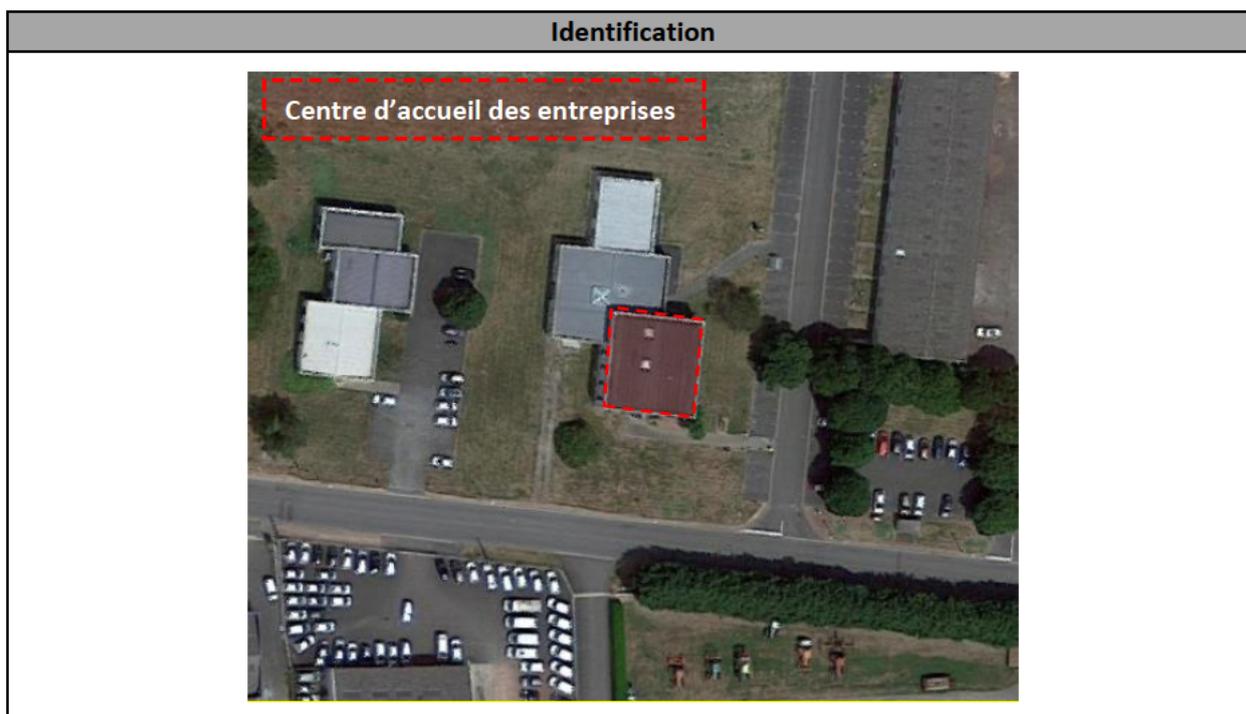
## 1.2 Certifications OPQIBI

Afin d'attester de ses compétences, ALTEREA est **certifié par OPQIBI** sur les qualifications suivantes :



Etant titulaire des qualifications 20.10, 19.05, 13.22, 13.31, 13.32, 12.14, ALTEREA est reconnu « RGE » (Reconnu Garant de l'Environnement).

## 2 INTRODUCTION



Identification		
	Nom du site	EPCI PAYS DU LOUDUNAIS
	Nom du bâtiment	Centre d'accueil des entreprises
	Adresse	9, avenue de Ouagadougou
	Date de construction	≈1990
	Surface utile	521 m <sup>2</sup>
	SHON du bâtiment <sup>1</sup>	565 m <sup>2</sup>
	Nombre usagers	NC
	Nombre de niveaux	2
	Catégorie d'ERP	5
	Type d'ERP	W
	Energie pour le chauffage	Électricité
	Type de chauffage	Effet Joule Direct / Thermodynamique
	Energie pour l'ECS	Electricité
Type d'ECS	Ballon électrique	

### Horaires d'occupation :

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

Travaux réalisés récemment		
Année travaux	Action effectuée	Objectif(s)
2018	Installation d'une pompe à chaleur réversible dans les locaux d'une entreprise au rez-de-chaussée	Confort d'été / Gain énergétique

Description complémentaire du bâtiment	
Usages	Bureaux
Annexes ou extensions	<i>Sans objet.</i>
Organisation du site	Un seul bâtiment composé de plusieurs locaux destinés à accueillir des entreprises (2 actuellement).
Commentaires usagers	Partie du rez-de-chaussée mitoyenne avec les locaux de Pôle Emploi.
Conditions réelles d'utilisation	Deux entreprises présentes au rez-de-chaussée, l'une toute l'année, l'autre six mois par an. Le reste du bâtiment n'est pas occupé.
Environnement	

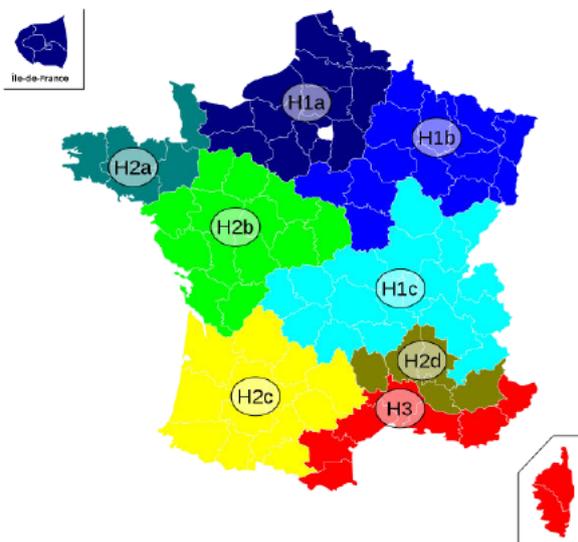


Figure 1 : Zone climatique

Données climatiques locales	
Zone climatique	h2b
Hauteur de la zone	<100m
DJU 2017	2301
DJU 2018	2173
DJU 2019	2193

### 3 PARTIE 1 – « DESCRIPTION DU BATIMENT »

Note	Performance	Vétusté
0	Très énergivore	Equipement à remplacer - Equipement vétuste
1	Energivore	Etat d'usage. Pas de dégradation avancée constatée - 50% de vie restante
2	Performant	Bon état : 75% de vie restante
3	Très performant	Equipement neuf

#### 3.1 Enveloppe du bâtiment

Description			P	V	
<b>Murs extérieurs</b>	<b>Mur type 1 - extérieur</b>				
		Typologie :	Parpaing de 25 cm	2	2
		Isolation :	4 cm de polystyrène expansé (intérieur)		
		Revêtement extérieur :	Enduit/Carreaux de céramique		
		Date de l'élément :	Année de construction		
		Localisation :	Ensemble du site		
<i>R (m<sup>2</sup>.K)/W</i>		1,35			
<b>Murs intérieurs</b>	<b>Mur type 2 - sur locaux non chauffé</b>				
		Typologie :	Parpaing de 25 cm	1	2
		Isolation :	Absence d'isolation		
		Date de l'élément :	Non connue		
		Localisation :	Murs sur locaux ordures et électricité		
<i>R (m<sup>2</sup>.K)/W</i>		0,19			
<b>Planchers bas</b>	<b>Plancher bas type 1 - sur terre-plein</b>				
		Typologie :	Terre-plein	1	2
		Structure :	Dalle béton plein de 18 cm		
		Isolation :	Polystyrène expansé de 4 cm en périphérie		
		Date de l'élément :	Année de construction		
		Localisation :	Ensemble du site		
<i>R (m<sup>2</sup>.K)/W</i>		1,16			

Description		P	V		
Planchers bas	<b>Plancher bas type 2 - sur extérieur</b>				
		Typologie :	Extérieur		
		Structure :	Béton plein de 20 cm		
		Isolation :	Isolant de 5 cm (hypothèse)	2	2
		Date de l'élément :	Année de construction		
		Localisation :	Entrée		
	$R (m^2.K)/W$		1,36		
<b>Plancher bas type 3</b>					
	Typologie :	Sur local non chauffé			
	Structure :	Béton plein de 20 cm			
	Isolation :	Non isolé	1	2	
	Date de l'élément :	Année de construction			
	Localisation :	Plancher bas sur locaux ordures et électricité			
$R (m^2.K)/W$		0,11			
Planchers hauts	<b>Plancher haut type 1</b>				
		Typologie :	Faux plafond sous toiture		
		Structure :	Dalle de faux plafond en polyuréthane 60x60 cm		
		Isolation :	Laine de verre de 15 cm	2	2
		Date de l'isolation :	Année de construction		
		Localisation :	Ensemble du site		
$R (m^2.K)/W$		3,96			
Menuiseries	<b>Vitrage type 1</b>				
		Type de cadre :	Aluminium sans rupteur de PT		
		Type de vitrage :	Double vitrage 4/8/4		
		Date de l'élément :	Année de construction	1	1
		Mode de fermeture :	Battante		
		Localisation :	Ensemble du site		
$U_w W/(m^2.K)$		3,30			

### 3.2 Systèmes thermiques

Description			P	V	
Production de chaleur	<b>Production 1</b>				
		Type de production :	Electricité - effet joule direct	1	1
		Technologie :	Convecteurs électriques ou panneaux rayonnants		
		Année de mise en fonctionnement :	Année de construction		
		Marque :	THERMOR		
		Puissance :	Variable		
		Pourcentage de surface desservie par la production	90% (ensemble du site sauf bureaux ADECCO)		
	<b>Production 2</b>				
		Type de production :	Electricité - thermodynamique	3	3
		Technologie :	Pompe à chaleur réversible Air/Air		
		Année de mise en fonctionnement :	2018		
		Marque :	HITACHI RAM-53NP3B		
Puissance :		6,80 kW (chaud) / 5,30 kW (froid)			
COP / EER :		4,10 / 4,20			
Pourcentage de surface desservie par la production	10% (bureaux ADECCO)				
Systèmes de régulation	<b>Régulation 1 - (liée à la production 1)</b>				
		Type de régulation :	Horloge programmable analogique / Thermostat électronique	2	2
		Marque :	THEBEN / SCHNEIDER		
		Modèle :	SUL 188 hw / TH3		
		Paramétrage :	Confort (21°C) - 6h à 18h Réduit (16°C) - (18h à 6h)		
	Localisation sonde d'ambiance :			Inconnue	
	<b>Régulation 2 - (liée à la production 2)</b>				
		Type de régulation :	Télécommande manuelle	3	3
		Marque :	HIATCHI		
		Modèle :	Inconnu		
Paramétrage :		Fonction de l'utilisateur			
Localisation :			Bureaux avec pompe à chaleur réversible au RdC		

Description		P	V	
Systèmes d'émission	<b>Emetteur 1 (lié à la production 1)</b>			
		Type d'émetteur :	Convecteur électrique	0 0
		Régulation terminale :	Thermostat intégré	0 -
		Pourcentage de présence :	60%	
		Localisation :	Rez-de-chaussée	
	<b>Emetteur 2 (lié à la production 1)</b>			
		Type d'émetteur :	Panneau rayonnant électrique	1 1
		Régulation terminale :	Thermostat intégré	1 -
		Pourcentage de présence :	30%	
		Localisation :	Etage	
	<b>Emetteur 3 (lié à la production 2)</b>			
		Type d'émetteur :	Ventilo-convecteur	3 3
Régulation terminale :		Thermostat intégré	3 -	
Pourcentage de présence :		10%		
Localisation :		Bureaux ADECCO		
Production ECS décentralisée	<b>Production d'ECS décentralisée</b>			
		Type de production :	Ballon d'eau chaude	
		Energie :	Electricité	
		Usage :	Sanitaires	2 2
		Volume d'accumulation :	15 L	
Nombre de systèmes :		2		

### Analyse des puisages d'eau :

Equipements sanitaires		V
Douche	Présence : NON	-
Lavabo / Evier	Présence : OUI	2
	Nombre : 2	
	Type de robinet : Mitigeur	
	Economiseurs d'eau : NC	
WC	Simple chasse	2
	Nombre : 2	
Récupérateur Eau Pluvial	Présence : NON	-

La production d'ECS actuelle est performante et convient aux besoins d'eau chaude du site. Les ballons sont situés proche des points de puisage qui permet de limiter les pertes de chaleur en ligne.

### 3.3 Systèmes aérauliques

Description		Nombre	Pourcentage de surface des locaux concernés	P	V	
Equipements de ventilation	VMC simple flux :	1	15%	2	3	
	CTA simple flux :	-	sans objet	-	-	
	Double flux sans récupération d'énergie et sans recyclage :	-	sans objet	-	-	
	Double flux sans récupération d'énergie avec recyclage :	-	sans objet	-	-	
	Double flux avec récupération d'énergie et sans recyclage :	-	sans objet	-	-	
	Double flux avec recyclage avec récupération d'énergie :	-	sans objet	-	-	
	Vétusté des bouches de ventilation :					2
	Vétusté des réseaux aérauliques :					2
	Pourcentage de ventilation naturelle dans le bâtiment :	85%		0		
	Etanchéité à l'air des menuiseries :	Menuiseries d'origine, étanchéité correcte		2		
Régulation Ventilation	Présence d'une programmation horaire :	Non				
	Pourcentage d'équipement sur programmation horaire :	0%		0	-	
	Paramétrage de la programmation :	-				
	Présence de variateurs sur les équipements :	-				
	Pourcentage de présence de variateurs sur les équipements :	0%		0	-	



Bouche d'extraction circulation



Bouche d'extraction sanitaires



Caisson d'extraction

### 3.4 Systèmes techniques et usages spécifiques

Description		P	V	
Systèmes d'éclairage	<b>Eclairage 1</b>			
		Type d'éclairage 1 : Nombre : Puissance unitaire (W) : Régulation : Pourcentage des locaux concernés : Localisation :	Tube fluorescent T8 à ballast ferromagnétique 50 2x36 W Interrupteur manuel 60% Ensemble du site	1 1
	<b>Eclairage 2</b>			
		Type d'éclairage 2 : Nombre : Puissance unitaire (W) : Régulation : Pourcentage des locaux concernés : Localisation :	Tube fluorescent T8 à ballast ferromagnétique 14 4x18 W Interrupteur manuel 48% Ensemble du site	1 1
	<b>Eclairage 3</b>			
		Type d'éclairage 3 : Nombre : Puissance unitaire (W) : Régulation : Pourcentage des locaux concernés : Localisation :	Pavé LED 10 40 W Interrupteur manuel 10% Bureaux 'ADECCO' au RdC	3 3
	<b>Eclairage 4</b>			
		Type d'éclairage 3 : Nombre : Puissance unitaire (W) : Régulation : Pourcentage des locaux concernés : Localisation :	Ampoule fluocompacte 4 26 W Interrupteur manuel 2% WC	1 1

Description		P	V
Autres usages	 <p>Usage spécifique - Bureautique</p> <p>10 ordinateurs, 2 imprimantes/photocopieurs, 2 serveurs.</p>		
	 <p>Usage spécifique - Rafraîchissement</p> <p>Climatisation de confort : 3</p>		

### 3.5 Maitrise du site

Description			
GTB	-	Présence d'une GTB sur le bâtiment :	Non
		Bâtiment raccordé à la GTB :	-
		<b>Pourcentage des équipements du bâtiment couverts par la GTB :</b>	
		Chauffage :	-
		Eclairage :	-
		Ventilation :	-
		Les plannings horaires et températures sont-ils suivi régulièrement ?	-
		Le fonctionnement de la régulation est-elle parfaitement maitrisée ?	-
		L'historique des informations est-il disponible ?	-

Informations complémentaires concernant le comportement des usagers et leur ressenti, et également sur l'exploitation du bâtiment.

USAGERS	
<b>Comportement</b>	
Hiver : Comportement des usagers vis-à-vis de l'ouverture des menuiseries extérieures Comportement vis à vis de la bureautique Comportement vis à vis des radiateurs Comportement vis à vis de l'éclairage	Aucun occupant n'était présent durant la visite, absence d'information sur le comportement.
<b>Ressenti</b>	
Les usagers ont-ils des sensations de froid en hiver ? Les usagers ont-ils des sensations de chaud en été ? Les usagers ressentent-ils des courants d'air ? Les usagers mentionnent-ils des problématiques liées à la qualité de l'air (odeurs, air sec, air humide, ... ) ?	Aucun occupant n'était présent durant la visite, absence d'information sur le ressenti.

Exploitation	
Gestion du chauffage	
Des abaissements de températures pendant les périodes de fermeture/weekends sont-ils programmés ?	Oui
Les circulations des bâtiments (couloirs/halls) sont-ils chauffés à la même température que les locaux de travail ?	Oui
Le fonctionnement des régulateurs de chauffage est-il parfaitement maîtrisé ?	Non, certains radiateurs étaient en mode chauffage dans les bureaux inoccupés.
Les températures intérieures sont-elles observées (enregistrement GTB, enregistreurs autonomes, thermomètres pro) ?	Non
Gestion de l'exploitation	
Maintenance immobilière courant :	-
Multi-technique :	-
Gros entretien et Grosses réparations :	-

Description			P	V
Energie renouvelable	-	Présence d'une énergie renouvelable : Non		

## 4 PARTIE 2 – « ANALYSE ET BILAN ENERGETIQUE »

### 4.1 Analyse globale de la performance et de la vétusté

Le tableau ci-dessous est la synthèse des éléments abordés en partie 1 avec la description détaillée du bâtiment.

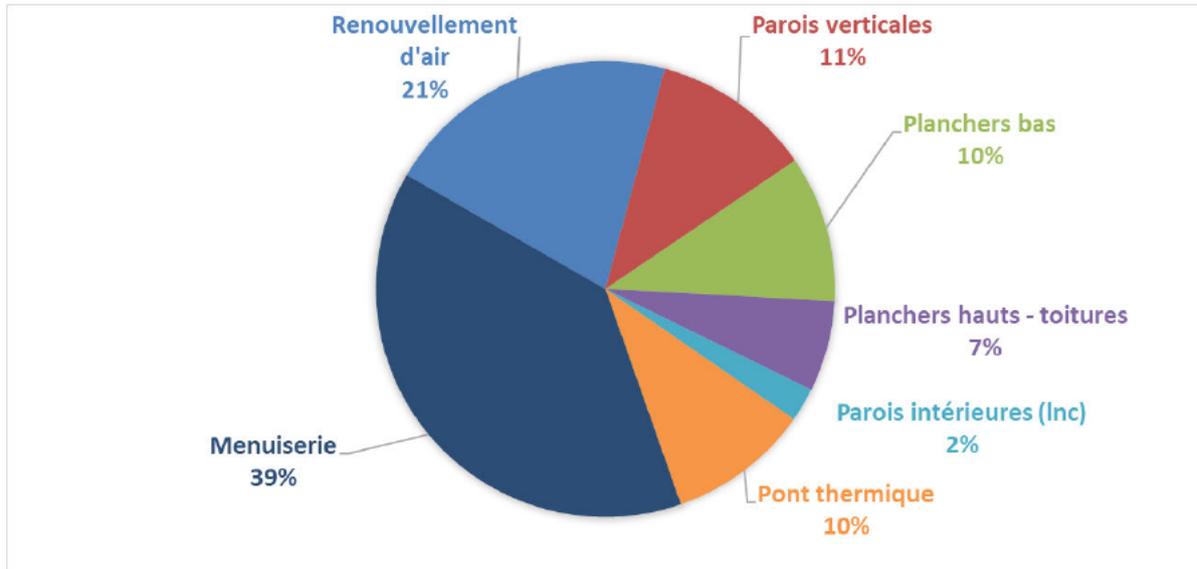
		Analyse élément par élément	Perf.		Vétusté	
			Indiv.	Glob.	Indiv.	Glob.
Enveloppe des bâtiments	Murs	<p>Les murs extérieurs en parpaing sont isolés par l'intérieur par 4 cm de polystyrène expansé.</p> <p>La présence d'isolant limite les pertes de chaleur vers l'extérieur, toutefois, placé côté intérieur, cela entraîne d'importants ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires. La réfection de cette isolation et la pose d'isolant aux performances thermiques actuelles permettrait de réduire les déperditions par les parois verticales.</p> <p>La mise en place d'une isolation par l'extérieur permettrait également d'améliorer les performances thermiques de l'enveloppe du bâtiment et de réduire les ponts thermiques.</p> <p>→ Action d'isolation thermique par l'extérieure envisagée.</p>	2		2	
	Planchers bas	<p>Le bâtiment est sur terre-plein, l'hypothèse d'une isolation sous dalle en polystyrène a été prise compte en fonction de l'année de construction du bâtiment.</p> <p>Aucune action n'est envisagée compte tenu des travaux importants qu'engendrerait une intervention sur terre-plein.</p> <p>Une faible surface de plancher bas donne sur l'extérieur, au niveau de l'entrée. Celui-ci est isolé en sous-face par 5 cm d'isolant, son remplacement n'est pas préconisé.</p>	1	2	2	2
	Planchers hauts	<p>Un faux plafond isolé par 15 cm de laine de verre est présent sur l'ensemble des bureaux à l'étage. L'isolant est dans un état correct, il pourrait être envisagé son remplacement afin d'atteindre une résistance thermique plus importante.</p> <p>→ Action de reprise de l'isolation du faux plafond envisagée.</p>	2		2	
	Menuiseries	<p>Les menuiseries extérieures sont en aluminium double vitrage 4/8/4 et sont d'origine.</p> <p>Faiblement performantes, elles représentent une importante surface déperditive, le bâtiment étant fortement vitré.</p> <p>Le remplacement de l'ensemble des menuiseries extérieures est préconisé afin de limiter les pertes de chaleur à travers les surfaces vitrées, tout en augmentant le confort thermique et acoustique des occupants.</p> <p>→ Action de remplacement des menuiseries envisagée.</p>	1		1	

<b>Systèmes thermiques</b>	<b>Production / Emission</b>	<p>Le site est chauffé électriquement.</p> <p>Des convecteurs électriques anciens peu performants équipent les bureaux du rez-de-chaussée, à l'exception des locaux occupés par l'entreprise 'ADECCO', où une pompe à chaleur réversible air/air a été installée par les occupants.</p> <p>L'étage est équipé de panneaux rayonnants électriques, probablement installés en remplacement des convecteurs électriques anciens. Toutefois l'année de remplacement de ces émetteurs n'est pas connue. Le remplacement des émetteurs électriques par des équipements récents de type panneaux rayonnants avec programmation centralisée permettrait une réduction des consommations de chauffage et un gain de confort pour les occupants.</p> <p>La mise en place d'une pompe à chaleur Air/Air pour l'ensemble du site permettrait de réduire encore les consommations liées au chauffage.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Action envisagée de remplacement des émetteurs</li> <li>➔ Action envisagée de mise en place d'une pompe à chaleur air/air</li> </ul>	<b>2</b>	<b>2</b>	
	<b>Régulation</b>	<p>La régulation des convecteurs électriques et panneaux rayonnants semble être réalisée par un couplage horloge/thermostat électronique présent dans le local électrique. Cependant, le schéma de câblage n'étant pas connu, il est probable que les panneaux rayonnants de l'étage, ne soient pas raccordés à cette régulation et soient régulés manuellement par les occupants.</p> <p>De plus, certains émetteurs dans les locaux non occupés étant en mode "chauffage" et non "hors-gel" lors de la visite, il est probable qu'ils aient chauffé les locaux vides en période hivernale.</p> <p>La sonde d'ambiance n'a pas été observée, toutefois, si celle-ci est placée dans un bureau non occupé dont les émetteurs sont éteints, la température ne sera jamais atteinte pour le régulateur qui continuera alors à être en demande de chauffage, cette information sera alors en contradiction avec le thermostat interne des émetteurs des bureaux occupés où la température de consigne sera atteinte (ceci dans le cas où la régulation du local électrique prend le dessus sur les thermostats des émetteurs).</p> <p>La régulation des unités intérieures de climatisation/chauffage reliées à la pompe à chaleur est effectuée manuellement par les usagers.</p> <p>En l'absence de bridage, certains comportements peuvent entrainer d'importantes dérives de consommations. Il est donc important de sensibiliser les usagers sur ce point.</p>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	<b>ECS</b>	<p>La production d'eau chaude sanitaire est réalisée par deux ballons électriques de 15L présent sous les points de puisage (lavabo). Les besoins en ECS étant faibles sur ce site, ce mode de production est adapté.</p>	<b>2</b>	<b>2</b>	

Systèmes Aérauliques	Equipements	<p>Un caisson d'extraction de ventilation simple flux est présent en faux-plafond. Celui-ci est récent et basse consommation, la date de son installation n'est cependant pas connue.</p> <p>L'extraction est réalisée dans les sanitaires et les circulations, au rez-de-chaussée et à l'étage.</p> <p>Le renouvellement d'air du reste du bâtiment est réalisé par ouvertures des fenêtres et infiltrations. Certaines fenêtres sont équipées d'entrées d'air.</p> <p>La mise en place d'une VMC double-flux avec création d'un réseau de gaines en faux-plafond permettrait de contrôler le renouvellement de l'air dans les bureaux et d'augmenter le confort des occupants tout en réduisant les déperditions par renouvellement d'air.</p> <p>→ Action envisagée de mise en place d'une VMC double-flux dans les bureaux.</p>	2	3	3
	Régulation	<p>La ventilation est en fonctionnement permanent.</p>	-	-	
Systèmes Techniques	Eclairage	<p>Le système d'éclairage est d'origine, vieillissant et peu performant, à l'exception des bureaux de l'entreprise "ADECCO" équipés de pavés LED. L'ensemble du site est équipé d'interrupteurs marche/arrêt classiques. Le remplacement de l'ensemble des équipements d'éclairage anciens du site par des technologies LED permettrait de réduire les consommations liées à ce poste.</p> <p>La mise en place de détection de présence dans les sanitaires et les circulations est également préconisée.</p> <p>De plus, le bâtiment étant fortement vitré, la mise en place de sonde photométrique dans les bureaux, afin d'ajuster l'éclairage artificiel en fonction d'un seuil d'apport en lumière naturelle permettrait également d'optimiser les consommations de ce poste.</p> <p>→ Action envisagée de remplacement de l'éclairage par du LED</p>	2	2	2
	Autres usages	<p>Ces consommations dépendent fortement du comportement des usagers.</p> <p>Les équipements de bureautique peuvent être reliés à une coupure généralisée afin d'éviter la mise en veille de ces équipements.</p>	2	2	

## 4.2 Déperditions thermiques du bâtiment

Le graphique ci-dessous représente la répartition des déperditions sur le bâtiment étudié. Les déperditions sont obtenues à l'aide d'un mètre et d'une caractérisation des parois à la suite de la visite sur site. Les déperditions obtenues sont exprimées en W/K :



### Analyse des déperditions

- Les menuiseries extérieures représentent le premier poste de déperditions énergétiques. Celles-ci étant peu performantes et le bâtiment étant fortement vitré, ce graphique met en évidence la nécessité de réduire ce point faible de l'enveloppe.
- Le renouvellement d'air est également un poste déperditif majeur, l'absence de ventilation mécanique dans les bureaux ne permet pas de satisfaire les exigences de renouvellement d'air et entraîne d'importantes pertes de chaleur.
- Les parois verticales, légèrement isolées, ne représentent que 11% des déperditions, cette part pourrait être abaissée en renforçant l'enveloppe d'une isolation extérieure, ou bien en augmentant l'isolation intérieure lors d'une réfection de celle-ci, cela engendrera toutefois une légère perte de surface utile.
- Les ponts thermiques représentent 10% des déperditions, principalement dues au pont thermique de plancher intermédiaire, élevé de par l'isolation intérieure. La mise en place d'une isolation extérieure permettrait de réduire les déperditions par ponts thermiques.
- Les planchers hauts, déjà isolés, n'apparaissent pas comme un élément prioritaire dans le cadre de l'isolation de l'enveloppe.

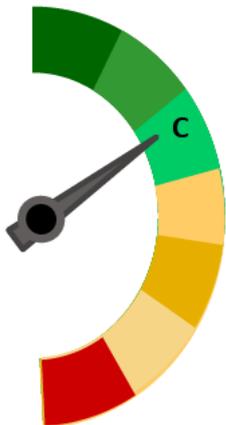
## 4.3 Consommations énergétiques

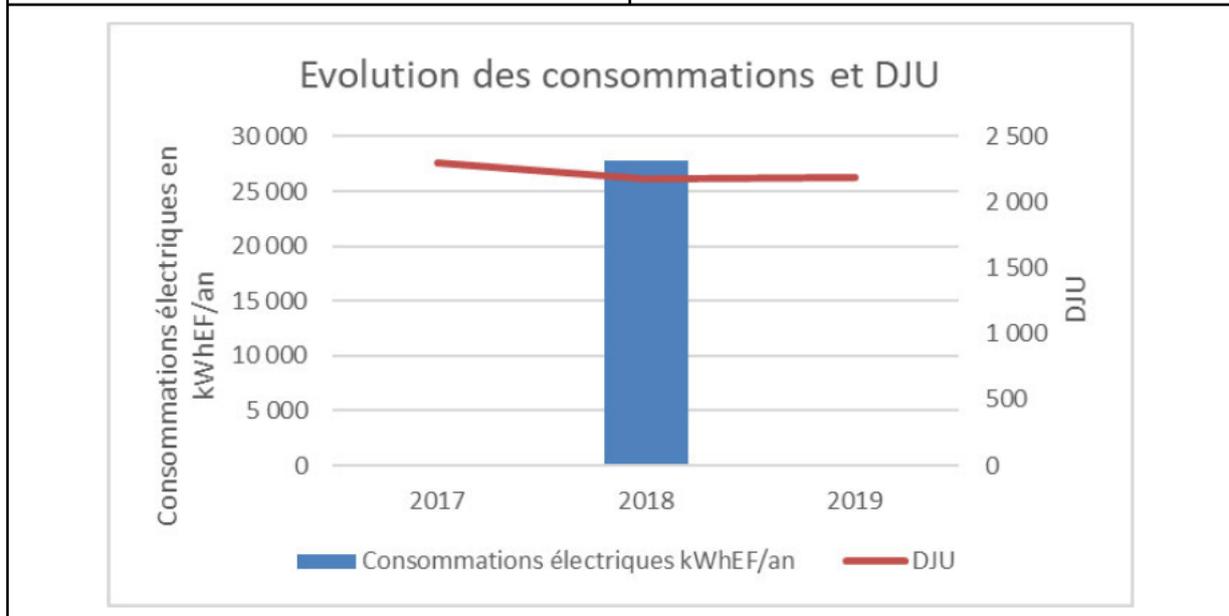
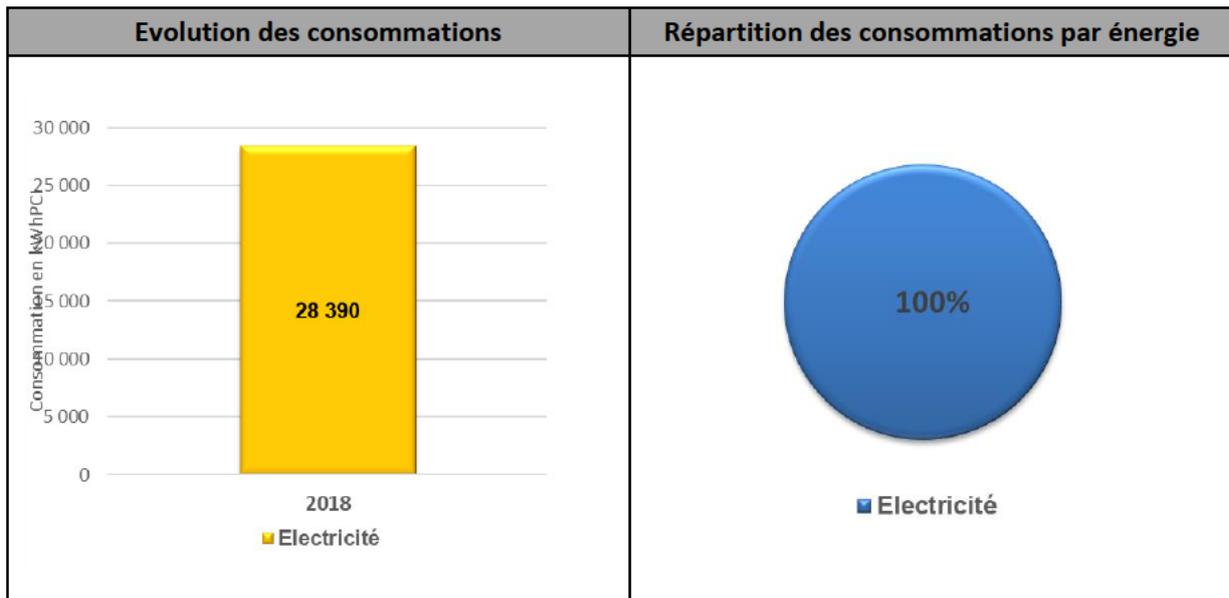
### 4.3.1 Consommations réelles globales du bâtiment

A l'échelle du bâtiment étudié, la synthèse de l'analyse des consommations donne les résultats suivants :

- Sources :	Données transmises par le client
- Année de référence décret tertiaire :	2011
- Années prises en compte pour la simulation :	2018
- Méthode de répartition des consommations :	Répartition par usage

Consommations et émissions GES			
Consommations Energie Finale	28 390 kWh <sub>EF</sub> /an	4 259	€
dont Electricité	28 390 kWh <sub>EF</sub> /an	4 259	€
dont Gaz	kWh <sub>EF</sub> /an		€
dont Fioul	kWh <sub>EF</sub> /an		€
dont Réseau de chaleur	kWh <sub>EF</sub> /an		€
dont Bois	kWh <sub>EF</sub> /an		€
Consommations Energie Primaire	73 247 kWh <sub>EP</sub> /an		
Emission Gaz à effet de serre :	2 385 kgeqCO <sub>2</sub>		

Jauge Energie		Jauge Climat	
	Ratio Energie Primaire		Ratio Emission GES
	130 kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an		4 kgeqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an
	Ratio Energie Finale		
	50 kWh <sub>EF</sub> /m <sup>2</sup> SHON.an		



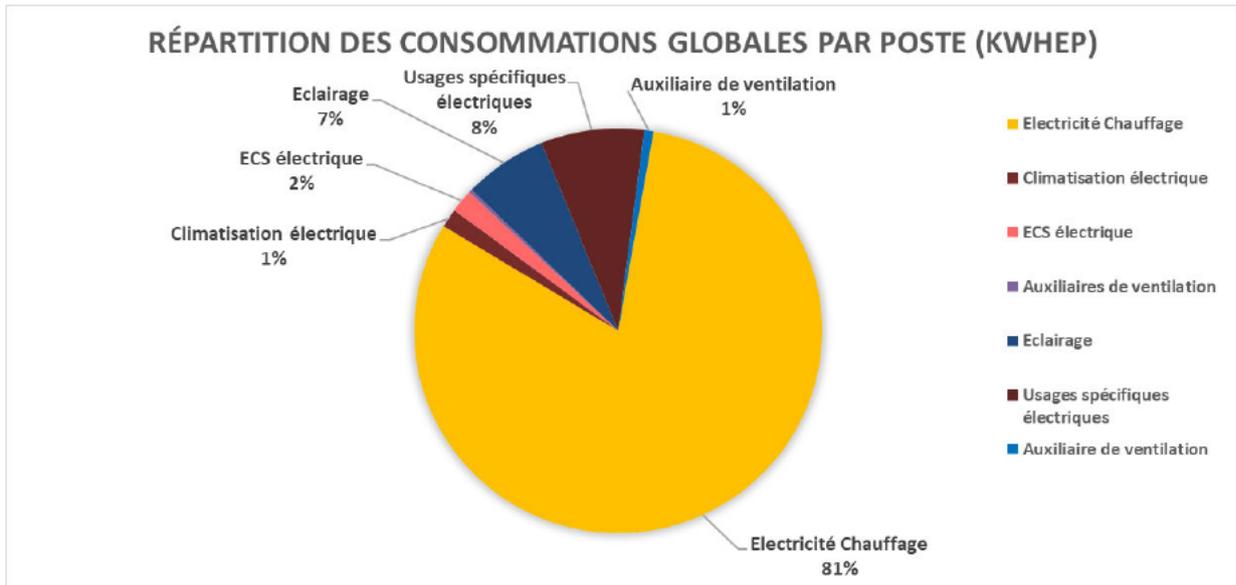
### Analyse des consommations

L'étiquette énergétique attribuée en se basant sur les factures est faussée par l'occupation du bâtiment. En effet, la consommation étant ramenée à la surface SHON et les locaux étant faiblement occupés (seule deux entreprises occupent les lieux), la consommation en kWhEF/m<sup>2</sup>SHON.an est faible et le bâtiment apparaît alors en étiquette A (50 kWhEF/m<sup>2</sup>.an), ce résultat n'est pas pertinent dans le cas de cette étude.

L'analyse de l'évolution des consommations n'est pas possible car nous ne disposons que d'une seule année (2018).

#### 4.3.2 Consommations réelles estimées du bâtiment

Les consommations « Usages spécifiques électriques » comprennent tous les équipements divers présents dans le bâtiment (ordinateurs, imprimantes, bouilloires...). Le graphique suivant présente la répartition des consommations par poste sans distinction des énergies :



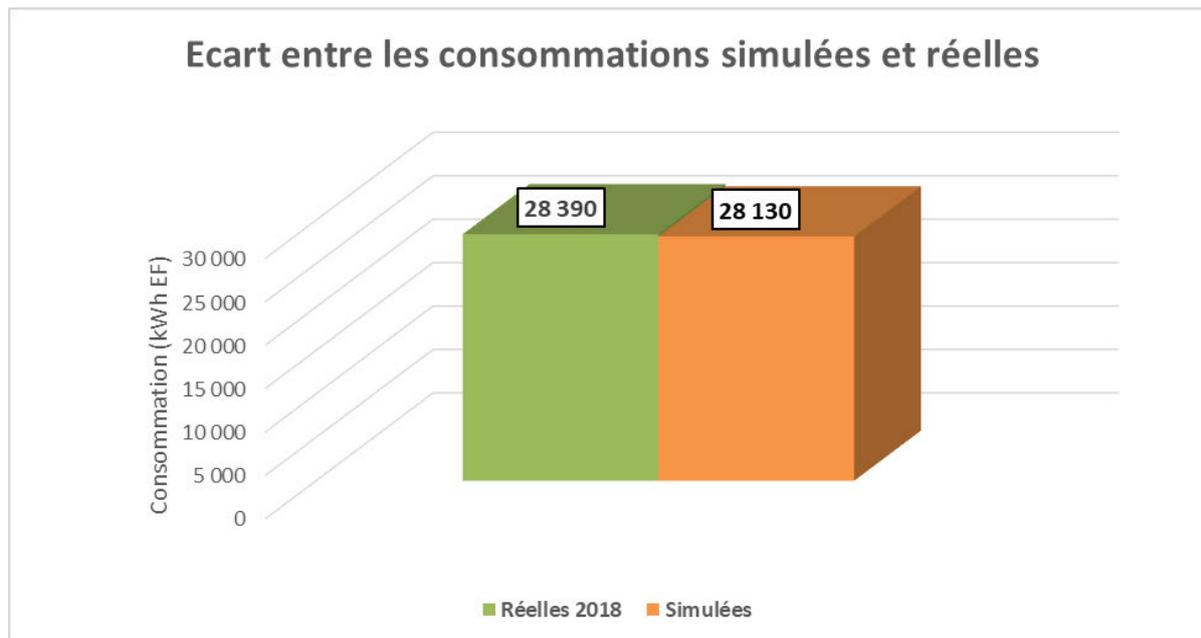
#### Analyse des consommations par postes

- Le bâtiment étant chauffé de manière électrique par des convecteurs, des panneaux rayonnants ou un système thermodynamique, le chauffage représente la majorité des consommations électrique du site.
- L'éclairage est également conséquent avec 7% de l'ensemble des consommations.
- Les usages spécifiques (bureautiques) sont considérés comme incompressibles.
- L'eau chaude sanitaire est secondaire et n'est d'ailleurs pas prise en compte lors d'un calcul réglementaire dans le cas d'un bâtiment de bureau.

### 4.3.3 Ecart entre les consommations simulées et réelles

Les consommations réelles correspondent aux factures transmises par le client. Elles sont considérées comme étant fiables à 100% et représentent les valeurs réelles de consommations.

Les consommations simulées correspondent aux consommations issues de la modélisation du bâtiment dans l'outil (Pléiades). Cette modélisation a pour objectif de visualiser l'écart entre ce qui a été simulé et les données réelles. Ces deux calculs concernent des données réelles puisqu'elles sont toutes corrigées par rapport à la rigueur climatique (DJU).



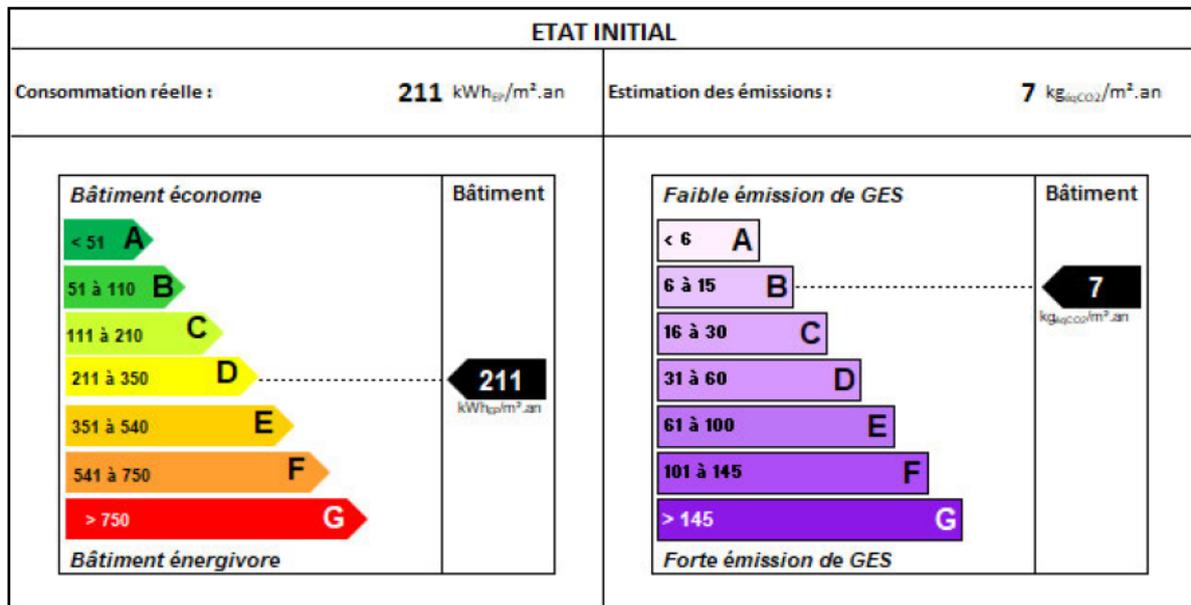
Les consommations simulées dépendent des scénarios d'occupation renseignés dans la modélisation. Ces scénarios traduisent les comportements théoriques des occupants vis-à-vis du chauffage, de l'éclairage, de l'ouverture des fenêtres, des équipements de bureautique laissés en veille... Ils sont établis à la suite des informations récoltées durant la visite et par hypothèses d'usage en fonction du bâtiment.

Nous observons un écart inférieur à 5% entre les consommations réelles et les consommations simulées, ainsi nous pouvons considérer la modélisation comme fidèle au comportement réel du bâtiment, et donc observer l'évolution de ces consommations dans le cadre d'interventions énergétiques.

#### 4.3.4 Consommations réglementaires du bâtiment

Répartition des consommations		Conso. d'Énergie Finale (kWhEF)	Conso. d'Énergie Primaire		Emissions de CO2 (TéqCO2)
			(kWhEP)	(kWhEP/m <sup>2</sup> SHON)	
Thermique	Chauffage	36 616	94 468	167	3,08
	ECS	-	-	-	-
Electrique	Refroidissement	394	1 017	2	0,03
	Eclairage	8 891	22 939	41	0,75
	Auxiliaire de chauffage	88	226	0,4	0,01
	Auxiliaire de ventilation	307	791	1	0,03
	Production d'électricité	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>46 295</b>	<b>119 441</b>	<b>211</b>	<b>4</b>

Le calcul réglementaire permet de déduire les étiquettes CEP<sup>2</sup> ci-dessous :



## 5 PARTIE 3 – « PRECONISATIONS D’ACTIONS TECHNICO-ECONOMIQUES »

### 5.1 Synthèse globale des préconisations techniques

La scénarisation proposée suit plusieurs plans d’action :

- Le **premier plan d'action** concerne le maintien en état du bâtiment avec des actions correctives prioritaires permettant des gains rapides sur les consommations d'énergie pour un investissement faible.
- Le **second plan d'action** concerne l'objectif de réduction de 30% de la consommation d'énergie finale
- Le **troisième plan d'action** ajoute des interventions énergétiques plus ambitieuses (rénovation lourde) qui ont pour but de répondre aux objectifs suivants :
  - ▶ Gain de 100 kWhEF/m<sup>2</sup>/an sur la consommation globale d'énergie finale sans prise en compte d'une substitution du mode de chauffage ou de l'installation d'énergies renouvelables ;
  - ▶ **ET** Consommation maximale de 120 kWhEP/m<sup>2</sup>/an sur la consommation globale d'énergie primaire avec prise en compte d'une substitution du mode de chauffage et d'autres équipements.

Les gains présentés sont calculés par rapport à la moyenne des consommations des trois dernières années.

Le tableau ci-dessous met en évidence les différentes préconisations techniques effectuées sur le bâtiment :

Interventions	Parois concernées	Surface concernée (m <sup>2</sup> )	Investissement (€HT)	Gain Energie Finale		Gain Energie Primaire		Gain carbone (TCO2 évitées) <sup>3</sup>			Gain financier (€ TTC)	CEE (kWhCUMAC)	TRI actualisé (CEE inclus)	Plans d'actions			
				Gain (kWhEF)	Gain (%EF)	Gain (kWhEP)	Gain (%EP)	SCOPE 1	SCOPE 2	TOTAL				1	2	3	
<b>Bâti</b>																	
<b>Clos couvert</b>																	
Remplacement des menuiseries extérieures	Murs ext	127	91 000	8 600	31	22 200	31	-	2	2	1 300	213 000	>30	NON	OUI	OUI	
Mise en place d'une isolation par l'extérieur	Murs ext	320	59 000	3 800	14	9 800	14	-	1	1	600	287 000	>30	NON	NON	OUI	
Reprise de l'isolation des faux-plafonds	Faux plafonds	295	22 000	1 000	4	2 600	4	-	0,2	0,2	200	-	>30	NON	NON	OUI	
<b>Systemes</b>																	
<b>Chauffage</b>																	
Remplacement des émetteurs anciens	-	455	17 000	8 700	31	22 500	31	-	2	2	1 300	-	11	OUI	OUI	NON	
Mise en place d'une pompe à chaleur Air/Air	-	520	31 000	12 200	43	31 600	44	-	2	2	1 800	-	13	NON	NON	OUI	
<b>Electricité</b>																	
Remplacement de l'éclairage	-	456	23 000	400	1	1 100	2	-	<0,1	<0,1	100	140 000	>30	NON	OUI	OUI	

<sup>3</sup> La réduction des gaz à effets de serre (GES) est séparée en 2 catégories d'émissions :

- Le SCOPE 1 qui correspond aux émissions directes de GES ;
- Le SCOPE 2 qui correspond aux émissions indirectes associées à l'énergie.

Des informations complémentaires sont à retrouver sur ce lien si nécessaire : <https://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/bilan%2Bges%2Borganisation/siGras/1>

Interventions	Parois concernées	Surface concernée (m <sup>2</sup> )	Investissement (€HT)	Gain Energie Finale		Gain Energie Primaire		Gain carbone (TCO2 évitées)			Gain financier (€ TTC)	CEE (kWhCUMAC)	TRI actualisé (CEE inclus)	Plans d'actions		
				Gain (kWhEF)	Gain (%EF)	Gain (kWhEP)	Gain (%EP)	SCOPE 1	SCOPE 2	TOTAL				1	2	3
<b>Ventilation</b>																
Mise en place d'une ventilation double flux dans les bureaux	-	443	53 000	2 300	8	5 900	8	-	0,42	0	1	180 000	>100	<b>NON</b>	<b>NON</b>	<b>OUI</b>

## 5.2 Fiches actions associées aux préconisations

### 5.2.1 Remplacement des menuiseries extérieures

<u>Argumentaire</u>			
<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Amélioration du confort thermique par diminution de l'effet de paroi froide.</li> <li>→ Diminution des infiltrations d'air.</li> <li>→ Diminution des pertes de chaleur et de la consommation d'énergie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Travaux nécessitant la reprise des revêtements intérieurs (non chiffré).</li> </ul>		
<u>Mise en œuvre proposée</u>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ L'intervention concerne l'ensemble des ouvrants.</li> <li>→ Le remplacement des menuiseries est réalisé en dépose totale, en changeant la menuiserie complète.</li> <li>→ Dépose des menuiseries existantes.</li> <li>→ Le remplacement des surfaces vitrées existantes est réalisé avec des ouvrants en aluminium équipés de rupteurs de ponts thermiques avec un double-vitrage 4/16/4 peu émissif avec remplissage argon, respectant une performance thermique de <math>U_w &lt; 1,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}</math>.</li> </ul>			
<u>Normes de mises en œuvre</u>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ D.T.U. 34.1 : ouvrage de fermeture pour baies libres</li> <li>→ D.T.U. 36.5 : mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures</li> <li>→ D.T.U. 37.1 : menuiserie métallique</li> </ul>			
<u>Observations</u>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ 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.</li> <li>→ La réalisation conjointe du remplacement des ouvrants avec la pose de l'isolation des murs limite les ponts thermiques au niveau des ouvrants et améliore l'étanchéité à l'air.</li> <li>→ Si la ventilation n'est pas modifiée, il sera nécessaire de prévoir des entrées d'air intégrées aux menuiseries et de doubler ceux-ci afin d'assurer le renouvellement d'air naturel.</li> <li>→ Une reprise des revêtements intérieurs sera nécessaire (non chiffrée).</li> <li>→ Le remplacement des ouvrants implique de revoir le système de ventilation du bâtiment car les nouvelles fenêtres seront étanches à l'air.</li> <li>→ <b>Fiche Certificat d'Economie d'Energie concernée : BAT-EN-104.</b></li> </ul>			
<u>Indicateurs thermiques et économiques</u>			
Investissement (€HT)	91 000		
Economies énergies finales (kWhEF/an)	8 600	Gain : 31%	
Economies financières (€TTC/an)	1 300		
Emissions de CO2 évitées totales (teqCO2)	2	SCOPE 1 (teqCO2) :	-
		SCOPE 2 (teqCO2) :	2
CEE (kWhCUMAC)	213 000	Valorisation CEE (€) :	2 450
Temps de retour sur investissement brut	>30		
Temps de retour sur investissement actualisé	>30		

## 5.2.2 Mise en place d'une isolation par l'extérieur

<u>Argumentaire</u>	
<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Amélioration du confort thermique.</li> <li>→ Amélioration du confort acoustique par atténuation des bruits.</li> <li>→ Diminution des pertes de chaleur et de la consommation d'énergie.</li> <li>→ Relooking des parois extérieures.</li> <li>→ Diminution des ponts thermiques.</li> <li>→ Pas de pertes de surface utile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Travaux lourds et de mise en œuvre longue (échafaudage, préparation,).</li> </ul>
<u>Mise en œuvre proposée</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ L'isolation des murs concerne les murs extérieurs.</li> <li>→ Pose d'un échafaudage.</li> <li>→ Dépose des carreaux de céramique existant.</li> <li>→ Préparation des surfaces (lavage et décontamination) des supports et réparation des dégradations.</li> <li>→ Dépose et repose après intervention des descentes d'eau pluviale, avec ajustement des regards si nécessaire.</li> <li>→ Un contrôle de la longueur du débord de toit devra être réalisé.</li> <li>→ La solution choisie est une isolation thermique extérieure sous enduit.</li> <li>→ Mise en œuvre d'une isolation thermique extérieure des façades par système d'isolation extérieure avec finition enduite (<math>R = 3,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}</math>) d'une épaisseur de 14 cm (en partie courante), y compris accessoires (profilés de départ bas, angles, etc...).</li> <li>→ Traitement des encadrements de baies par retour du système d'isolation thermique extérieure des façades courantes. L'isolation sera plus fine (quelques centimètres d'épaisseur) en fonction du cadre des menuiseries extérieures.</li> <li>→ Réalisation d'appui isolé en tôle d'acier laqué (<math>R = 1,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}</math>).</li> </ul>	
<u>Normes de mises en œuvre</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ D.T.U. 20.1 : parois et murs en maçonnerie.</li> </ul>	
<u>Observations</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ La surface des murs prise en compte est une surface incluant les menuiseries extérieures (surface vide pour plein).</li> <li>→ Cette intervention couplée à la mise en place d'une ventilation mécanique permettra un renouvellement d'air efficace et permettra d'assurer la pérennité des parois.</li> <li>→ Afin de limiter au maximum les ponts thermiques au niveau des fenêtres, le remplacement des ouvrants doit être réalisé en même temps que l'isolation par l'extérieur. De même les ouvrants doivent être positionnés au nu extérieur. En réalisant des retours d'isolant sur les fenêtres, la surface claire de fenêtres sera diminuée.</li> <li>→ <b>Fiche Certificat d'Economie d'Energie concernée : BAT-EN-102.</b></li> </ul>	

Indicateurs thermiques et économiques			
Investissement (€HT)	59 000		
Economies énergies finales (kWhEF/an)	3 800	Gain :	14%
Economies financières (€TTC/an)	600		
Emissions de CO2 évitées totales (teqCO2)	2	SCOPE 1 (teqCO2) :	-
		SCOPE 2 (teqCO2) :	2
CEE (kWhCUMAC)	287 000	Valorisation CEE (€) :	3 301
Temps de retour sur investissement brut	>30 ans		
Temps de retour sur investissement actualisé	>30 ans		

### 5.2.3 Reprise de l'isolation des faux plafonds

<b>Argumentaire</b>			
<i>Avantages</i>		<i>Inconvénients</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Réduction des déperditions par les planchers hauts.</li> <li>➔ Diminution des consommations de chauffage.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Abaissement de la hauteur sous plafond.</li> </ul>	
<b>Mise en œuvre proposée</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Reprise de l'isolation des l'ensemble des faux-plafonds.</li> <li>➔ Dépose de l'isolation existante.</li> <li>➔ Déroulement dans le faux-plafond de panneaux de laines minérales croisés. L'épaisseur totale installée est de 300 mm pour un R de 7,50 m<sup>2</sup>.K/W.</li> <li>➔ Dépose de l'éclairage et remise en place des luminaires. Dans l'intervention l'éclairage existant est conservé. Pour plus détail au niveau de l'intervention, se référer à la fiche intervention de remplacement de l'éclairage.</li> </ul>			
<b>Observations</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ La réfection de l'éclairage peut être envisagée dans le même temps afin de mutualiser les coûts liés aux faux-plafond dans lesquels sont intégrés les nouveaux luminaires.</li> <li>➔ Pour que l'intervention soit pérenne, il peut être nécessaire de reprendre l'étanchéité de la toiture pour éviter une dégradation rapide de l'isolant (non chiffré).</li> <li>➔ Une attention particulière devra être portée lors de la mise en œuvre pour veiller au libre accès des boîtes de dérivation et de l'extracteur de ventilation.</li> </ul>			
<b>Indicateurs thermiques et économiques</b>			
Investissement (€HT)	22 000		
Economies énergies finales (kWhEF/an)	1 000	Gain :	4%
Economies financières (€TTC/an)	200		
Emissions de CO2 évitées totales (teqCO2)	0,2	SCOPE 1 (teqCO2) :	-
		SCOPE 2 (teqCO2) :	0,2
CEE (kWhCUMAC)	-	Valorisation CEE (€) :	-
Temps de retour sur investissement brut	>100 ans		
Temps de retour sur investissement actualisé	>30 ans		

#### 5.2.4 Remplacement des émetteurs anciens

##### Argumentaire

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Amélioration du confort.</li> <li>➔ Chaleur homogène</li> <li>➔ Temps de chauffe rapide.</li> <li>➔ Rendement supérieur aux convecteurs actuels.</li> <li>➔ La mise en place d'une régulation centrale avec sonde d'ambiance par zone permet d'éviter les dérives liées aux émetteurs en marche hors occupation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Nécessité de ne rien mettre devant qui pourrait gêner le rayonnement.</li> </ul>

##### Mise en œuvre

<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Dépose des émetteurs existants.</li> <li>➔ Mise en place de radiateurs rayonnants électriques programmables.</li> <li>➔ Mise en place d'une régulation centralisée avec pilotage par zone et sondes d'ambiance.</li> <li>➔ Mise en place d'une programmation horaire adaptée aux occupations du site.</li> </ul>
---

##### Normes de mises en œuvre

➔ Norme NF C15-100 qui régleme les installations électriques.
➔ Le panneau rayonnant étant un appareil de classe II, il ne se raccorde pas à la terre.

##### Indicateurs thermiques et économiques

Investissement (€HT)	17 000		
Economies énergies finales (kWhEF/an)	8 700	Gain :	35%
Economies financières (€TTC/an)	1 300		
Emissions de CO2 évitées totales (teqCO2)	2	SCOPE 1 (teqCO2) :	-
		SCOPE 2 (teqCO2) :	2
CEE (kWhCUMAC)	-	Valorisation CEE (€) :	-
Temps de retour sur investissement brut	13 ans		
Temps de retour sur investissement actualisé	11 ans		

### 5.2.5 Mise en place d'une pompe à chaleur Air/Air

#### Argumentaire

- ➔ Possède un rendement bien supérieur aux convecteurs électriques actuels.
- ➔ Recours à une énergie renouvelable.
- ➔ La mise en place d'une régulation centrale avec sonde d'ambiance par zone permet d'éviter les dérives liées aux émetteurs en marche hors occupation.

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Utilise les calories de l'air extérieur</li> <li>➔ Possède un rendement bien supérieur aux convecteurs électriques simples</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ La mise en place d'une PAC réversible engendrerait des consommations complémentaires liées au refroidissement.</li> </ul>

#### Mise en œuvre

- ➔ Dépose des émetteurs existants.
- ➔ Changement du mode de production actuel et installation d'une PAC air/air assurant 100% des besoins de chauffage.
- ➔ Création à proximité du bâtiment d'une dalle béton afin d'accueillir la pompe à chaleur (unité extérieure).
- ➔ Mise en place d'une pompe à chaleur air/air de type multi-split afin de fournir une puissance calorifique au moins égale à 25 kW.
- ➔ La pompe à chaleur devra avoir un COP de 3,5 à 4.
- ➔ Création des réseaux de fluide frigorigène entre l'unité intérieure et les unités intérieures.
- ➔ Mise en place d'une régulation par télécommandes simplifiée (une pour les usagers et une pour les techniciens). La télécommande des usagers sera bridée à plus ou moins 2°C.
- ➔ Mise en place de cassette en faux-plafond ou des cassettes de type mural.

#### Normes de mises en œuvre

- ➔ Série D.T.U. 65 : chauffage

#### Observations

- ➔ Contraintes de maintenance.
- ➔ Il est possible de revoir la puissance des PAC suivant les travaux d'amélioration de l'enveloppe.

#### Indicateurs thermiques et économiques

Investissement (€HT)	31 000		
Economies énergies finales (kWhEF/an)	12 200	Gain :	43%
Economies financières (€TTC/an)	1 300		
Emissions de CO2 évitées totales (teqCO2)	2	SCOPE 1 (teqCO2) :	-
		SCOPE 2 (teqCO2) :	2
CEE (kWhCUMAC)	-	Valorisation CEE (€) :	-
Temps de retour sur investissement brut	24 ans		
Temps de retour sur investissement actualisé	17 ans		

## 5.2.6 Remplacement de l'éclairage

### Argumentaire

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Réduction des consommations électriques.</li> <li>➔ Amélioration du confort visuel par augmentation de l'efficacité lumineuse.</li> <li>➔ Diminution de la fatigue visuelle par l'arrêt des phénomènes de scintillement des tubes.</li> <li>➔ Durée de vie importante des lampes, et baisse de la fréquence de relamping.</li> <li>➔ Ajustement automatique de l'éclairage artificiel en complément de la luminosité naturelle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Solution coûteuse à privilégier lors d'une rénovation.</li> <li>➔ Difficulté parfois pour sensibiliser les utilisateurs aux nouvelles technologies.</li> </ul>

### Mise en œuvre

<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ L'ensemble des luminaires anciens sont remplacés par des luminaires de technologie LED.</li> <li>➔ Le pilotage des sources lumineuses peut comprendre plusieurs systèmes, individuels ou à associer :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Détection de présence : circulations, escaliers, sanitaires, locaux intermittents.</li> <li>• Gradation de lumière automatique : bureaux. Des photodiodes (intégrées ou non au luminaire et / ou au détecteur), pilotent l'intensité lumineuse délivrée par le luminaire en fonction des besoins réels pour atteindre la consigne d'éclairage.</li> </ul> </li> <li>➔ Possibilité de coupler au détecteur un poussoir manuel, nécessaire à l'entrée dans le local pour enclencher le mode de fonctionnement « manuel ».</li> <li>➔ Optimisation de la puissance lumineuse en fonction des besoins en éclairage. Les besoins sont donnés par la norme NF EN 12464-1, le Code du Travail, etc.</li> </ul>
---

### Normes de mises en œuvre

➔ NF C 15-100 : règles des installations électriques à basse tension
--

### Observations

➔ Le manque de nettoyage des lampes et luminaires peut entraîner une baisse de 50 % de l'éclairage moyen en deux ans.
➔ Utiliser des produits ayant le marquage NF Luminaires.
➔ Le matériel devra bénéficier du marquage européen CE.
➔ L'efficacité lumineuse des lampes sera supérieure à 100 lm/W.
➔ <b>Fiche Certificat d'Economie d'Energie concernée : BAT-EQ-127</b>

### Indicateurs thermiques et économiques

Investissement (€HT)	23 000		
Economies énergies finales (kWhEF/an)	400	Gain :	1%
Economies financières (€TTC/an)	100		
Emissions de CO2 évitées totales (teqCO2)	<1	SCOPE 1 (teqCO2) :	-
		SCOPE 2 (teqCO2) :	<1
CEE (kWhCUMAC)	140 000	Valorisation CEE (€) :	1 610
Temps de retour sur investissement brut	>100 ans		
Temps de retour sur investissement actualisé	>30 ans		

### 5.2.7 Mise en place d'une ventilation double flux dans les bureaux

#### Argumentaire

- ➔ Diminution de la consommation d'énergie nécessaire au traitement de l'air grâce au prétraitement de l'air neuf par récupération sur l'air extrait.
- ➔ Evacuation de l'humidité présente dans les zones aérées.
- ➔ Renouvellement d'air contrôlé, satisfaisant les exigences sanitaires.

#### Mise en œuvre

- ➔ Installation de caisson de ventilation double flux équipé d'échangeur à plaques ou à roue haut rendement à (<85%) dans un local technique ou en toiture terrasse.
- ➔ Mise en place de bouches de soufflage et d'extraction dans les bureaux.
- ➔ Mise en place d'une programmation horaire adaptée à l'occupation des différents bureaux.

#### Normes de mises en œuvre

- ➔ D.T.U. 68.1 : installations de ventilation mécanique contrôlée
- ➔ D.T.U. 68.2 : exécution des installations de ventilation mécanique
- ➔ Code du travail, Règlement Départemental Sanitaire pour les débits d'air neuf minimum

#### Observations

- ➔ Bien répartir les bouches de soufflage et d'extraction dans les pièces.
- ➔ Cette intervention entraîne une augmentation des consommations électriques liées aux auxiliaires de ventilation.
- ➔ **Fiche Certificat d'Economie d'Energie concernée : BAT-TH-126**

#### Indicateurs thermiques et économiques

Investissement (€HT)	53 000		
Economies énergies finales (kWhEF/an)	2 300	Gain :	9%
Economies financières (€TTC/an)	-		
Emissions de CO2 évitées totales (teqCO2)	8	SCOPE 1 (teqCO2) :	-
		SCOPE 2 (teqCO2) :	8
CEE (kWhCUMAC)	180 000	Valorisation CEE (€) :	2 070
Temps de retour sur investissement brut	>100 ans		
Temps de retour sur investissement actualisé	>100 ans		

## 6 PARTIE 4 – « PROGRAMMES D'AMÉLIORATION ET SCENARII »

### 6.1 Synthèse des actions

Le tableau ci-dessous met en évidence la synthèse des différents plans d'actions :

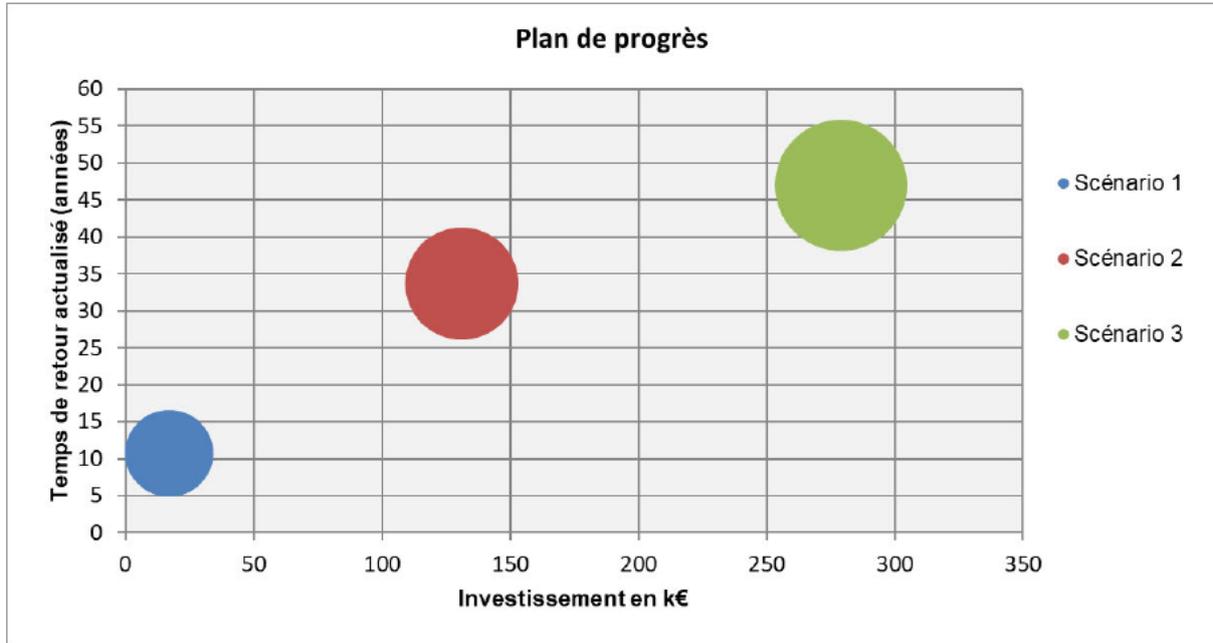
	Coûts des travaux (€HT)	CEE (kWhCUMAC)	Valorisation CEE (€)	Gain énergétique		Gain financier (€TTC)	Economies de maintenance (€HT)	Gain environnemental (TeqCO2)			TRI <sup>(3)</sup> actualisé
				En énergie finale (kWhEF)	En énergie primaire (kWhEP)			TOTAL	SCOPE 1	SCOPE 2	
<b>Plan d'action 1 : Scénario de maintien en l'état</b> Gains rapides et peu onéreux	17 000	-	-	8 700	22 500	1 300	-	1,57	-	1,57	11
				31%	31%			19%			
<b>Plan d'action 2 : Scénario d'investissement</b> -30 % consommations EF	131 000	353 000	4 060	14 400	37 000	2 200	-300	2,51	-	2,51	29
				51%	51%			105%			
<b>Plan d'action 3 : Scénario ambitieux</b> gain de 100kWhEP/m <sup>2</sup> /an et maximum de 120kWhEP/m <sup>2</sup> /an	279 000	820 000	9 430	19 600	50 600	2 900	-800	3,51	-	3,51	>30
				69%	70%			147%			

(1) Le coût des scénarios n'inclut pas les CEE

(2) Hypothèse du tarif de rachat des CEE : 11,5€/MWh

(3) Temps de retour actualisé sur le montant des interventions énergétiques selon une hypothèse d'augmentation des prix des énergies de 4%.

**Plan de progrès :**



## 6.2 Plan d'actions n°1

Le plan d'action n°1 : maintien en l'état regroupe des préconisations permettant d'obtenir une rénovation énergétique avec des gains énergétiques rapides et inclus des actions peu onéreuses pour les collectivités. Les actions prioritaires à réaliser sont également présentes dans ce scénario. Ce plan d'action est composé des actions suivantes :

- Remplacement des émetteurs électriques anciens.

<b>Analyse énergétique – calcul rapproché du réel</b>	
Etiquette CEP plan d'action n°1	89 kWhEP/m <sup>2</sup> SHON/an 51 à 110 <b>B</b>
Etiquette GES plan d'action n°1	5 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON/an < 6 <b>A</b>
Economie annuelle d'énergie finale	8 700 kWhEF
<i>Part de la consommation totale</i>	31 %
Gain d'énergie finale rapporté à la surface SHON	15 kWhEF/m <sup>2</sup> SHON/an
Economie annuelle d'énergie primaire	22 500 kWhEP
<i>Part de la consommation totale</i>	31 %
Gain d'énergie primaire rapporté à la surface SHON	39 kWhEP/m <sup>2</sup> SHON/an
Economie de fonctionnement la première année	1 300 € <sup>TTC</sup>
Economie sur la maintenance	- € <sup>TTC</sup>
Emissions de CO <sub>2</sub> évitées totales	1,57 tonnes
<i>Emissions de CO<sub>2</sub> évitées appartenant au SCOPE 1</i>	- tonnes
<i>Emissions de CO<sub>2</sub> évitées appartenant au SCOPE 2</i>	1,57 tonnes
Emissions de CO <sub>2</sub> évitées totales rapportées à la surface SHON	0,003 teqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON/an
Coût total des travaux	17 000 € <sup>HT</sup>
Coût total des travaux par m <sup>2</sup> SHON	30 €HT/m <sup>2</sup>
Temps de retour sur investissement brut	14 ans
Temps de retour sur investissement actualisé	11 ans
CEE (kWhCUMAC) cumulés	- kWhCUMAC
Valorisation CEE (0,0115 €/kWhCUMAC)	- €
Rentabilité énergétique	512 kWh/k€investi

### 6.3 Plan d'actions n°2

Le **plan d'action n°2 : scénario d'investissement** regroupe des préconisations permettant d'obtenir une réduction de 30% des consommations d'énergie finale. Ce plan d'action est composé des actions suivantes :

- Remplacement des émetteurs électriques anciens ;
- Remplacement de l'éclairage ;
- Remplacement des ouvrants par des menuiseries extérieures.

<b>Analyse énergétique – calcul rapproché du réel</b>	
Etiquette CEP plan d'action n°2	63 kWhEP/m <sup>2</sup> SHON/an <span style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px;">51 à 110</span> <b>B</b>
Etiquette GES plan d'action n°2	4 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON/an <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">&lt; 6</span> <b>A</b>
Economie annuelle d'énergie finale	14 400 kWhEF
<i>Part de la consommation totale</i>	51 %
Gain d'énergie finale rapporté à la surface SHON	25 kWhEF/m <sup>2</sup> SHON/an
Economie annuelle d'énergie primaire	37 000 kWhEP
<i>Part de la consommation totale</i>	51 %
Gain d'énergie primaire rapporté à la surface SHON	65 kWhEP/m <sup>2</sup> SHON/an
Economie de fonctionnement la première année	2 200 € <sup>TTC</sup>
Economie sur la maintenance	-300 € <sup>TTC</sup>
Emissions de CO <sub>2</sub> évitées totales	2,51 tonnes
<i>Emissions de CO<sub>2</sub> évitées appartenant au SCOPE 1</i>	- tonnes
<i>Emissions de CO<sub>2</sub> évitées appartenant au SCOPE 2</i>	2,51 tonnes
Emissions de CO <sub>2</sub> évitées totales rapportées à la surface SHON	0,004 teqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON/an
Coût total des travaux	131 000 € <sup>HT</sup>
Coût total des travaux par m <sup>2</sup> SHON	232 €HT/m <sup>2</sup>
Temps de retour sur investissement brut	>30 ans
Temps de retour sur investissement actualisé	29 ans
CEE (kWhCUMAC) cumulés	353 000 kWhCUMAC
Valorisation CEE (0,0115 €/kWhCUMAC)	4 060 €
Rentabilité énergétique	110 kWh/k€investi

## 6.4 Plan d'actions n°3

Le **plan d'action n°3 : scénario ambitieux** regroupe des préconisations permettant d'obtenir une rénovation énergétique atteignant des objectifs ambitieux :

**Exigence n°1** : Consommation limite de 120 kWhEP/m<sup>2</sup>/an avec prise en compte d'une substitution du mode de chauffage et d'autres équipements.

ET

**Exigence n°2** : Gain de 100 kWhEP/m<sup>2</sup>/an sur la consommation d'énergie primaire sans prise en compte d'une substitution du mode de chauffage ou de la mise en place d'énergies renouvelables.

Les deux exigences sont définies par le calcul réglementaire TH-CE-ex.

Ce plan d'action est composé des actions suivantes :

- Remplacement de l'éclairage ;
- Remplacement des ouvrants par des menuiseries extérieures ;
- Mise en place d'une isolation par l'extérieur ;
- Reprise de l'isolation des faux-plafonds ;
- Mise en place d'une VMC double flux dans les bureaux avec programmation par zone et free-cooling ;
- Mise en place pompe à chaleur air/air réversible.

<b>Analyse énergétique – calcul rapproché du réel</b>	
Etiquette CEP plan d'action n°3	40 kWhEP/m <sup>2</sup> SHON/an <span style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">&lt; 51 A</span>
Etiquette GES plan d'action n°3	2 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON/an <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">&lt; 6 A</span>
Economie annuelle d'énergie finale	19 600 kWhEF
<i>Part de la consommation totale</i>	70 %
Gain d'énergie finale rapporté à la surface SHON	35 kWhEF/m <sup>2</sup> SHON/an
Economie annuelle d'énergie primaire	50 600 kWhEP
<i>Part de la consommation totale</i>	70 %
Gain d'énergie primaire rapporté à la surface SHON	90 kWhEP/m <sup>2</sup> SHON/an
Economie de fonctionnement la première année	2 900 € <sup>TTC</sup>
Economie sur la maintenance	-800 € <sup>TTC</sup>
Emissions de CO <sub>2</sub> évitées totales	3,51 tonnes
<i>Emissions de CO<sub>2</sub> évitées appartenant au SCOPE 1</i>	- tonnes
<i>Emissions de CO<sub>2</sub> évitées appartenant au SCOPE 2</i>	3,51 tonnes
Emissions de CO <sub>2</sub> évitées totales rapportées à la surface SHON	0,006 teqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON/an
Coût total des travaux	279 000 € <sup>HT</sup>
Coût total des travaux par m <sup>2</sup> SHON	494 €HT/m <sup>2</sup>
Temps de retour sur investissement brut	>100 ans
Temps de retour sur investissement actualisé	>30 ans

CEE (kWhCUMAC) cumulés	820 000 kWhCUMAC
Valorisation CEE (0,0115 €/kWhCUMAC)	9 430 €
Rentabilité énergétique	75 kWh/k€investi

**Résultats du calcul réglementaire / Respect de l'exigence n°1 :**

	Etat initial		Etat projet		Gain
CEP (kWhEP/m <sup>2</sup> )	211	211 à 350	61	61 à 110 B	72%
GES (kgeqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	7	6 à 15 B	2	< 6 A	72%
<b>Respect de l'exigence n°1 :</b>				<b>OUI</b>	

**Respect de l'exigence n°2 :**

Economie annuelle d'énergie primaire sans substitution de mode de chauffage ou installation d'énergie renouvelable	104 kWhEP/m <sup>2</sup> /an
<b>Respect de l'exigence n°2 :</b>	<b>OUI</b>

## 7 PARTIE 5 – « PERSPECTIVES TRAVAUX »

Actions réalisées	Points de vigilance sur les coûts induits et indirects
Remplacement des menuiseries extérieures	Reprise revêtement intérieure
Mise en place d'une isolation par l'extérieur	Pas de coûts induits.
Remplacement des émetteurs anciens	Reprises des réseaux électriques.
Mise en place d'une pompe à chaleur air/air	Création d'une dalle béton
Remplacement de l'éclairage	Reprises du faux-plafond
Mise en place d'une ventilation double flux dans les bureaux	Coûts de maintenance du caisson. Etude structurelle du plancher en bois.

## 8 CONCLUSION

Chauffé majoritairement par d'anciens convecteurs électriques peu performants, le centre d'accueil des entreprises de Loudun apparaît globalement vétuste.

Du fait de la faible épaisseur d'isolation intérieure, les menuiseries vieillissantes et l'éclairage d'ancienne génération, cette construction des années 1990 est aujourd'hui dans une position intermédiaire : sans être excessivement énergivore, elle reste fortement consommatrice d'énergie.

Cependant, le bâtiment étant aujourd'hui occupé à environ 20% de sa capacité d'accueil, l'observation des factures d'électricité ne met pas en évidence cette surconsommation, car, ramenées à la surface utile du site, le bâtiment consomme peu.

Les interventions présentées permettraient de réduire les consommations d'énergies et d'améliorer le confort des occupants d'une part, mais également de redynamiser l'aspect extérieur du bâtiment et ainsi le rendre plus attractif pour de potentielles entreprises cherchant un espace de travail. Le remplacement du système actuel de chauffage ainsi que des menuiseries peu performantes apparaissent comme les actions prioritaires à réaliser pour le confort des occupants et la performance énergétique du bâtiment.

### Vigilance CEE :

Nous vous avertissons sur l'usage et la prise en compte des fiches standards du pôle CEE dans les commandes de devis pour travaux (<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie#e5>)

### Lien avec le Syndicat Energie de la Vienne :

Suite à cet audit énergétique, nous vous invitons à vous rapprocher du Syndicat Energie de la Vienne pour un accompagnement supplémentaire.



## 9 ANNEXES

Annexe 1 – Puissance des équipements .....	46
Annexe 2 – Table de performance du bâtiment .....	47
Annexe 3 – Table de performance des systèmes.....	48

## Annexe 1 – Puissance des équipements

Désignation	P (W)	Nombre
PC portable	35	10
Ecran PC	35	
Tour PC	100	
Vidéo projecteur	250	
Micro-onde	1250	
Réfrigérateur	200	
Congélateur	250	
Chambre - froid positif	700	
Chambre - froid négative	800	
Four	3000	
Imprimante laser	500	1
Imprimante petite	50	1
Cafetière	200	1
Machine à laver	300	
Hotte	2000	
Lave-vaisselle	1200	
Piano	20 000	
Piano + four	30 000	
Four seul	5000	

## Annexe 2 - Table de performance du bâtiment

Bâti	3 Très Performant	2	1	0 Très Energivore
Parois verticales	Isolation thermique extérieur $U < 0,35$	Isolation thermique intérieur $> 8$ cm $0,35 < U < 0,45$	Isolation thermique intérieur $< 8$ cm $0,45 < U < 1,00$	Sans isolation $U > 1,00$
Parois vitrées	Double vitrage 4/16/4 de type ITR $U_w < 2,00$	Double vitrage 4/12/4 $2,00 < U_w < 2,60$	Double vitrage 4/6/4 à 4/12/4 $2,60 < U_w < 4,00$	Simple vitrage $U > 4,00$
Planchers bas	Isolation $> 10$ cm sur locaux non chauffés	Isolation $> 7$ cm sur locaux non chauffés	Isolation $< 7$ cm sur locaux non chauffés	Sans isolation sur locaux non chauffés $U > 1,00$
	Sur terre-plein	Sur terre-plein		
	$U < 0,30$	$0,30 < U < 0,40$		
Planchers hauts	Isolation $> 20$ cm	Isolation $> 10$ cm	Isolation $< 10$ cm	Sans isolation $U > 1,00$
(Toiture terrasse)	$U < 0,20$	$0,20 < U < 0,34$	$0,34 < U < 1,00$	$U > 1,00$
Planchers hauts	Isolation $> 30$ cm	Isolation $> 15$ cm	Isolation $< 15$ cm	Sans isolation $U > 1,00$
(Combles)	$U < 0,15$	$0,15 < U < 0,28$	$0,28 < U < 1,00$	$U > 1,00$

### Annexe 3 - Table de performance des systèmes

Systèmes	3 Très Performant	2	1	0 Très Energivore
Production chaleur	Chaudière gaz à condensation	Chaudière gaz basse température	Chaudière gaz classique	Chaudière fioul
	Sous-station secondaire			Chaudière électrique
	Chaudière bois			Effet Joule direct
	PAC Air/Eau, Air/Air ou Eau/Eau			Radiants gaz ou électriques
	Réseau de chaleur Urbain ou Privé			
Régulation centrale	Loi d'eau + thermostat d'ambiance par zone	Loi d'eau + thermostat d'ambiance unique	Loi d'eau seule	Aquastat seul
	GTB			
Paramétrage régulation centrale	Optimisé	Optimisable		Non optimisé
Distribution	Parfaitement isolé	Correctement isolés, hors équipements (vannes, etc.)	Partiellement isolés, certains tronçons sont nus de calorifuge	Présence ponctuelle de calorifuge ou absence de calorifuge
Emission	Plancher chauffant	Radiants hydrauliques	Cassettes plafonnieres	Aérothermes et radiants gaz
			Ventilo-convecteurs	
			Bouches de soufflage	
	Plafond chauffant	Radiateurs en fonte	Radiants ou panneaux rayonnants électriques	Convecteurs et aérothermes électriques
Radiateurs aciers		Aérothermes hydrauliques	Radiateurs à ailettes	
Régulation terminale	Robinets thermostatiques récents	Robinets thermostatiques anciens	Robinets manuels	Sans régulation terminale
	Thermostat d'ambiance	Thermostats manuels	Thermostats intégrés	

Eau Chaude Sanitaire (Faible conso)	Ballon électrique		Relance temporisée	Stockage surdimensionné Production centralisé
Eau Chaude Sanitaire (Forte conso)		Eau Chaude solaire	Instantanée	Ballon électrique dispersé
Eclairage	LED	Tubes fluorescents de type T5	Tubes fluorescents de type T8 Spots dichroïques	Incandescent
		Lampes basse consommation		Halogène
		Lampes fluocompactes		Sodium
Régulation Eclairage	Détection de présence	Interrupteur et minuterie	Horloge	Interrupteur
		Interrupteur et détection de présence		
	Graduation automatique par salle ou par rangée	Graduation manuelle par salle ou par rangée		
Equipement de ventilation	Double flux avec recyclage avec récupération d'énergie	Double flux sans récupération d'énergie avec recyclage Double flux avec récupération d'énergie et sans recyclage	VMC simple flux CTA simple flux Double flux sans récupération d'énergie et sans recyclage	Ventilation naturelle
Régulation Ventilation	Programmation optimisée	Programmation optimisable	Programmation non optimisée	Pas de programmation
	Présence de variateurs >75%	Présence de variateurs < 75 %	Présence de variateurs < 25 %	Pas de variateur