



UIOSS Loir-et-Cher

Bâtiment principal



Audit énergétique



ALTEREA certifié par l'OPQIBI
Certificat de qualification N° 13 06 25 86

Maîtrise d'ouvrage

Gilles-Hervé GODIN – Responsable de l'UIOSS 41
6 rue Louis Armand, 44015
BLOIS
T. : 02 54 52 62 00
@ : gilles-herve.godin@caf41.caf.fr

Assistant MOA

ALTEREA AGENCE OUEST
26 bd Vincent Gâche – CS 17502
44275 NANTES CEDEX 2
T. : 02 40 74 24 81
Benoît BACHELIER
Chef de projets
T. : 07 57 49 32 02
@ : bbachelier@alterea.fr

SUIVI DU DOCUMENT

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	29/11/2024	Rapport d'audit : 1 ^{ère} version	ABAR	BBAC	BBAC
2	15/01/2025	Rapport d'audit : 2 nd version	ABAR	BBAC	BBAC
3	06/02/2025	Rapport d'audit : 3 ^{ème} version	ABAR	BBAC	BBAC
4	18/02/2025	Ajout étiquettes	ABAR	BBAC	BBAC

SOMMAIRE

1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE	5
2. ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS	11
2.1. Objectifs d'un audit énergétique et étapes méthodologiques.....	11
2.2. Conditions de réalisation de la visite et des relevés techniques du site.....	12
2.3. Documents mis à disposition	12
2.4. Hypothèses posées dans le cadre de l'étude	13
2.5. Paramètres d'étude	13
3. PRÉSENTATION DU SITE.....	14
3.1. Fiche identité.....	14
3.2. Plan du site et périmètre de l'audit énergétique.....	14
3.3. Informations détaillées d'occupation du site.....	15
3.4. Historique des travaux du site	16
3.5. Confort des occupants	17
4. ANALYSE ÉNERGETIQUE ET CARBONE.....	18
4.1. Usages énergétiques du site	18
4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage	18
4.2.1. Electricité.....	19
4.2.2. Gaz naturel.....	20
4.3. Analyse des consommations d'énergie.....	21
4.3.1. Consommations d'électricité.....	21
4.3.2. Consommations d'énergie thermique (GAZ)	23
4.3.3. Synthèse des consommations d'énergie	25
5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES.....	27
5.1. Enveloppe du bâti	28
5.2. Systèmes énergétiques	34
5.2.1. Décret BACS	34
5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance.....	34
5.2.3. Schéma de principe de la chaufferie	35
5.2.4. Analyse de la conformité de la chaufferie	38
5.2.5. Chauffage	39

5.2.6.	Climatisation	50
5.2.7.	Ventilation.....	52
5.2.8.	Eau Chaude Sanitaire.....	56
5.2.9.	Eclairage	57
5.2.10.	Autres usages	59
5.3.	Synthèse état des lieux techniques.....	60
6.	MODELISATION ENERGETIQUE DU SITE	61
6.1.	Analyse des déperditions thermiques	61
6.2	Analyse des consommations énergétiques simulées	64
7.	OPPORTUNITE D'INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LE SITE⁶⁵	
7.1.	Evaluation du potentiel EnR	66
7.2.	Loi ApER	68
8.	PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES.....	69
8.1.1.	Mise en œuvre de matériaux biosourcés ou géosourcés.....	74
9.	REDUCTION DE L'INCONFORT ESTIVAL	75
10.	SCENARIOS DE TRAVAUX	76
10.1.	Scénario 1 : « Isolation + ventilation »	78
10.2.	Scénario 2 : « Géothermie + Sc1 »	78
10.3.	Scénario 3 : « Matériaux biosourcés + Sc1 »	80
10.4.	Scénario 4 : « Bois – énergie + Sc1 »	81
10.5.	Scénario 5 : « Atteinte de la classe énergétique A »	82
10.6.	Analyse comparative des scénarios de travaux.....	86
11.	ANNEXES	90
11.1.	Fiches descriptives des interventions.....	90
11.1.1.	Intervention 1 : Mise en place de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire de chauffage.....	90
11.1.2.	Intervention 2 : Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	92
11.1.3.	Intervention 3 : Mise en place de sous-compteurs.....	93
11.1.4.	Intervention 4, 5, 6 et 7 : Reprise isolation des murs par l'intérieur	94
11.1.5.	Intervention 8 : Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil.....	95
11.1.6.	Intervention 9 : Isolation des planchers bas sur archives	96
11.1.7.	Intervention 10 : Isolation du plancher de la salle du conseil.....	96

11.1.8. Intervention 11 : Remplacement des chaudières gaz actuelles par des chaudières gaz à condensation	97
11.1.9. Intervention 12 : Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables.....	98
11.1.10. Intervention 13 et 14 : Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM et URSSAF avec mise en place de CTA double flux à récupération de chaleur.....	99
11.1.11. Intervention 15 : Optimisation de l'éclairage de la CPAM	100
11.1.12. Intervention 16 : Raccordement au RCU de la ville	101
11.1.13. Intervention 17 : Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation	102
11.1.14. Intervention 18 : Mise en place de PAC air/eau couvrant 50% des besoins de chauffage	103
11.2. Détails des résultats de l'étude	104
11.2.1. Consommation en énergie primaire.....	104
11.3. Matériaux biosourcés	105
11.3.1. Le bois	105
11.3.2. Le chanvre.....	106
11.3.3. Le liège	107
11.3.4. La paille.....	109
11.3.5. La ouate de cellulose	110
11.3.6. La laine de coton	111
11.4. Méthodologie d'étude	113
11.4.1. Déroulé de la prestation	113
11.4.2. Méthodologie de simulation énergétique	113
11.4.3. Stratégie d'économies d'énergie.....	114
11.4.4. Coefficients de conversion des énergies.....	115
11.5. Aide à la compréhension de l'étude.....	119
11.5.1. Lexique.....	119
11.5.2. Légende de notation	126
11.6. Récapitulatif des réglementations.....	129
11.6.1. Réglementation thermique des bâtiments existants.....	129
11.6.2. Décret Tertiaire.....	130
11.6.3. Décret BACS	133
11.6.4. Règlementation F-GAZ	134
11.6.5. Traitement de l'air	136
11.7. Limites de prestation.....	138
11.7.1. Niveau de détail de l'étude.....	138
11.7.2. Exhaustivité des informations.....	138
11.7.3. Chiffrage des préconisations.....	138

11.7.4. Chiffrage des subventions	139
11.7.5. Calcul en coût global	139
11.7.6. Evolutions réglementaires	139

1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

IDENTITE DU SITE		
	Nom du site :	CAF Loir-et-Cher
	Adresse :	6 rue Louis Armand, 44015, BLOIS
	Année de construction :	1982
	Année de rénovation :	2012 et 2017
	Nombre de bâtiments :	3
	Nombre de niveaux :	4
	Surface de plancher (SDP) :	12 508 m ² _{SDP}
	Usage du site :	Bureaux
	Effectifs du site :	300
	Horaires d'ouverture :	8h00-18h00

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DE L'ENVELOPPE ET DES SYSTÈMES		
Poste technique	Points forts	Points faibles
Enveloppe du bâti	Les parois du bâtiment sont isolées. Toutes les menuiseries ont été changées en 2012 par du triple vitrage. Toutes les toitures terrasses ont été refaites en 2017.	La majorité du plancher bas est non isolée et donne sur des locaux de stockage non chauffés. Les ponts thermiques sont importants.
Systèmes thermiques	La distribution est isolée et les différents départs de chauffage sont optimaux. La régulation du chauffage est globalement bonne.	La production de chaleur est ancienne et peu performante. Production de chaleur au gaz, générant des émissions importantes de CO ₂ . Absence d'EnR.
Systèmes de ventilation	Présence de ventilation mécanique dans tous les locaux.	Pertes thermiques importantes car aucune récupération de chaleur n'est présente. La ventilation provoque des sensations d'inconfort thermique et sonore, elle est donc coupée la majorité du temps.
Pilotage énergétique	Régulation des températures par départ avec régulation sur planning horaire fonction de la température extérieure.	Les températures de consigne ne sont pas régulées en complément de sondes de température intérieure.

ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE DE L'ETAT INITIAL

Années considérées : 2021, 2022 et 2023

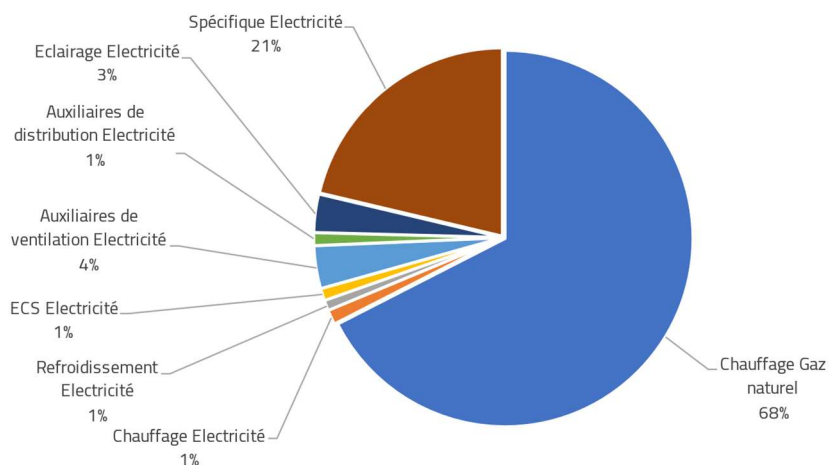
Consommation d'énergie : 1 438 270 kWh EF/PCI
129 kWh EF/PCI/m²SP.an

Emission carbone : 22,4 kgCO2/m²SP.an

Dépenses énergétiques (P1) :	281 922	€ ^{TTC} /an	Dont électricité	127 681	€ ^{TTC} /an
			Dont gaz	154 241	€ ^{TTC} /an
			Dont RCU	0	€ ^{TTC} /an

Dépenses de maintenance (P2) : 13 180 €^{TTC}/an

Répartition des consommations
d'énergie finale par poste :



La scénarisation des travaux est prévue en fonction des exigences du FEDER, celles-ci sont explicitées ci-dessous :

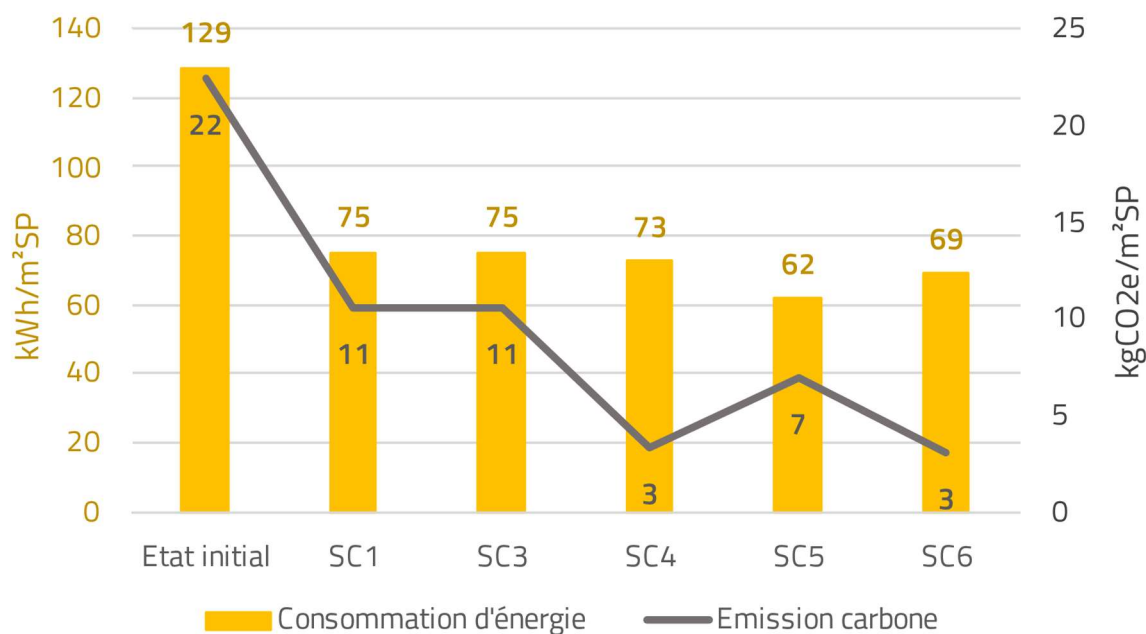
- **Scénario 1 « Isolation + ventilation »** : Ce scénario correspond aux travaux sur le bâti et sur la ventilation uniquement. Il vise l'atteinte de l'étiquette B ou C mais avec la réduction des consommations d'énergie de 100 kWhEF/m² par rapport à l'état initial. Les aides financières du CRST (Contrat Régional de Solidarité Territoriale) permettent un financement de 50% du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)) et la ventilation.
- **Scénario 2 « Géothermie + Sc1 »** : Ce scénario correspond aux travaux sur le bâti, sur la ventilation et au changement du système de chauffage par une géothermie sur sonde assistée par une pompe à chaleur. Il vise l'atteinte de l'étiquette B ou C mais avec la réduction des consommations d'énergie de 100 kWhEF/m² par rapport à l'état initial. Les aides financières du CRST (Contrat Régional de Solidarité Territoriale) permettent un financement de 50% du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)) et la ventilation. De plus, le Contrat d'Objectif Territorial d'Energie Renouvelable (COT ENR) permet un financement de 45% du montant des travaux liés à la géothermie.
- **Scénario 3 « Matériaux biosourcés + Sc1 »** : Ce scénario reprend les gains du scénario 1 à la différence que le coût des interventions sur le bâti sera actualisé avec la prise en compte de la mise en place de matériaux biosourcés. Il vise l'atteinte de l'étiquette B ou C mais avec la réduction des consommations d'énergie de 100 kWhEF/m² par rapport à l'état initial. Les aides financières du CRST permettent un financement de 60% du montant des travaux (majorées de 10%) du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)).
- **Scénario 4 « Bois – énergie + Sc1 »** : Ce scénario reprend le scénario 1 et ajoute la mise en œuvre d'un système de chauffage utilisant majoritairement le bois. Il vise l'atteinte de l'étiquette B ou C mais avec la réduction des consommations d'énergie de 100 kWhEF/m² par rapport à l'état initial. Les aides financières du CRST permettent un financement de 60% du montant des travaux (majorées de 10%) du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)) et la ventilation. De plus, le COT ENR permet un financement de 45% du montant des travaux liés à la chaufferie bois plaquettes.
- **Scénario 5 « Atteinte de la classe énergétique A »** : Ce scénario vise l'atteinte de l'étiquette A. Les aides financières du CRST permettent un financement de 60% du montant des travaux (majorées de 10%) du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)) et la ventilation. De plus, le COT ENR permet un financement de 45% du montant des travaux liés à la géothermie ou à la chaufferie bois plaquettes. L'objectif de ce scénario peut être atteint par un scénario précédent.

CONSTITUTION DES SCENARIOS DE TRAVAUX			SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire de chauffage	X		X	X	X	X
	2	Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	X		X	X	X	X
	3	Mise en place de sous-compteurs	X		X	X	X	X
	4	Mise en place d'une GTC	X		X	X	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	5	Isolation par l'intérieur des murs non isolés (escaliers et circulation centrale)	X		X	X	X	X
	6	Reprise isolation des murs de la CAF						
	7	Reprise isolation des murs de la CPAM						
	8	Reprise isolation des murs de la URSSAF						
	9	Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil	X		X	X	X	X
	10	Isolation des planchers bas sur archives	X		X	X	X	X
	11	Isolation du plancher de la salle du conseil	X		X	X	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Remplacement des chaudières gaz actuelles par des chaudières gaz à condensation					X	
	13	Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables	X		X	X	X	X
	14	Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM	X		X	X	X	X
	15	Refection complète de la ventilation de l'aile URSSAF	X		X	X	X	X
	16	Optimisation de l'éclairage de la CPAM					X	X
	17	Mise en place de PAC air/eau couvrant 50% des besoins de chauffage					X	
EnR	18	Raccordement au RCU de la ville				X		X
	19	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation					X	X

SYNTHESE DES SCENARIOS DE TRAVAUX

Indicateurs de performance		Etat initial	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
Consommation d'énergie	kWh_{EP}/m^2_{SP}	129	75		75	73	62	69
	Ecart annuel %		-42%		-42%	-43%	-52%	-46%
Consommation d'énergie	kWh_{EP}/m^2_{SHON}	166	116		116	114	108	105
	Etiquette	C	C		C	C	B	B
	Ecart annuel %		-31%		-31%	-32%	-35%	-37%
Emission carbone	kg_{CO2e}/m^2_{SP}	22	11		11	3	7	3
	Ecart annuel %		-53%		-53%	-85%	-69%	-86%
Coûts travaux	€ ^{HT} travaux		1 490 000		1 573 000	1 797 000	2 022 000	2 013 000
Dépenses énergie (P1)	€ ^{TTC} /an	281 922	184 540		184 540	154 401	166 241	142 513
	Ecart annuel %		-35%		-35%	-45%	-41%	-49%
Retour sur investissement	Années		13		13	12	15	12
	Evolution P1 4%/an							
	Années		10		10	9	11	10
	Evolution P1 10%/an							

Plan de progrès



CONCLUSION

Le site de la UIOSS 41 est un bâtiment construit en 1982. Une rénovation importante a eu lieu sur le site ces quinze dernières années. Le bâti est globalement en bon état et la performance thermique est bonne bien qu'elle puisse encore être améliorée. Les systèmes ont également une performance faible caractérisée par deux chaudières anciennes et peu performantes.

La consommation du site est de 129 kWh/m² pour l'état initial. Le confort des usagers est moyen dans la majorité du bâtiment, notamment du a des problématiques de ventilation.

Le scénario 1 présente un scénario de traitement du bâti et des systèmes de ventilation. Quelques éléments de comptage et de régulation sont également repris permettant ainsi l'atteinte de l'étiquette B.

Le scénario 2, portant sur la mise en place d'une production de chauffage géothermique, n'est pas réalisable sur le site de la UIOSS 41. Ce scénario n'est donc pas étudié.

Le scénario 3 présente l'impact économique de la mise en place de matériaux biosourcés sur la même base de travaux que le scénario 1.

Le scénario 4 permet d'ajouter une réfection globale de la chaufferie avec le raccordement du site au RCU situé à proximité. Cette solution permet de passer du gaz naturel, très émetteurs en CO₂, à une énergie de chauffage majoritairement biomasse.

Enfin, le scénario 5, permet de présenter un plan de travaux avec un objectif optimal de réduction des consommations. Ceci passe par la reprise des systèmes d'éclairage, la réfection de la chaufferie avec un mixe PAC et chaudière gaz condensation ainsi que la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques.

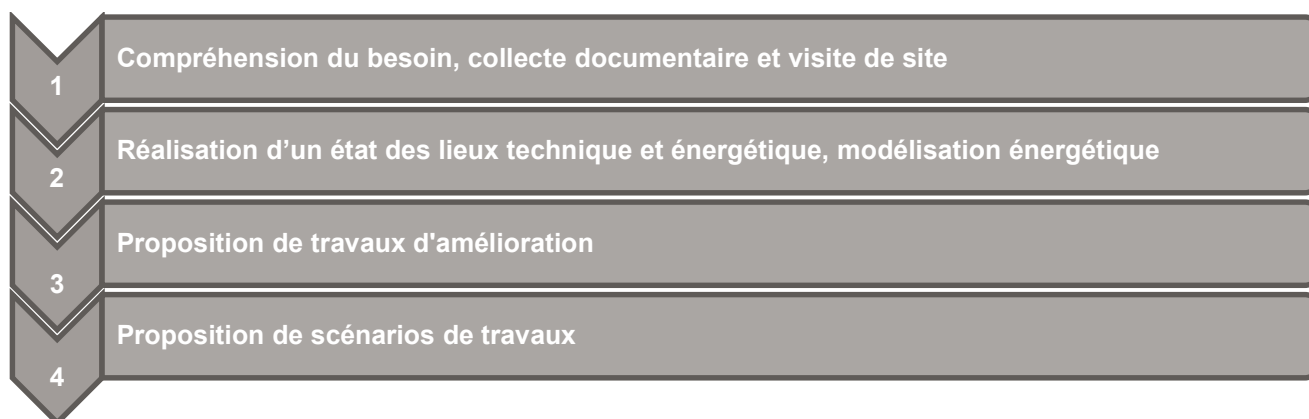
2. ELEMENTS METHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS

2.1. Objectifs d'un audit énergétique et étapes méthodologiques

L'audit énergétique est une étude technique d'aide à la décision, préalable à un projet de rénovation, permettant d'orienter la maîtrise d'ouvrage dans les travaux à réaliser pour réduire l'empreinte carbone et énergétique et assurer la pérennité de l'ouvrage à moyen et long terme. Les objectifs de ce diagnostic sont les suivants :

- Identifier les points forts et les axes d'amélioration sur les volets énergétique et carbone ;
- Caractériser et quantifier la performance réelle actuelle du site, et identifier les principaux gisements d'économie ;
- Etablir une liste de préconisations chiffrées et argumentées ;
- Proposer des programmes de travaux (aussi appelés scénarios de travaux, ou encore bouquets de travaux) adaptés au site, aux enjeux et contraintes de la maîtrise d'ouvrage.

Le diagnostic se décompose en 4 étapes distinctes et successives :



Les annexes de ce document détaillent la méthodologie, les outils utilisés, les limites de prestations et propose une aide à la lecture.

2.2. Conditions de réalisation de la visite et des relevés techniques du site

Visite technique du site	
Date de la visite :	14/10/2024
Auditeur ALTEREA :	Alexis BARBTOIN
Accompagnateur(s) :	M. Fabien BOUVET Réfèrent Entretien/Maintenance
Conditions climatiques :	Text. = 18°C, Nuageux
Chauffage en fonctionnement lors de l'intervention :	Oui
Climatisation en fonctionnement lors de l'intervention :	Non
Difficultés et anomalies rencontrées lors de la visite :	-

2.3. Documents mis à disposition

Le tableau ci-dessous présente les documents demandés pour la réalisation de cette étude et l'état de la transmission documentaire :

Documents mis à disposition		
Plans et surfaces	Plans (masse, niveaux, coupes, évacuation, ...)	X
	Tableau de surface	X
Consommations et dépenses d'énergie	Factures d'énergie mensuelles – période 2021-2023	X
	Consommations annuelles – période 2021-2023	X
	Points 10 minutes sur les 2 dernières années	
Exploitation / Maintenance	Contrats d'exploitation maintenance et annexes	
	Récapitulatif des dépenses annuelles P2 / P3	
	Fiche chaufferie	
Divers documents	Horaires d'ouvertures du site	X
	Dossiers techniques : DOE ventilation CAF, DOE remplacement des menuiseries, DOE réfection des toitures terrasses	X
	Relevés de température période de chauffe 2023	X
	Données de sous-comptages	X

2.4. Hypothèses posées dans le cadre de l'étude

Certaines informations non disponibles, mais nécessaires à la réalisation de l'étude, ont fait l'objet d'hypothèses retranscrites ci-après :

Informations manquantes	Hypothèses considérée	Source
Isolation du plancher bas de la salle du conseil	Aucune isolation	D'après les retours des techniciens du site
Débit de ventilation des CTA	CTA CPAM : 26 400 m ³ /h CTA URSSAF : 7 800 m ³ /h	D'après les débits de la ventilation CAF

2.5. Paramètres d'étude

Le tableau ci-dessous détaille les hypothèses prises en compte par ailleurs dans le cadre de l'étude :

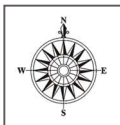
Donnée	Paramètres	Source
Station météo considérée	Romorantin	
Outil de simulation utilisé	Outil de simulation thermique dynamique	
Prix unitaire de valorisation des CEE	8,00 €/MWhCUMAC (valeur de septembre 2024)	Registre National des Certificats d'Economies d'Energie (EMMY), indice M-1 du coût moyen pondéré CEE classiques du dernier mois, à date de réalisation de l'étude
Prix de l'énergie considéré préconisations et les scénarios	Gaz naturel : 0,143 €TTC /KWh Electricité : 0,273 €TTC /KWh	Prix moyens de la dernière année considérée (2023)
Evolution du prix de l'énergie pour le calcul en coût global – Hypothèse basse	4%	Cahier des charges UGAP
Evolution du prix de l'énergie pour le calcul en coût global – Hypothèse haute	10%	Cahier des charges UGAP
Evolution du prix maintenance/renouvellement	2%	Cahier des charges UGAP

3. PRESENTATION DU SITE

3.1. Fiche identité

Identité du site		
	Nom du site :	UIOSS Loir-et-Cher
	Adresse :	6 rue Louis Armand, 44015, BLOIS
	Année de construction :	1982
	Année de rénovation :	2012 et 2017
	Nombre de bâtiments :	3
	Nombre de niveaux :	4
	Surface de plancher (SDP) :	Bât principal : 11 176 m ² _{SDP} Restauration : 1 332 m ² _{SDP}
	Usage du site :	Bureaux
	Effectifs du site :	300
	Horaires d'ouverture :	8h00-18h00

3.2. Plan du site et périmètre de l'audit énergétique

Vue aérienne		
		
Légende :		
Aile URSSAF		
Aile CPAM		
Aile CAF		
Salle du conseil		
Restauration (traité dans un 2 nd rapport)		

3.3. Informations détaillées d'occupation du site

Catégorie	Effectifs	Commentaires
Employés	300 personnes en moyenne sur site	Le télétravail a été mis en place depuis 2020.

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

Eléments d'explication et d'analyse
Le bâtiment est ouvert toute l'année. Une baisse de la fréquentation est constatée pendant les vacances de Noël et les vacances d'été (de l'ordre de 30%-40%) Le site accueille plusieurs entités indépendantes au sein des locaux. Le bâtiment est majoritairement à usage administratif (bureaux standards, open-spaces). Une zone d'accueil du public est aussi présente au RDC du bâtiment. Les sous-sols sont utilisés comme locaux de stockage pour les archives. Les employés sont présents entre 8h00 et 18h00 en moyenne avec une pause déjeuner entre 12h00 et 14h00.

3.4. Historique des travaux du site

Le tableau ci-dessous recense les principales étapes d'évolution du site, depuis sa construction jusqu'au travaux programmés à court/moyen terme, avec des informations comme les années de construction / travaux connues et transmises :

Travaux réalisés ou programmés :	Localisation	Année de réalisation
Construction du site	-	1982
Remplacement d'une des chaudières gaz	Chaufferie	2001
Refection de toute la ventilation de l'aile CAF	Aile CAF	2008
Remplacement des anciennes menuiseries par des menuiseries en triple vitrage	Ensemble du bâtiment	2012
Réfection des toitures terrasses	Ensemble des toitures terrasses	2017

3.5. Confort des occupants

Le tableau ci-dessous caractérise le niveau de confort ressenti par les occupants. Ces éléments sont issus des interviews réalisées lors de la visite du site. Il est à noter qu'aucune mesure ou étude spécifique de confort n'a été réalisée dans le cadre de cette étude.

Confort	Ressenti des occupants / Note	Commentaires	
Hivernal		Les occupants remontent des sensations de froid sur les façades orientées au nord ainsi qu'au 4 ^{ème} étage.	
Estival		Le site peut être sujet à des surchauffes lors des périodes de grosses chaleurs sur les façades sud.	
Lumineux		Il n'y a pas de problématique particulière dans les locaux ou à proximité.	
Acoustique		Les systèmes de ventilation de l'aile URSSAF sont bruyants nécessitant pour certains leur extinction en période d'occupation.	
Renouvellement d'air (ventilation)		Tout le site équipé de ventilation mécanique. Néanmoins, les anciens systèmes de ventilation provoquent de l'inconfort thermique et/ou acoustique. Une partie de la ventilation est donc coupée pendant l'occupation ne permettant pas d'assurer un bon renouvellement d'air hygiénique.	
Étanchéité à l'air		L'étanchéité à l'air est bonne. Les menuiseries du site sont performantes et étanches à l'air.	
Légende :			
			
Confort très bon	Confort bon	Confort moyen	Confort faible

4. ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE

4.1. Usages énergétiques du site

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

4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage

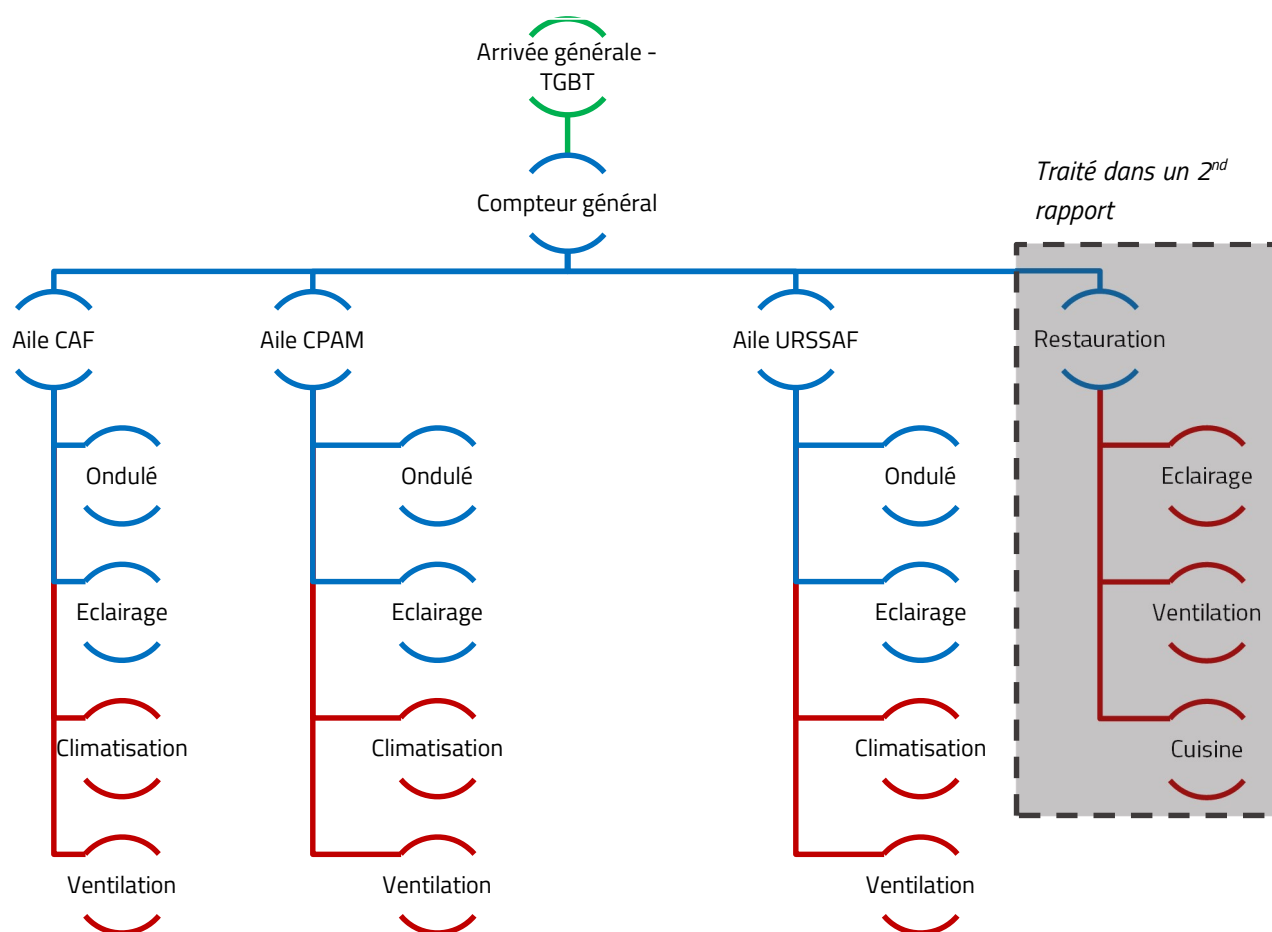
Ce chapitre présente, pour chaque vecteur énergétique :

- Les informations relatives aux contrats de fourniture d'énergie : l'objectif est de vérifier l'adéquation des contrats de fourniture à l'usage du site ;
- Les architectures des réseaux existants (plan de comptage) : l'objectif est d'analyser l'opportunité / l'intérêt de compléter le plan de comptage, afin de répondre aux différentes réglementations et d'assurer un suivi pragmatique des flux énergétiques. Notamment, ce plan de sous-comptage permettra d'identifier les dérives de consommations pour mettre en œuvre des actions correctives.

4.2.1. Electricité

Titulaire contrat	N° PDL / PRM	Zones / Usages desservis	Fournisseur	Puissance souscrite	Contrat adapté
CAF Loir-et-Cher	-	Site de la UIOSS Loir-et-Cher	NC	179 kVA	Non déterminé

Architecture et Plan de comptage



Légende :



Compteur concessionnaire existant



Sous-compteurs existants



Sous-compteur à poser en vue d'une maîtrise complète des consommations d'électricité du site

Éléments d'explication et d'analyse

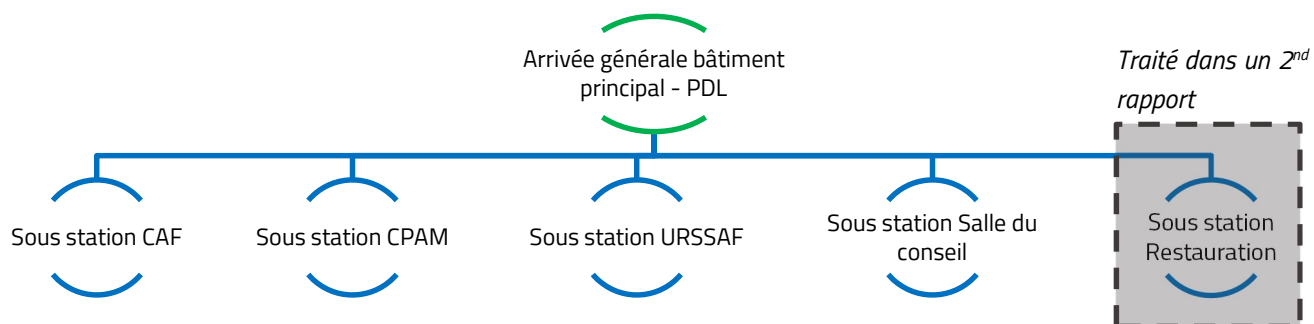
Le site dispose d'un seul compteur général qui dessert l'ensemble du site. Plusieurs sous-compteurs sont présents sur le site, notamment avec la différenciation des consommations par aile du bâtiment ainsi que les consommations d'éclairage et des prises alimentées en ondulé.

La mise en place de sous-compteurs sur la ventilation et la climatisation permettrait un suivi régulier de tous les usages existants du bâtiment.

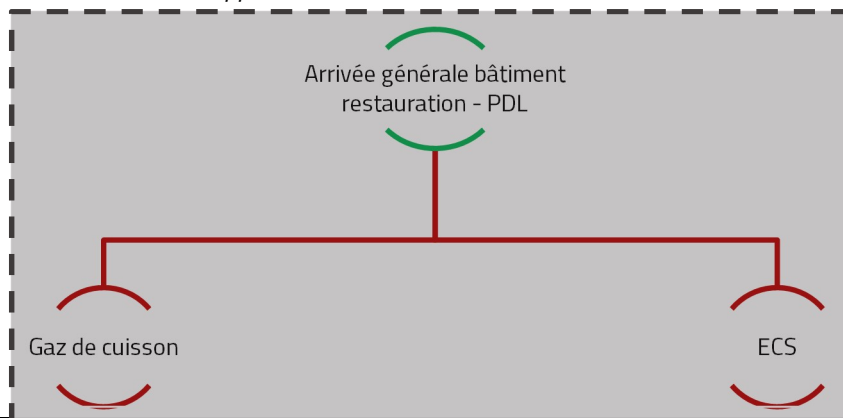
4.2.2. Gaz naturel

Porteur contrat	N° PCE	Zones / Usages desservis	Fournisseur	Type contrat	Contrat adapté
UIOSS Loir-et-Cher	-	Site de la UIOSS Loir-et-Cher	NC	NC	Non déterminé
UIOSS Loir-et-Cher	-	ECS et gaz cuisson bâtiment restauration	NC	NC	Non déterminé

Architecture et Plan de comptage



Traité dans un 2nd rapport



Légende :



Compteur concessionnaire existant



Sous-compteurs existants



Sous-compteur à poser en vue d'une maîtrise complète des consommations d'électricité du site

Eléments d'explication et d'analyse

Le site dispose de deux compteurs généraux. Le premier dessert la chaufferie qui réalise le chauffage de l'ensemble du site. Plusieurs sous-compteurs thermiques sont présents en sous-station de chacun des bâtiments. Ces sous-compteurs ne sont globalement pas suivis car ils sont considérés comme non fiables selon les techniciens sur site. Une autre arrivée gaz est présente au niveau de la restauration. Le gaz naturel est utilisé pour l'ECS et la cuisson de la cuisine

4.3. Analyse des consommations d'énergie

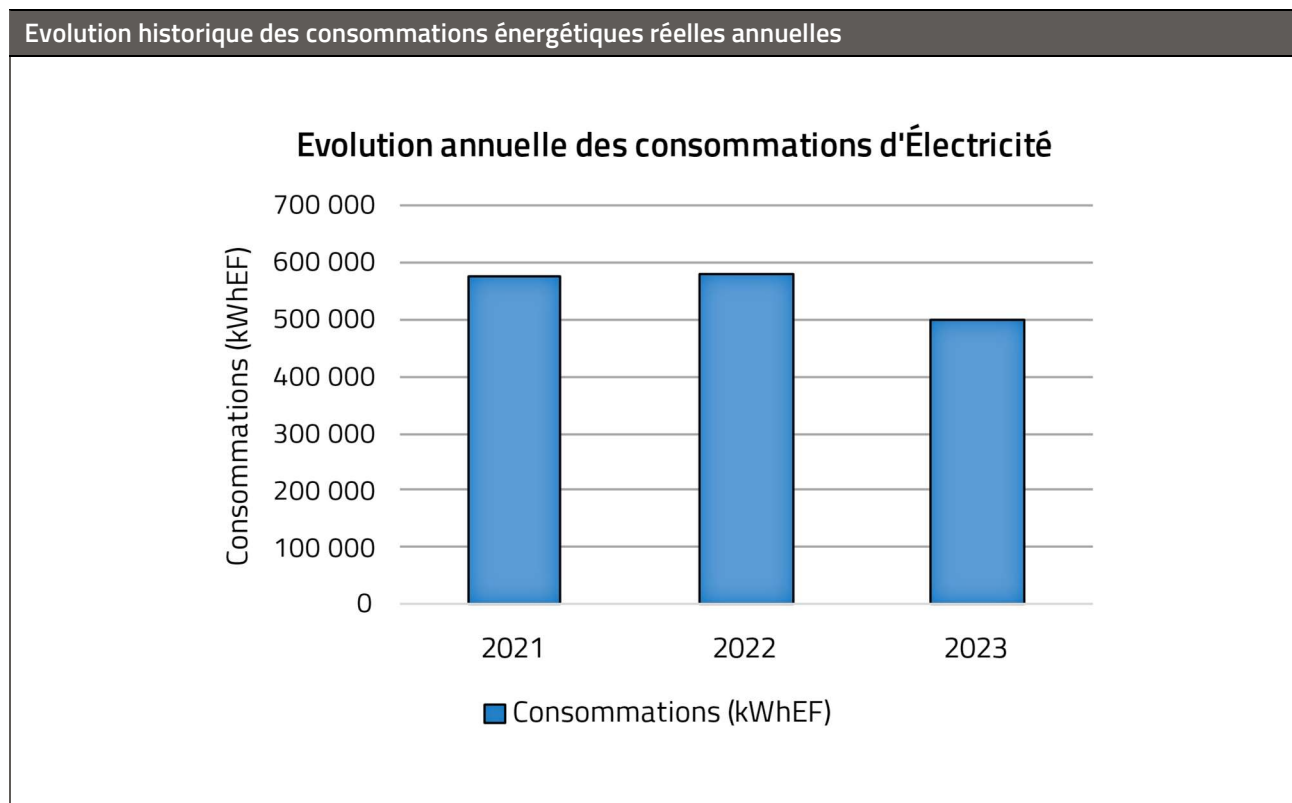
Les consommations d'énergie historiques du site sont présentées dans ce chapitre, sur la base des données transmises par la MOA dans le cadre de cette étude. Elles sont complétées par plusieurs indicateurs, avec par exemple les émissions carbone ou encore les dépenses énergétiques.

Dans la plupart des cas, les consommations d'énergie sont présentées brutes, c'est-à-dire telles qu'elles apparaissent sur les factures énergétiques. Elles n'ont pas été corrigées des variations climatiques.

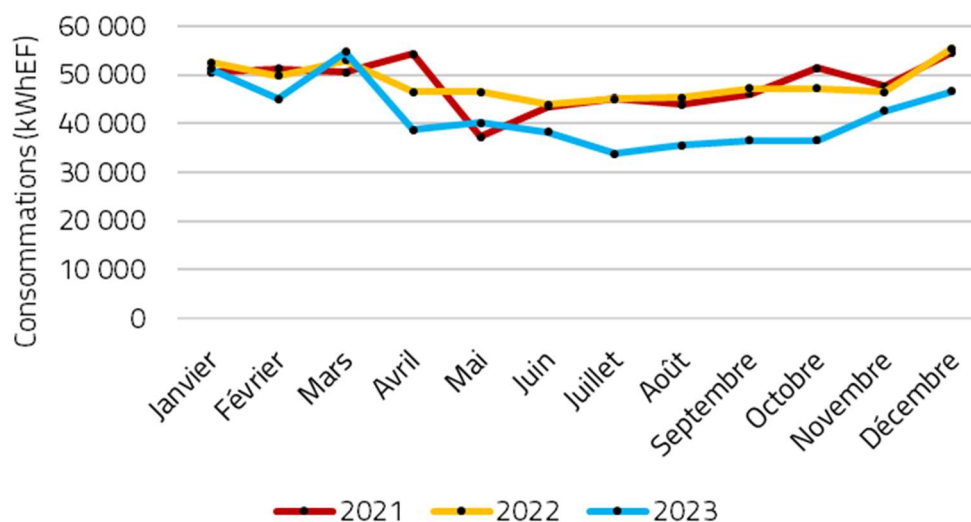
Pour quelques situations particulières (par exemple pour le bois-énergie), les données d'entrée transmises ont été transformées en kWh_{EF} à partir des coefficients de conversion présentés en annexe (10.3.4 Coefficients de conversion des énergie).

4.3.1. Consommations d'électricité

Consommations énergétiques réelles			2021	2022	2023	Moyenne classique (kWh _{EF})	Moyenne corrigée DJU (kWh _{EF})
Électricité	Consommations d'énergie	kWh _{EF}	575 966	578 996	499 613	551 525	551 525
	Emission de CO2	kg eq CO2	48 381	48 636	41 967	46 328	46 328
	Dépense	€TTC	60 159	97 380	115 337	90 959	90 959
	Coûts unitaires	€TTC/kWh	0,104	0,168	0,231	0,165	



Evolution mensuelle des consommations d'Électricité



Eléments d'explication et d'analyse

L'analyse des consommations a été réalisée sur les années 2021 à 2023.

Ces consommations sont celles du fournisseur, elles prennent donc en compte les consommations de la restauration. Néanmoins, un sous-comptage des consommations électriques du bâtiment permet d'estimer la part de chacun des bâtiments : Bâtiment principal 83% ; Bâtiment restauration : 17%

Les consommations ont diminué entre 2022 et 2023. Cette baisse peut s'expliquer par l'augmentation du télétravail ces dernières années.

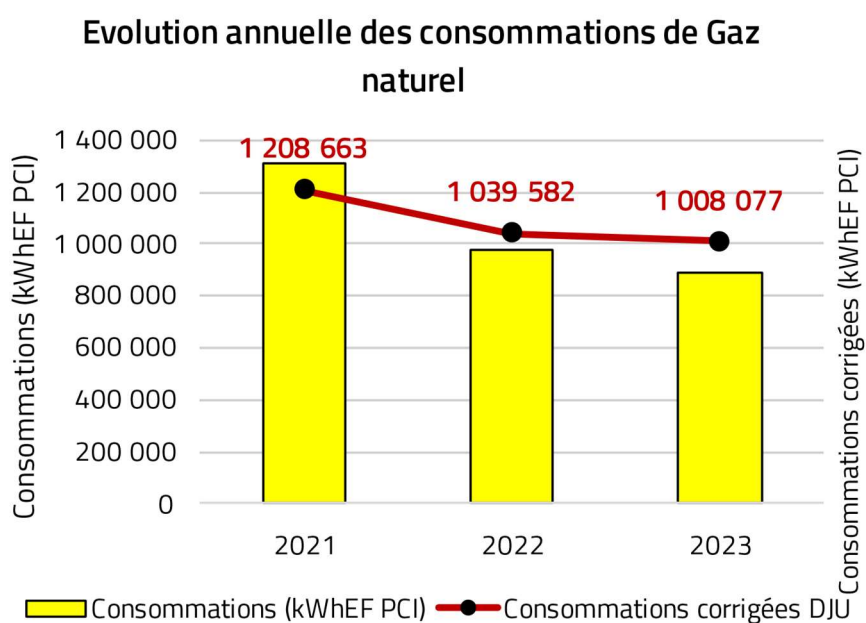
Les données de consommations transmises sont mensuelles et nous permettent de constater un talon de consommation du site aux alentours de 35 000 kWh par mois.

Le coût unitaire de l'électricité a augmenté ces 3 dernières années passant de 10,4 cts€/kWh en 2021 à 27,3 cts€/kWh en 2024. Dans la suite de l'étude, les coûts du kilowattheure électrique considérés seront ceux de 2024.

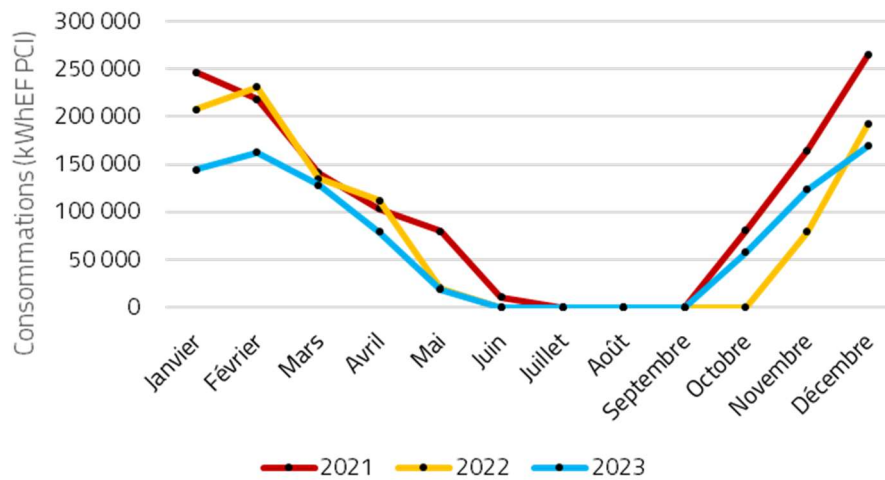
4.3.2. Consommations d'énergie thermique (GAZ)

Consommations énergétiques réelles			2021	2022	2023	Moyenne classique (kWhEF)	Moyenne corrigée DJU (kWhEF)
Gaz naturel	Consommations d'énergie	<i>kWhEF PCI</i>	1 310 952	977 162	884 744	1 057 619	1 085 441
	Emission de CO2	<i>kg eq CO2</i>	306 763	228 656	207 030	247 483	253 993
	Dépense	<i>€TTC</i>	58 434	111 433	112 426	94 097	96 573
	Coûts unitaires	<i>€TTC/kWh</i>	0,045	0,114	0,127	0,089	

Evolution historique des consommations énergétiques réelles annuelles



Evolution mensuelle des consommations de Gaz naturel



Eléments d'explication et d'analyse

L'analyse des consommations a été réalisée sur les années 2021 à 2023.

Ces consommations sont celles du compteur gaz réalisant le chauffage de tout le site. Elles prennent donc en compte les consommations de chauffage de la restauration.

Les consommations ont diminué sur entre 2021 et 2023. L'année 2021 est souvent plus consommatrice quel que soit l'usage du fait des normes d'aération en vigueur à la suite de la crise sanitaire en 2020. Une légère baisse des consommations a eu lieu entre 2022 et 2023 mais celle-ci s'explique par une année 2023 moins froide. En effet, Lorsque les consommations sont corrigées DJU, c'est-à-dire que la rigueur climatique est neutralisée, les consommations sont stables entre ceux deux années.

Comme pour l'électricité, le coût unitaire du gaz naturel a également subi une forte augmentation en ces trois dernières années. Dans la suite de l'étude, les coûts du kilowattheure de gaz naturel considérés seront ceux de 2024, à savoir 14,3 cts€/kWh.

4.3.3. Synthèse des consommations d'énergie

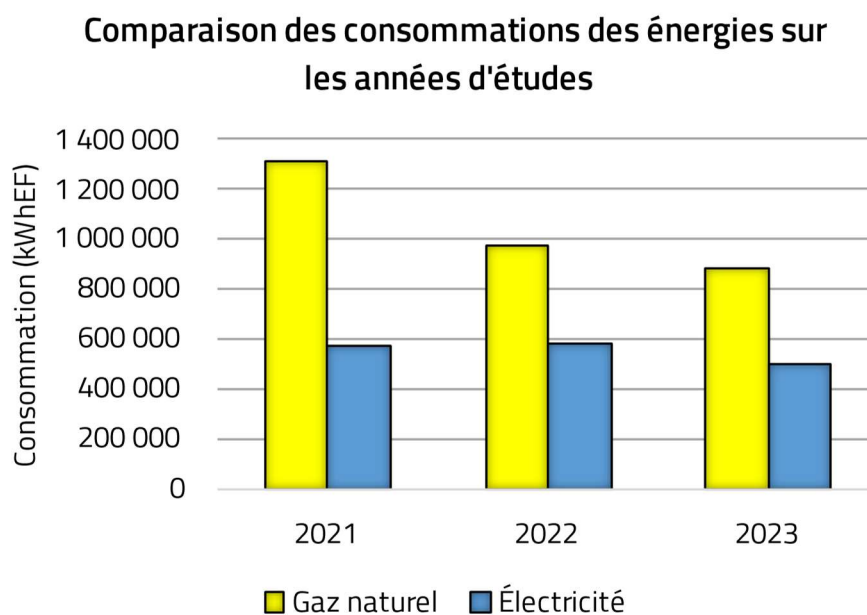
Ce chapitre présente une synthèse de l'ensemble des consommations d'énergie réelles exprimée en PCI, ainsi que des indicateurs complémentaires comme la consommation par unité de surface, les émissions carbone et les dépenses énergétiques (P1).

Les consommations réelles sont également présentées avec une correction climatique (DJU – définition précise en annexe 10.4.1 Lexique), c'est-à-dire en tenant compte de la rigueur climatique de chaque année étudiée. Cet indicateur permet d'effectuer une comparaison annuelle des consommations d'énergie, à intensité climatique neutralisée.

Consommations énergétiques réelles			2021	2022	2023	Moyenne classique (kWhEF)	Moyenne corrigée DJU (kWhEF)
Gaz naturel	Consommations d'énergie	<i>kWhEF PCI</i>	1 310 952	977 162	884 744	1 057 619	1 085 441
	Emission de CO2	<i>kg eq CO2</i>	306 763	228 656	207 030	247 483	253 993
	Dépense	<i>€TTC</i>	58 434	111 433	112 426	94 097	96 573
	Coûts unitaires	<i>€TTC/kWh</i>	0,045	0,114	0,127	0,089	
Électricité	Consommations d'énergie	<i>kWhEF</i>	575 966	578 996	499 613	551 525	551 525
	Emission de CO2	<i>kg eq CO2</i>	48 381	48 636	41 967	46 328	46 328
	Dépense	<i>€TTC</i>	60 159	97 380	115 337	90 959	90 959
	Coûts unitaires	<i>€TTC/kWh</i>	0,104	0,168	0,231	0,165	
TOTAL	Consommations d'énergie	<i>kWhEF</i>	1 886 918	1 556 158	1 384 357	1 609 144	1 636 966
	Emission de CO2	<i>kg eq CO2</i>	355 144	277 291	248 998	293 811	300 321
	Dépense	<i>€TTC</i>	118 593	208 813	227 763	185 056	187 531

Années	2021	2022	2023	Décennales 2014 - 2023
Degrés Jours Unifiés (DJU) - Romorantin	2 594	2 248	2 099	2 392

Evolution historique des consommations énergétiques annuelles réelles et corrigées du climat



5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES

Ce chapitre présente la description technique des différents éléments bâtis et des systèmes présents au sein du site. L'objet de ce descriptif n'est pas de dresser un listing parfaitement exhaustif de l'ensemble des parois et équipements consommateurs (notamment les systèmes d'éclairage, les prises de courant ...), mais de fournir une vision globale et synthétique des éléments techniques qui influent sur les consommations énergétiques, en caractérisant leur état et leur performance, et de poser une analyse sur les points forts et les axes d'amélioration.

Les échelles de notation de la performance et de la vétusté sont présentées dans la grille ci-dessous. Une annexe au présent document détaille les notations adaptées à chaque item (10.4.2 Légende de notation).

ECHELLE DE NOTATION PERFORMANCE ET VETUSTE					
Performance	NC	0 Très peu performant	1 Peu performant	2 Performant	3 Très performant
Vétusté	NC	0 A remplacer	1 Etat d'usage	2 Bon état	3 Etat neuf

Référentiel de cotation de l'état de vétusté :

3 : Le matériel ou matériau est considéré comme neuf.

2 : Le matériel ou matériau est fonctionnel et dans un bon état. Un remplacement à moyen terme sera à programmer.

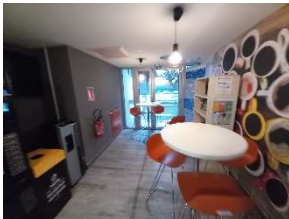
1 : Le matériel ou matériau est dans un état d'usage mais présente des signes d'usure liés à son âge ou à un défaut d'entretien, pouvant altérer sa fonctionnalité ponctuellement ou de manière temporaire. Un remplacement à court terme est à prévoir.

0 : Le matériel ou matériau est considéré comme hors service et nécessite un remplacement immédiat.

La vétusté et la performance sont évaluées en fonction des informations connues à date de réalisation de l'étude, notamment les documents techniques transmis et les constatations visuelles réalisées lors de l'intervention sur site. Aucun sondage destructif ou test / mesure n'a été réalisé dans le cadre de cette étude. Ainsi, en l'absence d'informations détaillées, des hypothèses ont pu être prises afin d'estimer les performances des matériaux et des équipements. Ces hypothèses sont synthétisées au paragraphe 2.4 *Hypothèses posées dans le cadre de l'étude*.

5.1. Enveloppe du bâti

Paroi opaque						
Mur sur extérieur isolé			Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	CAF : 501 m² CPAM : 982 m² URSSAF : 409 m² Conseil : 125 m²	0,46	2	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Année :	1982				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Polystyrène expansé				
	Epaisseur d'isolation :	7 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2				
	Localisation :		Ensemble du bâtiment			
Mur sur extérieur non isolé			Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	720 m²	2,84	0	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Année :	1982				
	Présence d'une isolation :	Non				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2				
Localisation :		Cages d'escaliers et circulations centrales				

Menuiserie						
Fenêtre sur extérieur		Surface	Uw	P	V	
	Matériau et vitrage :	Métal / Triple vitrage	CAF : 0m² CPAM : 0m² URSSAF : 0m²	1.30	3	2
	Etanchéité :	Moyenne				
	Remplissage :	Argon				
	Année :	2012				
	Occultation :	Store intérieur, Volet roulant				
	Matériau occultation :	Aluminium				
	Position :	Nu extérieur				
	Fermeture :	Basculante				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :		1.9				
Porte Fenêtre sur extérieur		Surface	Uw	P	V	
	Matériau et vitrage :	Double vitrage 4/16/4 lame d'argon	76 m²	1.70	3	2
	Etanchéité :	Moyenne				
	Remplissage :	Argon				
	Année :	2012				
	Occultation :	Aucune				
	Matériau occultation :	Aluminium				
	Position :	Nu extérieur				
	Fermeture :	Basculante				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :		1.9				

Plancher haut						
Toiture-terrasse			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	2 782 m²	0,23	2	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus				
	Isolant :	Polyuréthane				
	Epaisseur d'isolation :	10 cm				
	Etanchéité :	Finition lourde (gravillons)				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Année :	2017				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5				
	Localisation :		Ensemble du bâtiment (hors salle du conseil)			
Rampants			Surface	U	P	V
	Type :	Charpente bois	182 m²	0,25	2	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation au niveau des rampants				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	15 cm				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Etanchéité :	Zinc				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	5.2				
	Localisation :					

Plancher bas					
Plancher bas sur archives non isolé		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	2 722 m²	1,36	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Année :	1982			
	Nature du local non chauffé :	Archives			
	Position :	Local de stockage			
	Ventilation du local non chauffé :	Local ventilé			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3			
	Localisation :		Plancher du RDC donnant sur les archives		
Plancher bas sur extérieur décollement façade		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	19 m²	0,64	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face			
	Isolant :	Fibrastyrène			
	Epaisseur d'isolation :	5 cm			
	Année :	1982			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3			
	Localisation :		RDC CPAM (Open space sud et est)		

Plancher bas sur vide sanitaire			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	241 m²	1,36	1	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Non				
	Année :	1982				
	Nature du local non chauffé :	Vide sanitaire				
	Position :	Sur vide sanitaire enterré				
	Ventilation du local non chauffé :	Local peu ventilé				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3				
	Localisation :					
Plancher bas sur archives isolés			Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	174 m²	0,36	2	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Fibrastyrène				
	Epaisseur d'isolation :	5 cm				
	Année :	1982				
	Nature du local non chauffé :	Archives				
	Position :	Local de stockage				
	Ventilation du local non chauffé :	Local ventilé				
	Pathologies :	Absence de pathologie				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3				
	Localisation :					

Plancher bas sur extérieur		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	169 m²	1,84	0
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Année :	1982			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3			
	Localisation :	Salle de conseil			

Commentaires
L'ensemble des caractéristiques du bâtiment est issu des relevés sur site et des DOE de la construction. La performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment est moyenne. Le bâtiment a été construit en 1982 mais une grosse partie du bâti a fait l'objet de rénovation. Les murs donnant sur l'extérieur sont isolés par l'intérieur en allège de toutes les menuiseries. L'isolation est faible mais permet néanmoins de réduire les déperditions. Les menuiseries du site ont été remplacées en 2012 par des menuiseries triple vitrage. Leurs performances thermiques sont très bonnes. La majorité des planchers bas des locaux chauffés donne sur des locaux de stockage non chauffés. Ces planchers bas ne sont pas isolés et sont donc déperditifs. Une autre part des planchers bas donne sur l'extérieur avec une faible performance thermique. Enfin, quelques locaux chauffés en sous-sol donnent sur le vide sanitaire présent sur tout le site. La grande majorité des planchers hauts du bâtiment est composée de toitures terrasses. Elles ont toutes été rénovées en 2017. L'isolation est donc performante. Seule la salle du conseil possède un plancher haut en rampant charpente bois. Celui-ci est bien isolé.

5.2. Systèmes énergétiques

5.2.1. Décret BACS

Le décret BACS, dispositif réglementaire présenté en annexe du document, impose l'installation d'un système d'automatisation et de contrôle (GTC) pour les bâtiments existants respectant les conditions suivantes :

- Bâtiments non résidentiels dans lesquels sont exercées des activités tertiaires marchandes ou non-marchandes y compris ceux appartenant à des personnes morales du secteur primaire ou secondaire
- Bâtiments équipés d'un système de chauffage ou de climatisation, dont la puissance nominale utile est supérieure à 290 kW (dans le cas d'un RCU chaud ou froid, c'est la puissance de la station d'échange qui est à prendre en compte) : Les bâtiments assujettis au décret doivent être équipés d'une GTC le 1er janvier 2025.
- Bâtiments équipés d'un système de chauffage ou de climatisation, dont la puissance nominale utile est supérieure à 70 kW (dans le cas d'un RCU chaud ou froid, c'est la puissance de la station d'échange qui est à prendre en compte) : Les bâtiments assujettis au décret doivent être équipés d'une GTC le 1er janvier 2027.

Un système d'automatisation et de contrôle est composé des éléments de la chaîne de GTB ou GTC, depuis l'automate (contrôlant une CTA par exemple) jusqu'à la supervision centralisée ou déportée, permettant le contrôle à distance des installations techniques. Un suivi énergétique doit également être assuré par le système.

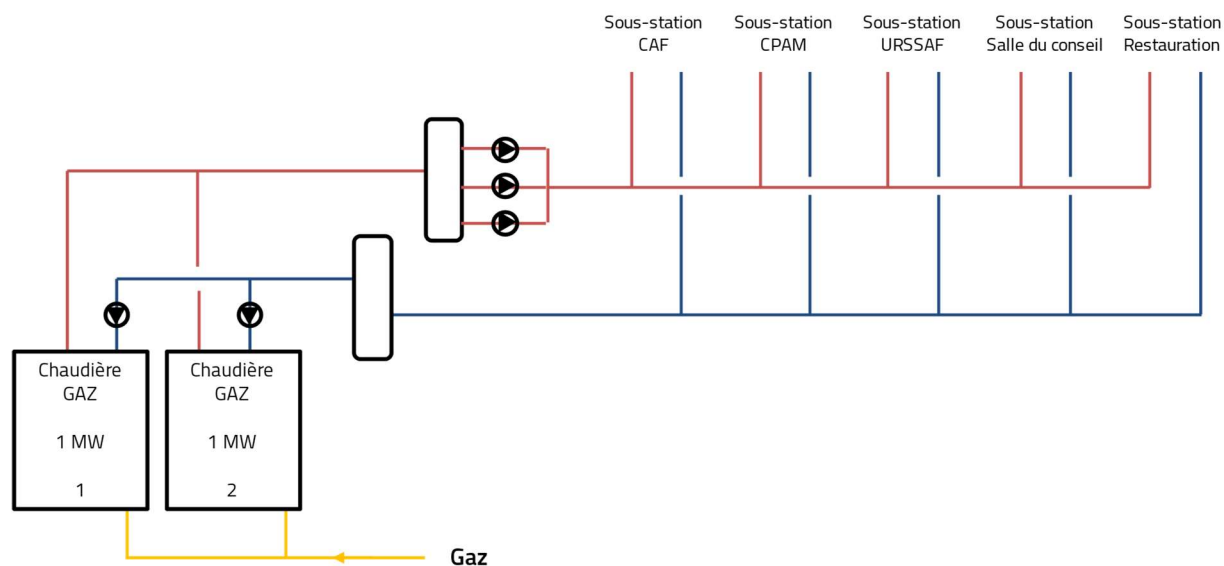
Décret BACS	
Assujettissement	
Le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale >70kW	Oui
Le site est-il assujetti au décret BACS ?	Oui
Mise en conformité	
Action à réaliser avant le 1er janvier 2025 ou le 1er janvier 2027 :	Mise en conformité avec installation neuve

5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance

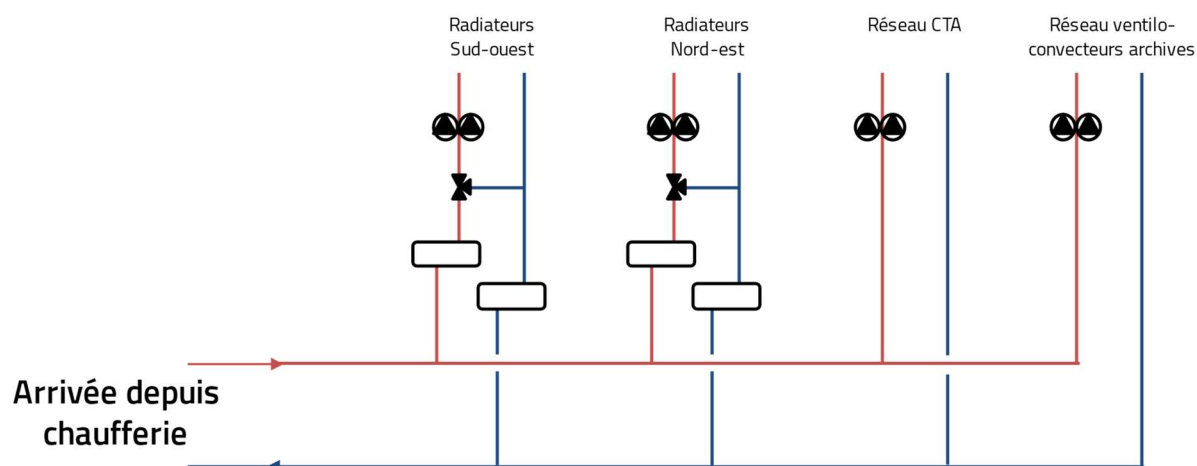
Contrat d'exploitation	
Titulaire du contrat (exploitant)	NC
Type de marché	NC
Date de fin du contrat	NC
Clause d'intéressement	NC
Périmètre de prestation	NC
Coût annuel P2	NC
Avis sur l'exploitation	NC

5.2.3. Schéma de principe de la chaufferie

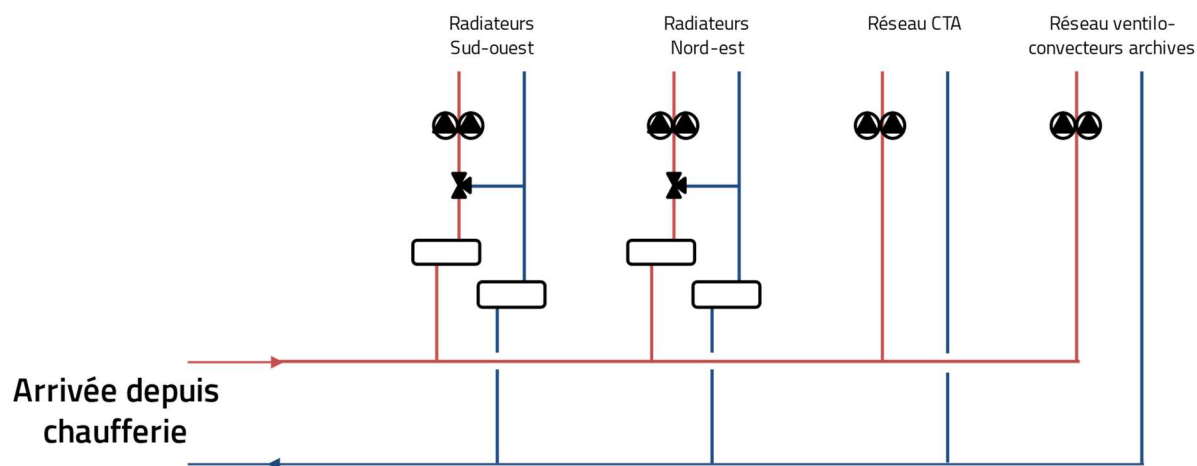
Chaufferie



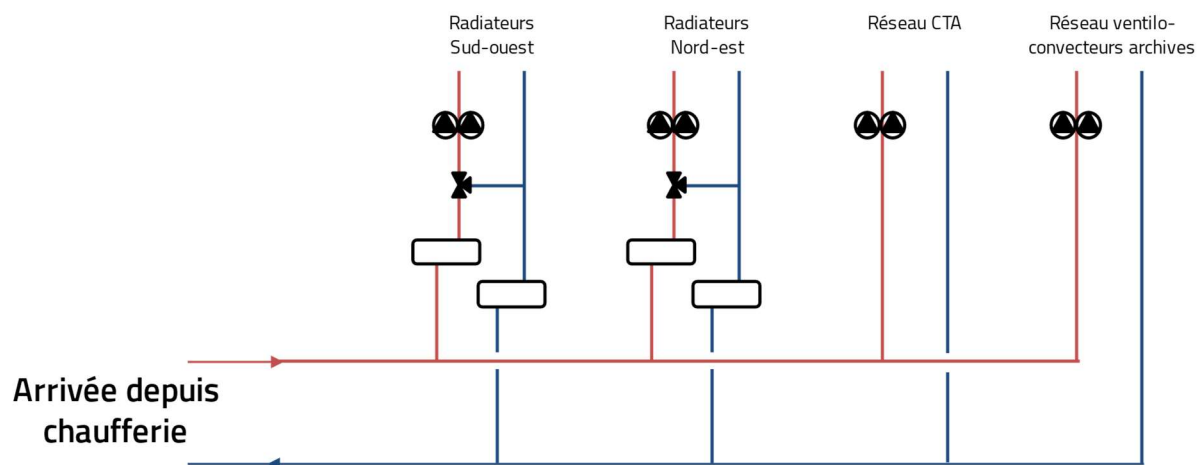
Sous station CAF



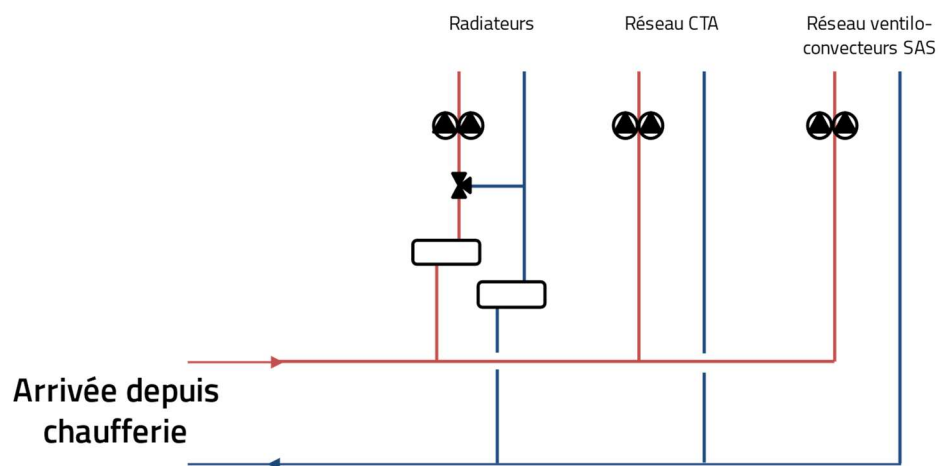
Sous station CPAM



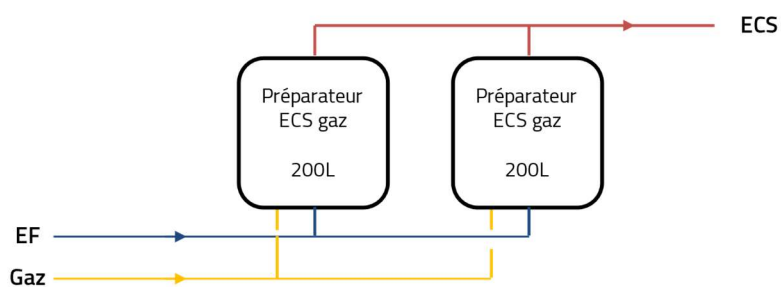
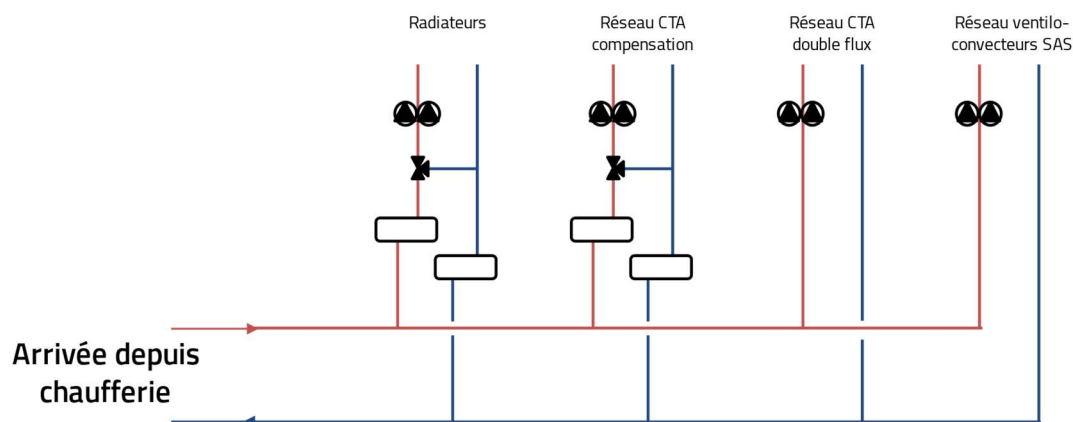
Sous station URSSAF



Sous station Salle du conseil



Sous station Restauration



5.2.4. Analyse de la conformité de la chaufferie

Les principaux points de conformité suivants de la chaufferie ont été vérifiés durant la visite :

Conformité réglementaire Chaufferie	
Nom du local	
Situation	Terrasse
Barre anti-panique	Présente (état d'usage)
Ferme-porte	Présent (état d'usage)
Balayage du local (ventilation)	Présence de dispositifs permettant un balayage d'air
Éclairage du local	Eclairage suffisant
Etat du bloc autonome d'éclairage de sécurité (BAES)	Bon état
Porte coupe-feu	Oui
Nombre d'extincteur(s)	1
Etat de l'armoire électrique	Bon état
Etat du coffret de coupure extérieure combustible	Bon état
Etat du coffret de coupure extérieure électrique	Bon état

Eléments d'explication et d'analyse
La chaufferie est conforme aux réglementations.

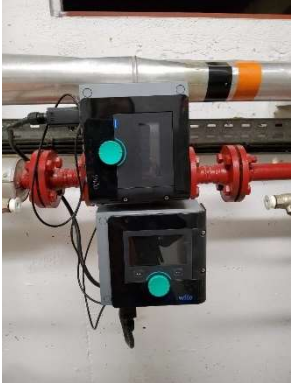
5.2.5. Chauffage

Production de chaleur			
Chaudière gaz naturel 1		P	V
	Locaux desservis :	Bâtiment principal & bâtiment restauration	
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique totale :	1060 kW	
	Classement ICPE :	Oui, soumise à déclaration	
	Rendement :	97 %	
	Technologie :	Basse température	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Oui	
	Mode d'évacuation :	Conduit de fumées	
	Position :	Au sol	
	Année :	2001	
	Marque :	Viessmann	
	Modèle :	Paromat Simplex	
	Nombre :	1	
	Brûleur intégré :	Non	
	Puissance thermique brûleur :	600 kW	
	Marque brûleur :	Cuenod	
	Modèle brûleur :	C100	
	Nombre de brûleur :	1	
	Performance brûleur :	1	
	Vétusté brûleur :	2	
	Utilisation :	Chauffage	
Localisation : Chaufferie en toiture		1	1

Chaudière gaz naturel 2		P	V
	Locaux desservis :	Bâtiment principal & bâtiment restauration	11
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique totale :	1005 kW	
	Classement ICPE :	Oui, soumise à déclaration	
	Rendement :	93 %	
	Technologie :	Standard	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Oui	
	Mode d'évacuation :	Conduit de fumées	
	Position :	Au sol	
	Année :	1990	
	Marque :	Viessmann	
	Modèle :	Paromat RU	
	Nombre :	1	
	Brûleur intégré :	Non	
	Puissance thermique brûleur :	800 kW	
	Marque brûleur :	Cuenod	
	Modèle brûleur :	C135	
	Nombre de brûleur :	1	
	Performance brûleur :	1	
	Vétusté brûleur :	2	
	Utilisation :	Chauffage	
Localisation : Chauffage en toiture			
VRV accueil		P	V
	Type :	Multisplit	32
	Puissance frigorifique totale :	50 kW	
	Puissance électrique totale :	20 kW	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	Position :	Sol	
	Locaux desservis :	Accueil du public (RDC)	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Mitsubishi Electric	
	Nombre :	2	
Localisation : Extérieur			

Auxiliaire de chauffage			
CHAUFFERIE - Pompes primaires		P	V
	Puissance électrique totale :	5500 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Primaire	
	Nom du départ :	Départ primaire vers sous stations	
	Année :	1982	
	Nombre :	3	
Localisation : Chaufferie		1	1
S-STATION CAF - Pompes départ radiateurs sud-ouest		P	V
	Puissance électrique totale :	295 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Pompes départ radiateurs sud-ouest	
	Nombre :	1	
Localisation : Sous station CAF		1	1
S-STATION CAF - Pompes départ radiateurs nord-est		P	V
	Puissance électrique totale :	476 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Pompes départ radiateurs nord-est	
	Nombre :	1	
Localisation : Sous station CAF		3	2
S-STATION CPAM - Pompes départ radiateurs sud-ouest		P	V
	Puissance électrique totale :	285 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Pompes départ radiateurs sud-ouest	
	Nombre :	1	
Localisation : Sous station CPAM		1	1
S-STATION CPAM - Pompes départ radiateurs nord-est		P	V
	Puissance électrique totale :	285 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
		1	1

Auxiliaire de chauffage			
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Pompes départ radiateurs nord-est	
	Nombre :	1	
	Localisation :	Sous station CPAM	
S-STATION URSSAF - Pompes départ radiateurs sud-ouest		P	V
	Puissance électrique totale :	255 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Pompes départ radiateurs sud-ouest	
	Nombre :	1	
Localisation :		Sous station URSSAF	
S-STATION URSSAF - Pompes départ radiateurs nord-est		P	V
	Puissance électrique totale :	250 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Pompes départ radiateurs nord-est	
	Nombre :	1	
Localisation :		Sous station URSSAF	
S-STATION SALLE CONSEIL - Pompes départ radiateurs		P	V
	Puissance électrique totale :	188 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Pompes départ radiateurs	
	Nombre :	1	
Localisation :		Sous station salle du conseil	

S-STATION RESTAURATION - Pompes départ radiateurs		P	V
	Puissance électrique totale :	320 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	3
	Nom du départ :	Pompes départ radiateurs	2
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	1	
Localisation : Sous-station restauration			
S-STATION RESTAURATION - Pompes départ CTA		P	V
	Puissance électrique totale :	111 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	3
	Nom du départ :	Pompes départ CTA	2
Localisation : Sous-station restauration			

Distribution de chaleur			
Réseaux de chauffage		P	V
	Nature :	Acier noir	
	Technologie :	Présence de calorifuge sur l'ensemble des réseaux	
	Mise en œuvre de l'isolation :	Laine de verre revêtue d'une coque aluminium	
	Epaisseur :	3 cm	
	Localisation :	En locaux technique, En galerie technique	3
	Longueur :	625 ml	2
	Année réseau :	1982	
Localisation : En locaux technique			

Commentaires

La chaufferie principale est située en toiture terrasse de l'aile CPAM. Celle-ci dessert les cinq sous-stations du site. Elle est équipée de deux chaudières gaz naturel afin de réaliser tout le chauffage du site. La chaudière gaz la plus ancienne est une chaudière gaz standard, elle date de 1990. L'autre chaudière a été remplacée en 2001 et est plus performante car celle-ci est de type basse température. En prenant une durée de vie moyenne de 30 ans, leur remplacement sera à prévoir à court terme (moins de 5 ans) et moyen terme (10 ans). La performance globale est moyenne. Le remplacement par des chaudières gaz à condensation ou le raccordement au réseau de chaleur de la ville permettrait de réduire les consommations liées au poste de chauffage.

Hors période de chauffe, les besoins de chaleur sont nuls, les chaudières sont donc éteintes.

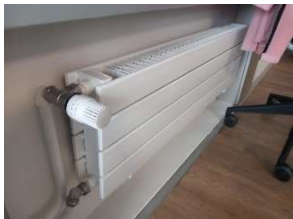
Les réseaux de distribution sont correctement calorifugés. Les réseaux circulent dans les locaux de stockage non chauffés.

Une partie des départs de chauffage constants des sous-stations n'est plus utilisée. En effet, les ventilo-convecteurs des sous-sols ainsi que les ventilo-convecteurs des SAS ne sont jamais allumés.

Les auxiliaires de distribution sont dans un état moyen. Leur remplacement par des pompes à débit variables permettrait de réduire les consommations électriques liées aux auxiliaires de distribution.

Le hall d'accueil du public est chauffé par des cassettes plafonniers reliées à un système de VRV. Celui-ci est performant et en bon état.

Emission de chaleur

Radiateur		P	V
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	
	Température :	Moyenne	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	Non déterminée	
Localisation :		Ensemble du bâtiment	
Ventilo-convecteurs froid		P	V
	Locaux desservis :	Accueil principal RDC	
	Energie :	Fluide frigorigène	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Plafonnière	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Localisation :	Accueil principal RDC	

Régulation terminale chauffage			
Robinet thermostatique		P	V
	Technologie : Robinets thermostatiques récents	3	2
	Année : Non déterminée		
	Localisation : Ensemble du bâtiment		
Thermostats manuels		P	V
	Technologie : Thermostats manuels	2	2
	Localisation : Accueil principal RDC		

Commentaires
Les émetteurs de chauffage du bâtiment sont des radiateurs hydrauliques en acier en bon état. Ces systèmes sont performants. Tout le site est muni de robinets thermostatiques. Ces systèmes sont très performants car ils permettent de réguler le chauffage par pièce, au plus proche des besoins. Seul le hall principal accueillant le public est chauffé par des ventilo-convecteurs. Le système est adapté et performant pour l'usage.

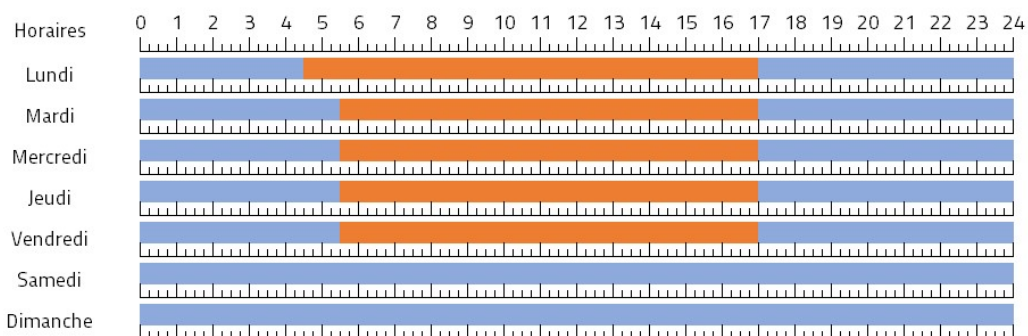
Régulation centrale chauffage			
Régulation centrale		P	V
	Technologie :	Loi d'eau avec horloge	
	Programmation :	Hebdomadaire	
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Localisation :	En sous stations	



Planning horaire Sous-station CPAM

Circuit N°3 :

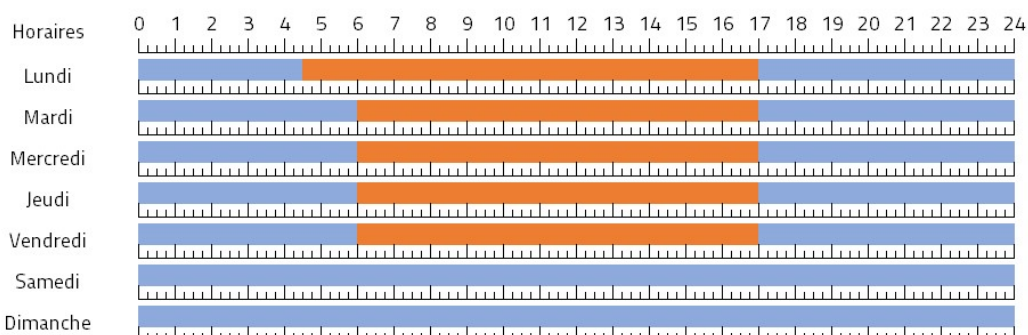
CPAM - Nord Est



Consignes : ■ Confort : 19,5 °C ■ Réduit : 16,5 °C

Circuit N°4 :

CPAM - Sud Ouest

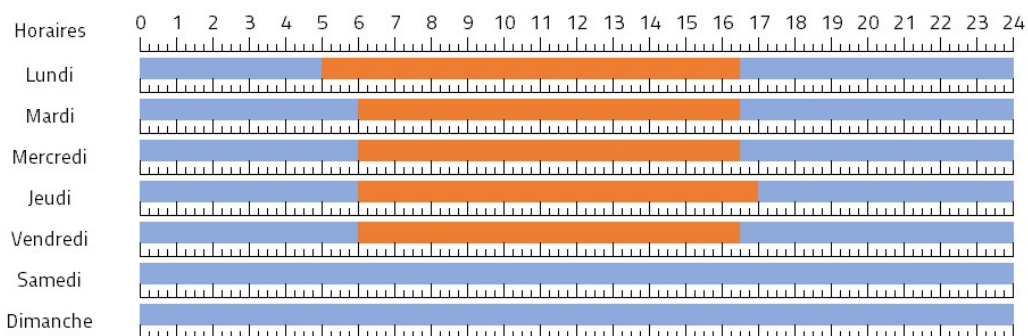


Consignes : ■ Confort : 19,5 °C ■ Réduit : 16,5 °C

Planning horaire Sous-station URSSAF

Circuit N°5 :

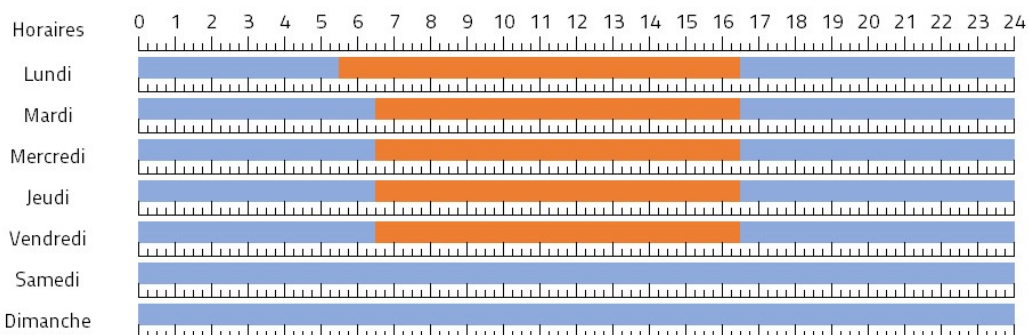
URSSAF - Nord Est



Consignes : ■ Confort : 20,0 °C ■ Réduit : 16,5 °C

Circuit N°6 :

URSSAF - Sud Ouest

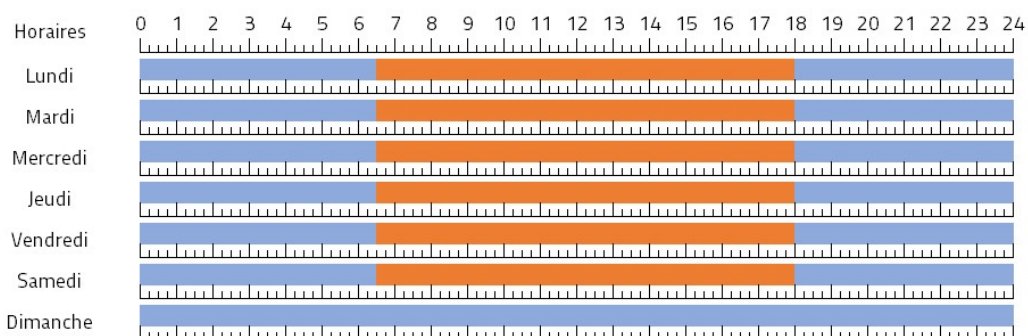


Consignes : ■ Confort : 19,5 °C ■ Réduit : 16,5 °C

Planning horaire Sous-station salle du conseil

Circuit N°7 :

Salle du conseil



Consignes : ■ Confort : 19,5 °C ■ Réduit : 17,5 °C

Commentaires

Le bâtiment est régulé sur loi d'eau selon la température extérieure. Ce système est moyennement performant car il ne permet pas de s'adapter en parallèle aux besoins selon la température intérieure via des sondes de températures dans les locaux. Un relevé de températures intérieures (fournis par la MOA) réalisé par des sondes placées dans les différentes ailes confirme l'écart entre la consigne de température demandée et les températures intérieures réelles. Les moyennes des températures relevées en semaine entre 7h00 et 17h00 sont en moyenne de : CAF 20,5°C ; CPAM 22,4°C ; URSSAF 21,5°C. Les températures réelles seront prises en compte dans la simulation comme étant les températures de consignes. La mise en place de sondes de température intérieures en complément de la loi d'eau permettrait d'affiner la régulation de chauffage.

La programmation horaire de chauffage est globalement optimisée pour l'usage du bâtiment. Seule la programmation de la salle du conseil peut être optimisée en mettant en place la température de réduit dès le vendredi soir (actuellement chauffée le samedi hors occupation).

Le site est dépourvu de gestion centralisée. Le site est assujéti au décret BACS qui nécessite l'implantation d'une GTC à échéance 2025. La mise en place d'une GTC permet d'avoir une vision globale du système de chauffage et de régulation du chauffage.

5.2.6. Climatisation

Production de froid			
Groupe froid CAF		P	V
	Type :	Monosplit	
	Puissance frigorifique totale :	NC	
	Puissance électrique totale :	NC	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	Position :	Terrasse	
	Locaux desservis :	Ensemble de l'aile CAF via CTA	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Mitsubishi Electric	
	Nombre :	1	
	Pathologies :	Groupe froid à l'arrêt depuis environ 5 ans	
Localisation :		Toiture terrasse CAF	
VRV accueil		P	V
	Type :	Multisplit	
	Puissance frigorifique totale :	50 kW	
	Puissance électrique totale :	20 kW	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	Position :	Sol	
	Locaux desservis :	Accueil du public (RDC)	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Mitsubishi Electric	
	Nombre :	2	
Localisation :		Extérieur	
Petites unités de climatisation		P	V
	Type :	Multisplit	
	Puissance frigorifique totale :	5 kW	
	Puissance électrique totale :	2.5 kW	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	Position :	Façade, Terrasse, Sol	
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	13	
Localisation :		Toiture terrasse et extérieur	

Emission de froid			
Ventilo-convecteurs froid		P	V
	Locaux desservis :	2	2
	Accueil principal, CPAM (RDC : bureaux médicaux, box CPAM, SGX), URSSAF (R+2 : Open space), CAF (R+3 : 5 bureaux)		
	Energie :		
	Fluide frigorigène		
	Technologie :		
	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)		
	Puissance thermique unitaire :		
	5 kW		
	Puissance électrique unitaire :		
	2 kW		
	Position :		
	Plafonnière		
	Pathologies :		
	Absence de pathologie		

Commentaires
Le site ne possède pas de climatisation centralisée. Néanmoins, quelques locaux disposent de systèmes de climatisation lors des épisodes de forte chaleur. Le hall d'accueil du public dispose d'un système de climatisation réversibles lui permettant d'être refroidi en été. Une régulation sur thermostat d'ambiance permet de réguler selon les besoins. Quelques autres salles ponctuelles disposent également de climatisation selon le besoin. Le bâtiment de la CAF disposait d'une groupe froid permettant de climatiser toute l'aile via la ventilation. Seulement, ce groupe froid ne fonctionne plus et est à l'arrêt depuis plus de 5 ans. Ces consommations ne seront donc pas prises en compte dans l'étude.

5.2.7. Ventilation

Equipement de ventilation					
CTA - CAF			P	V	
	Puissance électrique totale :		7,2 kW	3	2
	Technologie :		CTA DF avec caisson de mélange (absence d'échangeur)		
	Débit d'air soufflé :		14 500 m3/h		
	Débit d'air repris :		11 000 m3/h		
	Batterie chaude :		Hydraulique		
	Pathologies :		Absence de pathologie		
	Année :		2008		
	Marque :		CIAT		
	Modèle :		NC		
	Locaux desservis :		Bâtiment CAF (hors sanitaires)		
Nombre :		1			
Localisation :			Local ventilation CAF		
Extracteurs simple flux sanitaires - CAF			P	V	
-	Puissance électrique totale :		0.22 kW	1	2
	Technologie :		Autoréglable		
	Type :		Basse pression		
	Débit d'air :		900 m3/h		
	Pathologies :		Absence de pathologie		
	Année :		Non déterminée		
	Marque :		NC		
	Modèle :		NC		
	Locaux desservis :		Sanitaires CAF		
	Nombre :		1		
Localisation :			Toiture CAF		
CTA - CPAM			P	V	
	Puissance électrique totale :		15 kW	1	0
	Technologie :		CTA DF sans échangeur ni caisson de mélange		
	Echangeur :		Sur boucle d'eau		
	Débit d'air soufflé :		26 400 m3/h		
	Débit d'air repris :		26 400 m3/h		
	Batterie chaude :		Hydraulique		
	Pathologies :		Débit de soufflage forcé à zéro		
	Année :		1982		

Equipement de ventilation			
	Marque :	VIM	
	Modèle :	NC	
	Locaux desservis :	Bâtiment CPAM (hors sanitaires)	
	Nombre :	1	
	Localisation :	Local ventilation CPAM	
Extracteurs simple flux sanitaires - CPAM		P	V
-	Puissance électrique totale :	0.375 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type :	Basse pression	
	Débit d'air :	1 500 m ³ /h	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	NC	
	Modèle :	NC	
	Locaux desservis :	Sanitaires CPAM	
	Nombre :	1	
Localisation :		Toiture CPAM	
CTA - URSSAF		P	V
	Puissance électrique totale :	4.6 kW	
	Technologie :	CTA DF sans échangeur ni caisson de mélange	
	Echangeur :	Sur boucle d'eau	
	Débit d'air soufflé :	7 800 m ³ /h	
	Débit d'air repris :	7 800 m ³ /h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Pathologies :	CTA à l'arrêt sur les périodes d'occupation pour raison d'inconfort Echangeur sur boucle d'eau à l'arrêt	
	Année :	1982	
	Marque :	VIM	
	Modèle :	NC	
	Locaux desservis :	Bâtiment URSSAF (hors sanitaires)	
	Nombre :	1	
Localisation :		Local ventilation URSSAF	

Extracteurs simple flux sanitaires - URSSAF		P	V	
-	Puissance électrique totale :	0.15 kW	1	2
	Technologie :	Autoréglable		
	Type :	Basse pression		
	Débit d'air :	600 m3/h		
	Pathologies :	Absence de pathologie		
	Année :	Non déterminée		
	Marque :	NC		
	Modèle :	NC		
	Locaux desservis :	Sanitaires URSSAF		
	Nombre :	1		
Localisation : Toiture URSSAF				
CTA - Salle du conseil		P	V	
	Puissance électrique totale :	0.6 kW	1	0
	Technologie :	CTA DF sans échangeur ni caisson de mélange		
	Echangeur :	Sur boucle d'eau		
	Débit d'air soufflé :	1000 m3/h		
	Débit d'air repris :	1000 m3/h		
	Batterie chaude :	Hydraulique		
	Pathologies :	CTA à l'arrêt Echangeur sur boucle d'eau à l'arrêt		
	Année :	1982		
	Marque :	VIM		
	Modèle :	NC		
	Locaux desservis :	Salle du conseil		
	Nombre :	1		
	Localisation : S-Station salle du conseil			

Régulation centrale ventilation			
Horloge simple		P	V
	Technologie :	Horloge simple	
	Programmation :	Hebdomadaire	
	Locaux desservis :	CTA CPAM : du L au V 8h-17h mais coupure de la ventilation en été avec surventilation nocturne CTA URSSAF : du L au V 12h-13h30 CTA CAF : 24h/24 7j/7 VMC sanitaires CPAM : du L au V 8h-18h	
	Nombre :	4	

Commentaires
Tous les locaux du bâtiment (hormis les sanitaires) sont équipés de ventilation mécanique double flux. Les façades et les menuiseries sont dépourvues d'entrées air. Les centrales de traitement d'air (CTA) d'origines, c'est-à-dire de l'aile CPAM et de l'aile URSSAF, posent des problèmes d'inconfort acoustique et thermique. En effet, lorsque la CTA de l'aile CPAM est en fonctionnement classique, les occupants des bureaux se plaignent de sensations d'air froid provenant de l'air soufflé. Pour pallier ce problème, le soufflage de la CTA a été coupée, seule l'extraction reste allumée. Dans la même logique, lorsque la CTA de l'aile URSSAF fonctionne, les occupants se plaignent de sensation d'air froid et d'un bruit de fond constant. La CTA est donc éteinte sur les périodes d'occupation puis est allumée entre 12h00 et 13h30 permettant un minimum de recyclage d'air hors occupation. Une sensation d'humidité et de pathologie d'odeur étaient présentes dans l'aile URSSAF lors de la visite. Une réfection complète de la ventilation de l'aile CAF a été faite en 2008. Ce système est performant et permet un bon renouvellement d'air tout en réduisant les déperditions par ventilation. Les débits de ventilation sont extraits des DOE de ventilation datant de la rénovation. La régulation horaire de la ventilation CAF n'est pas utilisée, la CTA fonctionne en permanence. Une reprise de la régulation permettra de réduire les consommations de chauffage ainsi que les consommations électriques des auxiliaires de ventilation.

5.2.8. Eau Chaude Sanitaire

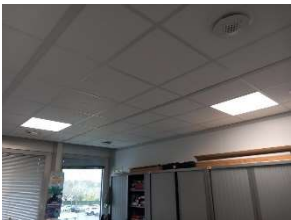
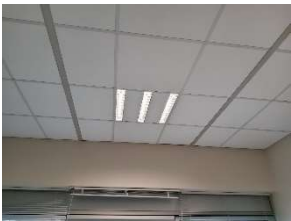
Production ECS			
Ballons électriques URSSAF		P	V
	Nombre :	3	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Puissance électrique unitaire :	2 kW	
	Volume :	30 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
Localisation :		Sanitaires URSSAF	
Ballons électriques CAF		P	V
	Nombre :	3	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Puissance électrique unitaire :	2 kW	
	Volume :	15 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
Localisation :		Sanitaires CAF	
Ballons électriques CPAM		P	V
	Nombre :	6	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Puissance électrique unitaire :	2 kW	
	Volume :	30 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
Localisation :		Sanitaires CPAM	

Commentaires

Les besoins en ECS du bâtiment principal sont très faibles (uniquement dans les sanitaires).

Les petits ballons électriques proches des points de puisage sont adaptés à l'usage. **Néanmoins, il est important de préciser que l'utilisation d'ECS pour un usage sanitaire n'est pas toujours nécessaire. Leur retrait viendrait réduire les consommations électriques du site.**

5.2.9. Eclairage

Source d'éclairage			
Luminaire LED Bureaux		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Electronique	
	Puissance surfacique :	6 W/m ²	
Localisation :		Bureaux CAF et URSSAF	
Tube fluorescent T5		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T5	
	Type de luminaire :	Tube	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Electronique	
	Puissance surfacique :	6 W/m ²	
Localisation :		Bureaux CPAM	
Luminaire LED circulations		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Spot	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Electronique	
	Puissance surfacique :	3 W/m ²	
Localisation :		Circulations et sanitaires	

Pilotage terminal éclairage			
Interrupteur manuel		P	V
	Technologie : Interrupteur manuel	1	1
	Locaux desservis : Archives		
	Localisation : Archives		
Détection d'absence		P	V
	Technologie : Détection d'absence	3	2
	Locaux desservis : Bureaux		
	Localisation : Bureaux		
Détection de présence		P	V
	Technologie : Détection de présence	3	2
	Locaux desservis : Circulations, sanitaires		
	Localisation : Circulations et sanitaires		

Commentaires

Une majorité des systèmes d'éclairage du bâtiment a fait l'objet d'un remplacement ces dernières années. Ces locaux sont équipés de luminaires LED peu consommateurs en électricité. L'aile CPAM est équipée de tubes fluorescents T5 qui sont de performances moyennes. Leur remplacement par des technologies LED réduirait la consommation électrique liée au poste d'éclairage.

L'éclairage des bureaux est piloté via des interrupteurs manuels et s'éteint automatiquement en cas d'absence prolongée. Les locaux à occupation passagère sont équipés de détection de présence. Ces systèmes sont adaptés aux usages et sont performants.

5.2.10. Autres usages

Autres usages			
Equipements de bureautique		P	V
	Type :	2	2
	Serveur informatique, Baie de brassage, PC fixe, PC portable, Imprimante, Photocopieur		
	Extinction hors utilisation :		
	Fréquente		
	Durée de fonctionnement :		
	Période d'ouverture		
Climatisation de process		P	V
	Type :	2	2
	Simple split		
	Puissance frigorifique totale :		
	5 kW		
	Puissance électrique totale :		
	2.5 kW		
	Plage de performance :		
	3,5 > EER >= 3		
	Position :		
	Façade, Terrasse		
	Année :		
	Non déterminée		
	Nombre :		
	7		

Commentaires

Le bâtiment possède des consommations appelées « autres usages », elles concernent les consommations engendrées par les usages courants sur site. Ces consommations sont difficilement compressibles si ce n'est le remplacement du matériel par un appareil moins consommateur.

5.3. Synthèse état des lieux techniques

Synthèse
La performance thermique du bâti du bâtiment principal de la UIOSS Loir-et-Cher est globalement bonne. Bien que les parois soient faiblement isolées, la réfection des menuiseries et des toitures terrasses ont permis de réduire grandement les déperditions du bâtiment. Une reprise de l'isolation des allèges de menuiseries ainsi que l'isolation des planchers bas permettraient de réduire encore les consommations de chauffage tout en pérennisant l'état du bâti. La ventilation mécanique de l'aile CPAM et de l'ail URSSAF nécessite une réfection complète comme pour l'aile CAF. Les systèmes actuellement présents sont vétustes et ne permettent pas de satisfaire un bon renouvellement d'air des locaux. La mise en place d'une ventilation double flux avec échangeur réduira l'inconfort des occupants tout en réduisant les consommations de chauffage. La production de chauffage actuelle n'est pas performante. Les chaudières sont anciennes et possèdent un faible rendement. Leur remplacement par des systèmes moins consommateurs réduira les consommations du poste de chauffage. L'optimisation de la régulation centrale est une solution applicable rapidement et peu onéreuse pour réduire les consommations de chauffage. La production d'ECS est adaptée à l'usage et ne nécessite pas de travaux particuliers. L'optimisation de l'éclairage du site réduirait globalement les consommations d'électricité. Cette optimisation passera par un relamping progressif des derniers luminaires tubes fluorescents T5. Enfin, la mise en place de sous-compteurs ainsi qu'une GTC permettra le suivi des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation. Ce système est utile pour un bon suivi des consommations du site ainsi que pour la remontée d'amolies sur les systèmes.

6. MODELISATION ENERGETIQUE DU SITE

Ce chapitre présente les résultats de la modélisation thermique et énergétique réalisée dans le cadre de cette étude. Cette modélisation a été réalisée via un outil de calcul thermique statique / le logiciel de simulation thermique dynamique Pléiades. La méthodologie est présentée en annexe du présent document.

Les objectifs de ce calcul sont les suivants :

- Construire un modèle énergétique rapproché du réel pour estimer la répartition des flux thermiques (déperditions et transferts de chaleur) et des flux énergétiques (décomposition des consommations) par poste
- Utiliser ce modèle pour estimer les gains énergétiques et économiques envisageables liés aux préconisations d'amélioration (comportement / régulation et travaux)

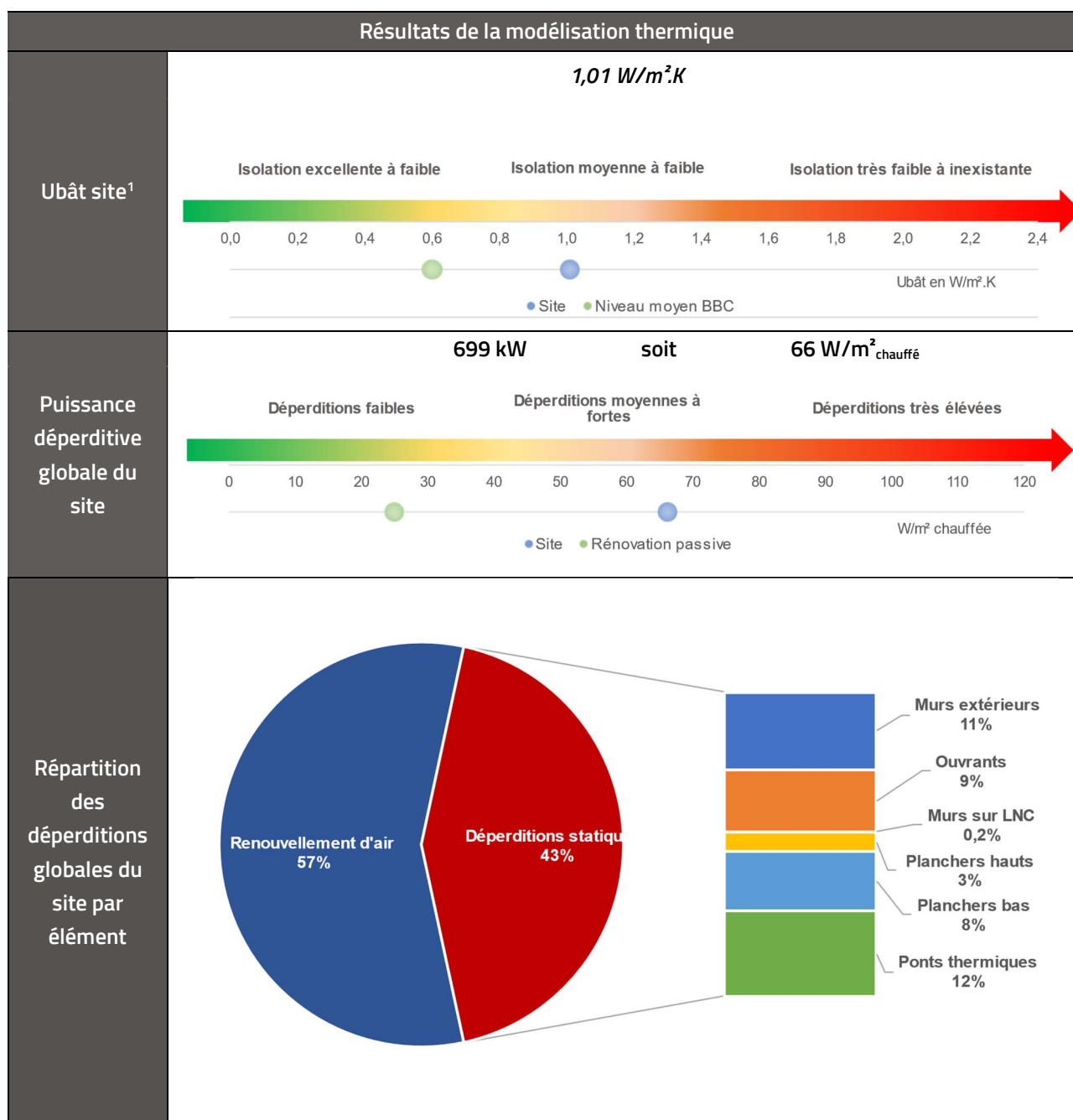
Cette modélisation intègre les caractéristiques techniques (bâti et système) collectées et relevées lors de la visite du site ainsi que l'usage du site décrits dans les précédents chapitres.

6.1. Analyse des déperditions thermiques

Les caractéristiques thermiques de chaque paroi sont décrites dans le chapitre précédent. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques complémentaires prises en compte dans la modélisation thermique :

Caractéristiques thermiques de l'enveloppe		
Surface chauffée	10 563 m ²	La surface chauffée représente 76% de la surface de plancher
Volume chauffé	29 561 m ³	Le bâtiment possède une hauteur sous plafond standard.
Inertie thermique	Forte	L'inertie du bâtiment est forte, tous le bâtiment est en béton plein.
Ratio surface vitrée / façade	44%	Surface vitrée importante, pouvant provoquer d'importantes déperditions ou de l'inconfort estival.
Étanchéité à l'air	Bonne	Les menuiseries ont été remplacées récemment procurant une bonne étanchéité à l'air dans le bâtiment.
T° de chauffage	19 °C	Le calcul de déperdition prend en compte : $\Delta T = T_{\text{chauffage}} - T_{\text{base}}$
T° de base	-7 °C	

Le tableau ci-dessous présente les résultats du calcul thermique effectué :



¹ Le Ubât est le coefficient standardisé de déperdition statique d'un bâtiment (hors pertes liées au renouvellement d'air). Il traduit la capacité d'un bâtiment à perdre sa chaleur à travers ses parois. Il est calculé à l'échelle d'un bâtiment en pondérant la performance thermique de chaque paroi par leurs surfaces. Le Ubât moyen constaté pour les projets tertiaires neufs respectant la RT2012 est de 0,4 W/m².K (source : étude CEREMA Performance du Bâti – 2018). Il est de 0,6 W/m².K pour les projets tertiaires labellisés BBC rénovation (source Observatoire BBC, sur un panel de 370 projets à l'échelle nationale).

Eléments d'explication et d'analyse

La performance thermique du bâtiment est globalement moyenne. Les déperditions dynamiques (ou par renouvellement d'air) sont les déperditions majoritaires, représentant 57% des déperditions globales. Toutes les parois sont isolées hormis les plancher bas donnant sur les archives non chauffés. Les déperditions statiques (déperditions par les parois) représentent 43% des déperditions.

Les déperditions dynamiques sont provoquées par la ventilation mécanique installée dans tout le bâtiment. Cette ventilation est nécessaire au bon renouvellement d'air hygiénique du site. La réduction des déperditions passera par la mise en place d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur. Ce système permettra de récupérer une partie des calories de l'air extrait afin de réduire les besoins en chauffage.

Les menuiseries et les toitures terrasses ont été rénovée récemment. Les déperditions par ces deux postes ont donc été majoritairement réduites. Les postes non traités restant sont les planchers bas et les ponts thermiques. En effet, le bâtiment possède une surface importante de plancher bas non isolé donnant sur des archives non chauffés. Leur isolation permettra de réduire les besoins en chauffage.

Les ponts thermiques représentent également une part importante des déperditions du site. Le bâtiment est isolé par l'intérieur, ce type d'isolation a le désavantage de ne pas couper les ponts thermiques de refends ainsi que les ponts thermiques des planchers intermédiaires. Au vu de l'architecture du bâtiment, aucune isolation par l'extérieure n'est réalisable, le traitement des ponts thermiques est donc difficilement applicable dans le cas de du bâtiment de la UIOSS 41.

Au vu des déperditions générales du site (bâtiment principal et restauration), à savoir 815 kW pour une température extérieure à -7°C, la puissance de chauffage installée (2 x 1000 kW) est trop élevée.

6.2 Analyse des consommations énergétiques simulées

Ce modèle a été calibré par rapport à la moyenne des consommations des années 2021, 2022 et 2023 pour refléter l'état initial (avec un écart maximal admissible de $\pm 5\%$ par rapport aux consommations réelles corrigées du climat). Les coûts de l'énergie pris en compte pour la suite de l'étude seront de 0,143 €TTC /KWh pour le gaz naturel et 0,273 €TTC /KWh pour l'électricité. Ces coûts correspondent à ceux de l'année 2024.

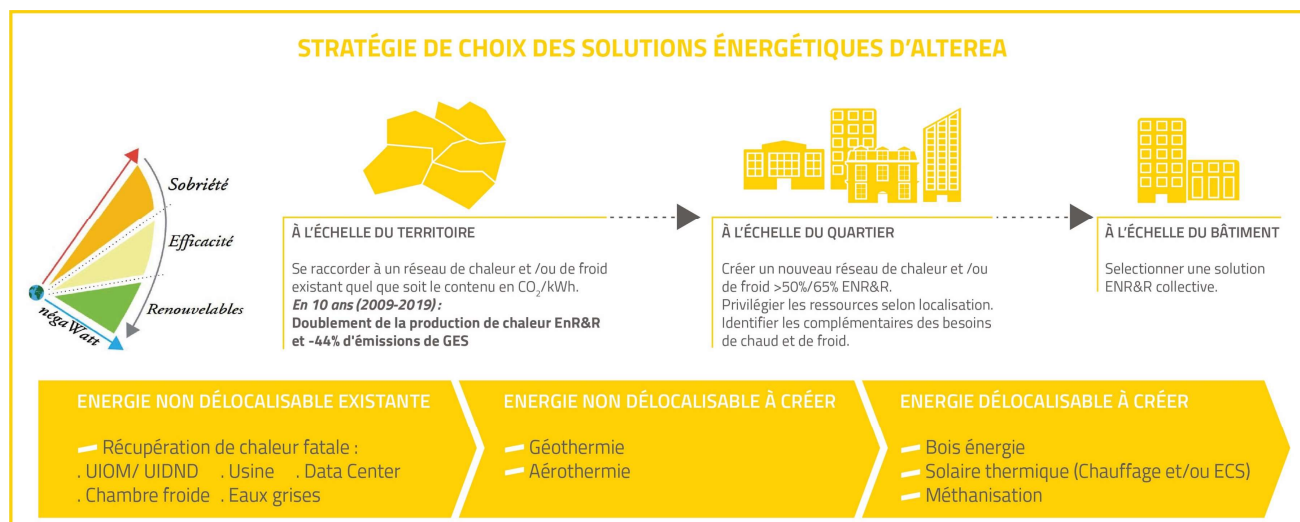
Le tableau ci-dessous présente la répartition des consommations énergétiques modélisées :

Résultats de la modélisation énergétique : répartition des consommations par poste					
Usage	Energie	kWh EF/PCI	kWh EF/PCI/m ² SDP	Kg CO ₂	€TTC
Chauffage	Gaz naturel	970 685	87	220 346	154 241
Chauffage	Electricité	17 993	2	1 421	4 913
Refroidissement	Electricité	12 767	1	817	3 486
ECS	Electricité	14 826	1	964	4 048
Auxiliaires de ventilation	Electricité	52 684	5	3 372	14 386
Auxiliaires de distribution	Electricité	15 732	1	1 007	4 296
Eclairage	Electricité	47 148	4	3 253	12 874
Spécifique	Electricité	306 436	27	19 612	83 677
TOTAL		1 438 270	129	250 791	281 922

Eléments d'explication et d'analyse
Le chauffage représente la majorité des consommations du site. La consommation de chauffage a déjà été réduite par le passé via des travaux importants réalisés sur le bâti (menuiseries et toitures terrasses). La réduction des consommations de chauffage passera par une réfection des planchers bas afin de minimiser au maximum les déperditions. Par la suite, l'optimisation des systèmes de chauffage et de ventilation permettra de réduire encore les besoins en consommation de chauffage. La part électrique d'eau chaude sanitaire est très faible étant donné que les besoins en ECS sont peu importants sur un site composé principalement de bureaux. Une part importante des consommations est allouée aux usages spécifiques. Ces consommations sont difficilement compressibles et sont classiques pour un bâtiment à usage de bureaux.

7. OPPORTUNITÉ D'INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES SUR LE SITE

La philosophie générale de mise en place d'énergies renouvelables, promue par ALTEREA, s'appuie sur la démarche Négawatt, telle que décrite avec l'infographie suivante :



Ainsi, à l'échelle d'un bâtiment, le choix d'une énergie renouvelable se priorise comme suit :

- Énergie non délocalisable existante, avec récupération de chaleur fatale d'usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM), data center, usine, eaux grises, etc
- Énergie non délocalisable à créer : géothermie et aérothermie
- Énergie délocalisable à créer : biomasse, solaire thermique et méthanisation

Par ailleurs, le décret n° 2022-666 du 26/04/2022 relatif au classement des réseaux de chaleur et de froid rend obligatoire le raccordement à un RCU classé (la quasi-totalité des RCU sont classés), pour les bâtiments situés à moins de 60 mètres du réseau existant ou de sa zone de développement prioritaire, en cas de remplacement d'un système de chauffage collectif.

Dans le cadre du présent audit énergétique, l'opportunité de mise en place d'énergies renouvelables est étudiée en première approche sommaire. Les conclusions sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

7.1. Evaluation du potentiel EnR

Evaluation du potentiel EnR	
Réseau de chaleur urbain (RCU)	
Proximité d'un réseau existant	400 m
Site situé dans une zone de développement prioritaire (ZDP)	Absence d'information
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la sous-station	72 m ²
Adéquation au besoin	Oui
Opportunité pour le site	Forte
Commentaires	Le site est actuellement proche d'un RCU. La chaufferie actuelle est adaptée au raccordement à la chaufferie principale. Quelques premières études ont permis d'avoir le coût des travaux de raccordement et le coût de l'énergie : la solution est étudiée. Il est à noter que les consommations d'un RCU sont valorisées à hauteur de 23% pour le décret tertiaire.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	72 m ²
Surface disponible au sol	1440 m ²
Adéquation du régime basse température	Bâti partiellement isolé
Ressource géothermale d'après geothermies.fr	Faible
Opportunité pour le site	Faible
Commentaires	D'après les ressources géothermales de surface sur échangeur ouvert de type nappe en Centre Val de Loire, le potentiel de récupération est faible. La mise en place d'un tel système est compliqué à mettre en place et onéreux. La solution n'est pas intéressante d'un point de vue technique. La solution n'est pas étudiée.
Aérothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	72 m ²
Surface extérieure disponible (sol, toiture)	500 m ²
Zone climatique favorable	Zone favorable
Adéquation du régime basse température	Bâti partiellement isolé
Opportunité pour le site	Modérée

Evaluation du potentiel EnR	
Commentaires	La production de chauffage existante et la situation géographique du site sont adaptées à la mise en place d'une production de chauffage aérothermique. La solution est étudiée. Il est important de préciser qu'il est préconisé de traiter tout le bâti en amont de l'installation d'une production aérothermique. Le but étant de réduire au maximum les besoins en chauffage et la puissance de la PAC.
Biomasse	
Capacité de livraison	Non envisageable
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	72 m ²
Surface disponible pour le silo	0 m ²
Adéquation au besoin	Non
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	La chaufferie principale du site est située en toiture terrasse au R+4 du bâtiment. La mise en place d'un stockage à une telle hauteur ne permettrait pas un livraison du combustible. La solution n'est pas adaptée et n'est donc pas étudiée.
Solaire photovoltaïque	
Type de toiture/de pan envisagé	Terrasse accessible
Orientation de la toiture/du pan envisagé	Horizontale
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	Entre 0° et 15°
Masques solaires	Moyens
Surface de captage disponible	315 m ²
Puissance disponible	65 kWc
Opportunité pour le site	Forte
Commentaires	Le site est utilisé toute l'année et les surfaces de toiture sont importantes. La mise en place de panneaux photovoltaïques serait intéressante dans le cas d'une autoconsommation directe de l'électricité produite.
Eolien	
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Le site est situé dans un milieu urbain ce qui n'est pas adapté pour des installations d'éoliennes.

Nota : Ces éléments de premier niveau seront à confirmer et consolider par des études complémentaires, à réaliser en amont de l'installation d'une unité de production ENR. Elles viendront préciser les hypothèses, dimensionner les installations et fiabiliser les coûts de travaux.

7.2. Loi ApER

En 2023, la loi relative à l'Accélération de la Production d'Energies Renouvelables (ApER) a été votée.

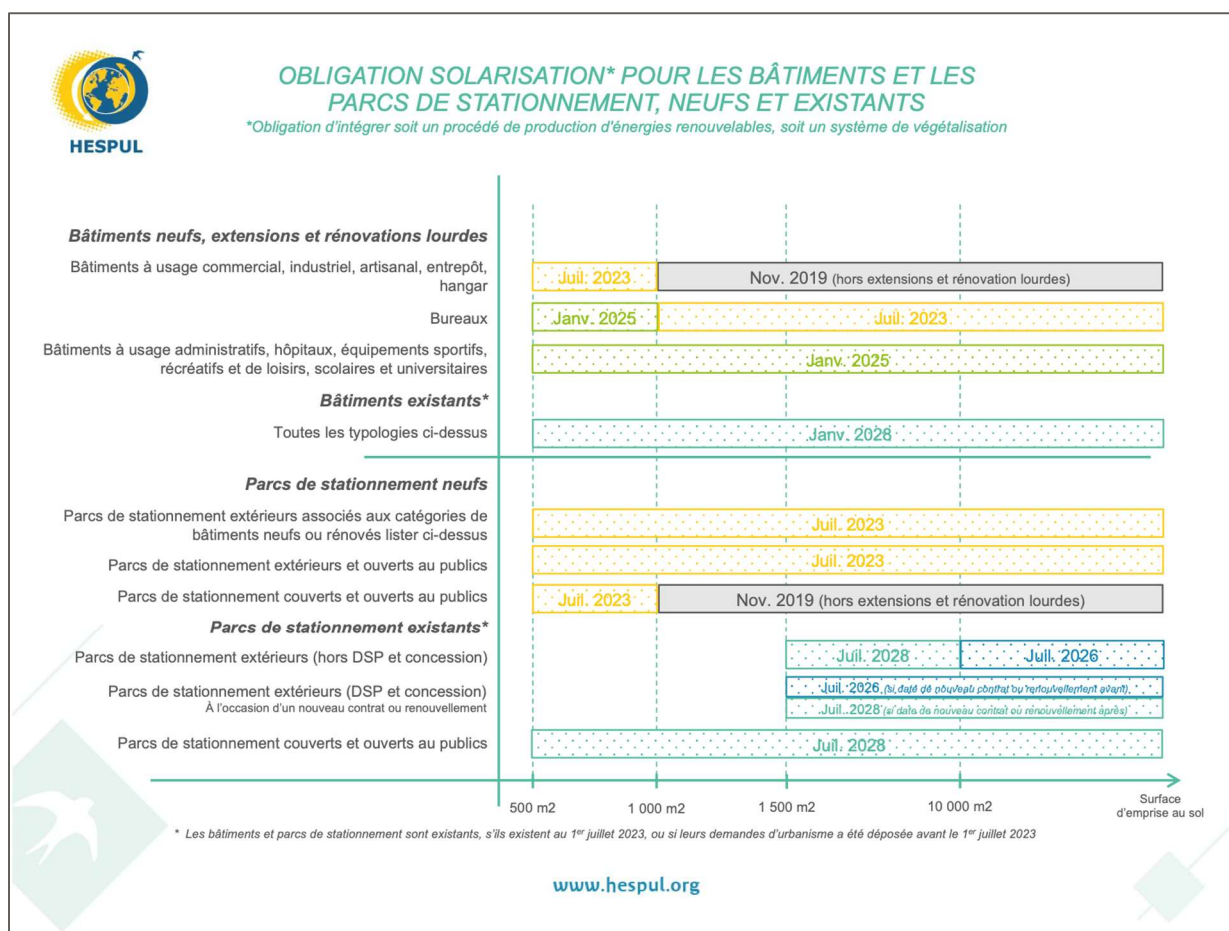
Deux mesures sont évoquées qui abaissent tous les seuils de la loi déjà votée en 2019 (climat et résilience) :

- En 2024, l'obligation d'installer des panneaux photovoltaïques sur toutes les constructions neuves, extensions ou rénovations lourdes de bâtiments de plus de 500 m² d'emprise au sol pour les bâtiments commerciaux, industriels, artisanaux, administratifs, entrepôt, santé, sport, loisirs, scolaires et parkings couverts (hors contraintes particulières de sécurité, architecturales etc...). Ce seuil reste de 1000 m² pour les bureaux en 2024 et sera abaissé à 500m² en 2025.

Une obligation similaire en **2028 pour tous les bâtiments existants** sans condition de travaux (bâtiments commerciaux, industriels, artisanaux, hangars, entrepôts, parkings couverts, bureaux, administration, hôpitaux, écoles, bâtiments sportifs) de plus de 500m² d'emprise au sol.

- L'obligation d'installer des d'ombrières photovoltaïques sur les parcs de stationnement publics ou privés d'une surface de plus de **1500 m² sur 50% de sa surface sous peine de pénalité financière dès 2026. Cette obligation concernera donc le parc de stationnement de la UIOSS 41.**

Un décret d'application devrait publier sous peu afin d'éclaircir les mesures.



8. PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES

Les préconisations d'amélioration des performances énergétiques et thermiques visent dans un cadre général plusieurs finalités :

- Assurer la conformité et la pérennité du bâtiment
- Améliorer le confort des occupants
- Optimiser le fonctionnement des équipements
- Réduire les consommations d'énergie
- Mettre en place une solution d'énergie renouvelable

Les préconisations proposées pour le site étudié sont présentées dans le tableau ci-après, de manière synthétique. Des indicateurs énergétiques et économiques sont associés à chacune d'entre elles (gains sur les consommations, économies sur les dépenses d'énergie, ...). Le scénario de travaux auquel est rattaché chaque intervention est également indiqué.

Elles font par ailleurs l'objet d'une description plus détaillée, notamment concernant les caractéristiques techniques et les points de vigilance pour la mise en œuvre des matériaux / équipements. Ces fiches préconisations sont présentées en annexe de ce rapport.

Les préconisations sont classifiées en 6 catégories :

ACTIONS REGLEMENTAIRES
ACTIONS URGENTES
ACTIONS DE PILOTAGE
TRAVAUX SUR LE BATI
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES
ENERGIES RENOUVELABLES

Les « **ACTIONS REGLEMENTAIRES** » 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 DE PILOTAGE** » portent sur l'entretien des systèmes énergétiques et de équipements de ventilation : optimisation et pilotage des systèmes, nettoyage des bouches de ventilation, remplacement des filtres, etc.

Les « **TRAVAUX SUR LE BATI** » 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 SYSTEMES** » pointent les préconisations relatives aux systèmes de chauffage, ventilation, éclairage, ...

Les « **ENERGIES RENOUVELABLES** » concernent la production ENR : géothermie, biomasse, solaire thermique ou photovoltaïque, ...

			INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE				INDICATEURS ECONOMIQUES			INDICATEURS FINANCIERS	SCENARIOS					
			Economie annuelle		CO ₂ évité		Coût des travaux	Valorisation	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles)							
			Énergie FINALE		annuellement						Ecart à l'état initial	Retour sur investissement	SC1	SC2	SC3	SC4
kWh EF/PCI		%		kgco2	%	€HT	€	€TTC	années							
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise d'une GTC, de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire du chauffage	256 880	17,9%	57 017	23%	96 000	0	41 773	2	X		X	X	X	X
	2	Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	161 416	11,2%	33 676	13%	0	0	27 724	0	X		X	X	X	X
	3	Mise en place de sous-compteurs	0	0,0%	0	0%	23 000	0	0	-	X		X	X	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Isolation par l'intérieur des murs non isolés (escaliers et circulation centrale)	109 768	7,6%	24 625	10%	159 000	13 478	17 663	8	X		X	X	X	X
	5	Reprise isolation des murs de la CAF	7 225	0,5%	1 637	1%	111 000	9 379	1 150	>30						
	6	Reprise isolation des murs de la CPAM	17 117	1,2%	3 812	2%	217 000	18 383	2 774	>30						
	7	Reprise isolation des murs de la URSSAF	5 429	0,4%	1 224	0%	90 000	7 656	869	>30						
	8	Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil	1 257	0,1%	283	0%	31 000	2 039	202	>30	X		X	X	X	X

			INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE				INDICATEURS ECONOMIQUES			INDICATEURS FINANCIERS	SCENARIOS						
			Economie annuelle		CO ₂ évité		Coût des travaux	Valorisation	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles)		SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	
			Énergie FINALE		annuellement												Retour sur investissement
			kWh EF/PCI	%	kgco ₂	%											
			€HT	CEE	€	€TTC											
	9	Isolation des planchers bas sur archives	43 905	3,1%	9 579	4%	232 000	58 383	7 253	21	X		X	X	X	X	
	10	Isolation du plancher de la salle du conseil	18 542	1,3%	4 140	2%	9 000	3 407	2 994	3	X		X	X	X	X	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Remplacement des chaudières gaz actuelles par des chaudières gaz à condensation ²	111 313	7,7%	25 593	10%	88 000	25 454	17 439	5					X		
	12	Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables	9 170	0,6%	587	0%	22 000	155	2 504	8	X		X	X	X	X	
	13	Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	97 934	6,8%	25 015	10%	704 000	17 515	14 249	28	X		X	X	X	X	

² La production de chauffage étant utilisée pour le bâtiment principal et le bâtiment restauration, le prix de l'intervention a été réparti au prorata de la surface chauffée. Coût total de l'intervention : 93 000€HT

			INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE				INDICATEURS ECONOMIQUES			INDICATEURS FINANCIERS	SCENARIOS					
			Economie annuelle		CO ₂ évité		Coût des travaux	Valorisation	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles)		SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
			kWh EF/PCI	%	kgco2	%	€HT	€	€TTC	années						
	14	Refection complète de la ventilation de l'aile URSSAF avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	-10 527	-0,7%	-566	0%	214 000	5 303	-2 370	>30	X		X	X	X	X
	15	Optimisation de l'éclairage de la CPAM	1 473	0,1%	-281	0%	116 000	4 161	679	>30					X	X
	16	Mise en place de PAC air/eau (30% de la puissance totale) couvrant 50% des besoins de chauffage ³	349 880	24,3%	107 056	43%	228 000	24 818	32 821	6					X	
ENERGIES	17	Raccordement au RCU de la ville ⁴	60 615	4,2%	201 155	80%	307 000	26 488	74 131	4				X		X

³ La production de chauffage étant utilisée pour le bâtiment principal et le bâtiment restauration, le prix de l'intervention a été réparti au prorata de la surface chauffée. Coût total de l'intervention : 242 000€HT

⁴ La production de chauffage étant utilisée pour le bâtiment principal et le bâtiment restauration, le prix de l'intervention a été réparti au prorata de la surface chauffée. Coût total de l'intervention : 326 000€HT

			INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE				INDICATEURS ECONOMIQUES			INDICATEURS FINANCIERS	SCENARIOS					
			Economie annuelle		CO ₂ évité		Coût des travaux	Valorisation	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles)		SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
			kWh EF/PCI	%	kgCO ₂	%	€HT	CEE €	Ecart à l'état initial €TTC	années						
18	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation	43 224	3,0%	2 766	1%	100 000	0	10 553	8					X	X	

8.1.1. Mise en œuvre de matériaux biosourcés ou géosourcés

Un matériau biosourcé est issu partiellement ou totalement de la biomasse d'origine végétale ou animale.

Les matériaux biosourcés couvrent aujourd'hui une large gamme de produits et trouvent de multiples applications dans le domaine du bâtiment, de la construction et de la rénovation, en tant qu'isolants, mortiers, bétons, panneaux, matériaux composites ou encore dans la chimie du bâtiment (colles, adjuvants, peintures, etc.).

Les matériaux biosourcés disposent de nombreuses propriétés qui en font des matériaux de choix. D'un point de vue déphasage ou isolation phonique et thermique, ils peuvent être plus performants que des matériaux synthétiques ou chimiques.

De même, ils peuvent être utilisés lors d'opérations de rénovation du bâti ancien puisqu'ils laissent davantage respirer les murs. Ils apportent ainsi un meilleur confort et une qualité de l'air supérieure.

Aujourd'hui, les expérimentations au niveau des matériaux biosourcés sont nombreuses, certaines sont novatrices, d'autres sont admises dans la construction courante. De nombreuses maîtrises d'œuvres sont compétentes et opérationnelles.

Les matériaux biosourcés les plus répandus sont détaillés (filière, disponibilité, usage, avantages/inconvénients) en annexe 11.3.

9. REDUCTION DE L'INCONFORT ESTIVAL

Le bâtiment est sujet à des périodes d'inconfort estival sur toutes les façades orientées au sud. Cet inconfort est le résultat de la combinaison de différents apports de chaleur :

- Les apports solaires
- La dissipation de chaleur des systèmes d'éclairage
- La dissipation de chaleur des équipements de bureautique
- La dissipation de chaleur par les occupants

Tous ces facteurs peuvent influencer la montée en température des locaux. Une étude de confort STD permettrait de quantifier l'impact de ces différents facteurs suivant différents critères (nombre d'heures d'inconfort, température maximales atteintes) et dans différentes zones (ex : bureaux individuel ou open-space, orientation des bureaux, performance du bâti et de la ventilation, etc.).

Il serait intéressant d'étudier plus en détails l'inconfort dans le bâtiment de la CAF 41 par le biais d'une étude de confort d'été afin d'avoir des données quantifiables à exploiter. Ainsi, il sera plus simple de cibler des interventions propices à une diminution des températures intérieures lors de grosses vagues de chaleur.

Néanmoins, pour ce type d'usage de bureau, voici une liste non exhaustive d'interventions pouvant venir réduire l'inconfort estival sur le site :

Interventions	Réduction de l'inconfort estival	Impact sur les consommations de chauffage	Cout de l'intervention
Mise en place de films solaires sur les vitrages	+	-	€
Mise en place de brasseurs d'air	++		€
Mise en place de stores extérieurs	+++		€€
Mise en place de brise soleil fixe	++	-	€€€
Mise en place d'une sur ventilation double flux avec sur-ventilation nocturne	+++	++	€€€

Une étude de confort d'été viendra confirmer l'intérêt de ces interventions tout en quantifiant l'impact réalisable et l'impact économique de chacune d'entre elles.

10. SCENARIOS DE TRAVAUX

Les préconisations d'amélioration des performances sont ensuite regroupées en scénarios de travaux (ou bouquets de travaux). Ces scénarios sont construits, d'une part en fonction des spécificités et des caractéristiques du site, et d'autre part en associant une approche technique et énergétique cohérente.

La scénarisation des travaux est prévue en fonction des exigences du FEDER, celles-ci sont explicitées ci-dessous :

- **Scénario 1 « Isolation + ventilation »** : Ce scénario correspond aux travaux sur le bâti et sur la ventilation uniquement. Il vise l'atteinte de l'étiquette B ou C mais avec la réduction des consommations d'énergie de 100 kWhEF/m² par rapport à l'état initial. Les aides financières du CRST (Contrat Régional de Solidarité Territoriale) permettent un financement de 50% du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)) et la ventilation.
- **Scénario 2 « Géothermie + Sc1 »** : Ce scénario correspond aux travaux sur le bâti, sur la ventilation et au changement du système de chauffage par une géothermie sur sonde assistée par une pompe à chaleur. Il vise l'atteinte de l'étiquette B ou C mais avec la réduction des consommations d'énergie de 100 kWhEF/m² par rapport à l'état initial. Les aides financières du CRST (Contrat Régional de Solidarité Territoriale) permettent un financement de 50% du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)) et la ventilation. De plus, le Contrat d'Objectif Territorial d'Energie Renouvelable (COT ENR) permet un financement de 45% du montant des travaux liés à la géothermie.
- **Scénario 3 « Matériaux biosourcés + Sc1 »** : Ce scénario reprend les gains du scénario 1 à la différence que le coût des interventions sur le bâti sera actualisé avec la prise en compte de la mise en place de matériaux biosourcés. Il vise l'atteinte de l'étiquette B ou C mais avec la réduction des consommations d'énergie de 100 kWhEF/m² par rapport à l'état initial. Les aides financières du CRST permettent un financement de 60% du montant des travaux (majorées de 10%) du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)).
- **Scénario 4 « Bois – énergie + Sc1 »** : Ce scénario reprend le scénario 1 et ajoute la mise en œuvre d'un système de chauffage utilisant majoritairement le bois. Il vise l'atteinte de l'étiquette B ou C mais avec la réduction des consommations d'énergie de 100 kWhEF/m² par rapport à l'état initial. Les aides financières du CRST permettent un financement de 60% du montant des travaux (majorées de 10%) du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)) et la ventilation. De plus, le COT ENR permet un financement de 45% du montant des travaux liés à la chaufferie bois plaquettes.
- **Scénario 5 « Atteinte de la classe énergétique A »** : Ce scénario vise l'atteinte de l'étiquette A. Les aides financières du CRST permettent un financement de 60% du montant des travaux (majorées de 10%) du montant des travaux sur l'enveloppe thermique (isolation et menuiseries (hors PVC)) et la ventilation. De plus, le COT ENR permet un financement de 45% du montant des travaux liés à la géothermie ou à la chaufferie bois plaquettes. L'objectif de ce scénario peut être atteint par un scénario précédent.
- **Scénario 6 « Optimum énergétique +RCU »** : Ce scénario vise une réduction maximale des consommations d'énergie en complément d'un raccordement au réseau de chaleur urbain.

Points d'attention :

- Les aides du CRST ne sont disponibles que pour les bâtiments occupés plus de 50 jours par an.
- Les aides liées aux matériaux biosourcés ne peuvent être débloqués que dans le cas où la masse de matériaux biosourcés mis en place est supérieure à 18 kg/m².
- Tout projet dont le coût total est supérieur à 500 000 € HT doit prévoir une clause d'insertion ou appel à une entreprise d'insertion représentant a minima 5% des heures travaillées
- La ventilation étant indissociable d'un projet d'isolation, la Région ne financera les travaux que s'il est prévu une ventilation adaptée des locaux

10.1. Scénario 1 : « Isolation + ventilation »

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise d'une GTC, de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire du chauffage	96 000 €HT
	2	Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	0 €HT
	3	Mise en place de sous-compteurs	23 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Isolation par l'intérieur des murs non isolés (escaliers et circulation centrale)	159 000 €HT
	5	Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil	31 000 €HT
	6	Isolation des planchers bas sur archives	232 000 €HT
	7	Isolation du plancher de la salle du conseil	9 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables	22 000 €HT
	9	Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	704 000 €HT
	10	Refection complète de la ventilation de l'aile URSSAF avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	214 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			1 490 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			133 €HT/m ²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	1 438 270	►	839 778	-42%
	kWhEF/m ² SP	129		75	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO ₂ /an	250 791	►	118 039	-53%
	kgCO ₂ /an/m ² SP	22		11	

10.2. Scénario 2 : « Géothermie + Sc1 »

D'après les ressources géothermales de surface sur échangeur ouvert de type nappe en Centre Val de Loire, le potentiel de récupération est faible. De plus, la surface de terrain disponible est faible pour mettre en place des sondes de captage. La mise en place d'un tel systèmes est compliqué à mettre en place et onéreux pour le site de la CAF 41. La solution n'est pas viable, elle n'est pas étudiée.

10.3. Scénario 3 : « Matériaux biosourcés + Sc1 »

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise d'une GTC, de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire du chauffage	96 000 €HT
	2	Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	0 €HT
	3	Mise en place de sous-compteurs	23 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Isolation par l'intérieur des murs non isolés (escaliers et circulation centrale)	173 000 €HT
	5	Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil	39 000 €HT
	6	Isolation des planchers bas sur archives	290 000 €HT
	7	Isolation du plancher de la salle du conseil	12 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables	22 000 €HT
	9	Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	704 000 €HT
	10	Refection complète de la ventilation de l'aile URSSAF avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	214 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			1 573 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			141 €/m ²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	1 438 270	►	839 778	-42%
	kWhEF/m ² SP	129		75	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO ₂ /an	250 791	►	118 039	-53%
	kgCO ₂ /an/m ² SP	22		11	

10.4. Scénario 4 : « Bois – énergie + Sc1 »

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX	
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise d'une GTC, de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire du chauffage	96 000	€HT
	2	Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	0	€HT
	3	Mise en place de sous-compteurs	23 000	€HT
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Isolation par l'intérieur des murs non isolés (escaliers et circulation centrale)	159 000	€HT
	5	Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil	31 000	€HT
	6	Isolation des planchers bas sur archives	232 000	€HT
	7	Isolation du plancher de la salle du conseil	9 000	€HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables	22 000	€HT
	9	Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	704 000	€HT
	10	Refection complète de la ventilation de l'aile URSSAF avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	214 000	€HT
EnR	11	Raccordement au RCU de la ville	307 000	€HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			1 797 000	€HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			161	€HT/m ²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	1 438 270	►	814 087	-43%
	kWhEF/m ² SP	129		73	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO ₂ /an	250 791	►	36 716	-85%
	kgCO ₂ /an/m ² SP	22		3	

10.5. Scénario 5 : « Atteinte de la classe énergétique A »

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX	
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise d'une GTC, de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire du chauffage	96 000 €HT	
	2	Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	0 €HT	
	3	Mise en place de sous-compteurs	23 000 €HT	
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Isolation par l'intérieur des murs non isolés (escaliers et circulation centrale)	159 000 €HT	
	5	Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil	31 000 €HT	
	6	Isolation des planchers bas sur archives	232 000 €HT	
	7	Isolation du plancher de la salle du conseil	9 000 €HT	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Remplacement des chaudières gaz actuelles par des chaudières gaz à condensation	88 000 €HT	
	9	Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables	22 000 €HT	
	10	Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	704 000 €HT	
	11	Refection complète de la ventilation de l'aile URSSAF avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	214 000 €HT	
	12	Optimisation de l'éclairage de la CPAM	116 000 €HT	
	13	Mise en place de PAC air/eau (30% de la puissance totale) couvrant 50% des besoins de chauffage	228 000 €HT	
EnR	14	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation	100 000 €HT	
COUTS TRAVAUX TOTAUX			2 022 000	€HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			181	€HT/m ²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	1 438 270	▶	691 324	-52%
	kWhEF/m²SP	129		62	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO2/an	250 791	▶	77 520	-69%
	kgCO2/an/m²SP	22		7	

10.6. Scénario 6 : « Optimum énergétique + RCU »

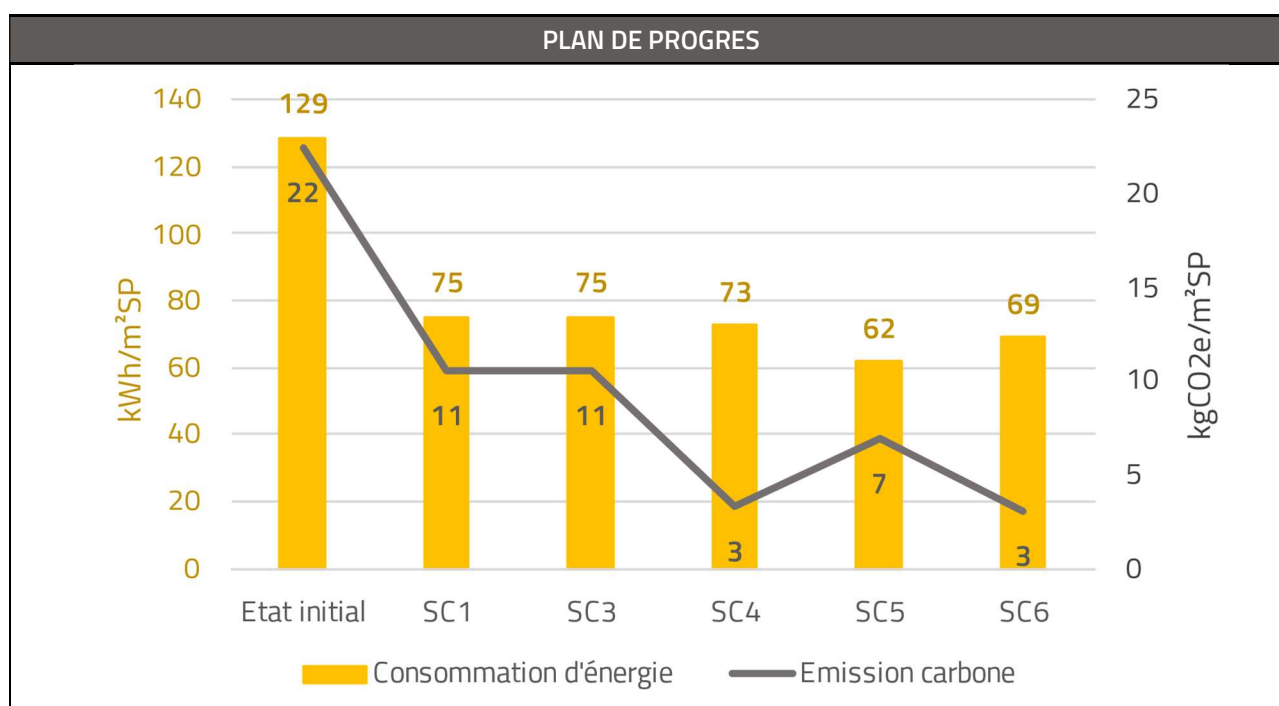
		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise d'une GTC, de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire du chauffage	96 000 €HT
	2	Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	0 €HT
	3	Mise en place de sous-compteurs	23 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Isolation par l'intérieur des murs non isolés (escaliers et circulation centrale)	159 000 €HT
	5	Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil	31 000 €HT
	6	Isolation des planchers bas sur archives	232 000 €HT
	7	Isolation du plancher de la salle du conseil	9 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables	22 000 €HT
	9	Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	704 000 €HT
	10	Refection complète de la ventilation de l'aile URSSAF avec mise en place d'une CTA double flux à récupération de chaleur	214 000 €HT
	11	Optimisation de l'éclairage de la CPAM	116 000 €HT
EnR	12	Raccordement au RCU de la ville	307 000 €HT
	13	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation	100 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			2 013 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			180 €HT/m ²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	1 438 270	▶	772 036	-46%
	kWhEF/m²SP	129		69	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO2/an	250 791	▶	33 911	-86%
	kgCO2/an/m²SP	22		3	

10.7. Analyse comparative des scénarios de travaux

CONSTITUTION DES SCENARIOS DE TRAVAUX			SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire de chauffage	X		X	X	X	X
	2	Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF	X		X	X	X	X
	3	Mise en place de sous-compteurs	X		X	X	X	X
	4	Mise en place d'une GTC	X		X	X	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	5	Isolation par l'intérieur des murs non isolés (escaliers et circulation centrale)	X		X	X	X	X
	6	Reprise isolation des murs de la CAF						
	7	Reprise isolation des murs de la CPAM						
	8	Reprise isolation des murs de la URSSAF						
	9	Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil	X		X	X	X	X
	10	Isolation des planchers bas sur archives	X		X	X	X	X
	11	Isolation du plancher de la salle du conseil	X		X	X	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Remplacement des chaudières gaz actuelles par des chaudières gaz à condensation					X	
	13	Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables	X		X	X	X	X
	14	Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM	X		X	X	X	X
	15	Refection complète de la ventilation de l'aile URSSAF	X		X	X	X	X
	16	Optimisation de l'éclairage de la CPAM					X	X
	17	Mise en place de PAC air/eau couvrant 50% des besoins de chauffage					X	
EnR	18	Raccordement au RCU de la ville				X		X
	19	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation					X	X

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE		Etat initial	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
Consommation d'énergie	kWh_{EF}/m^2_{SP}	129	75		75	73	62	69
	Ecart annuels %		-42%		-42%	-43%	-52%	-46%
Emission carbone	$kgCO_2e/m^2_{SP}$	22	11		11	3	7	3
	Ecart annuels %		-53%		-53%	-85%	-69%	-86%

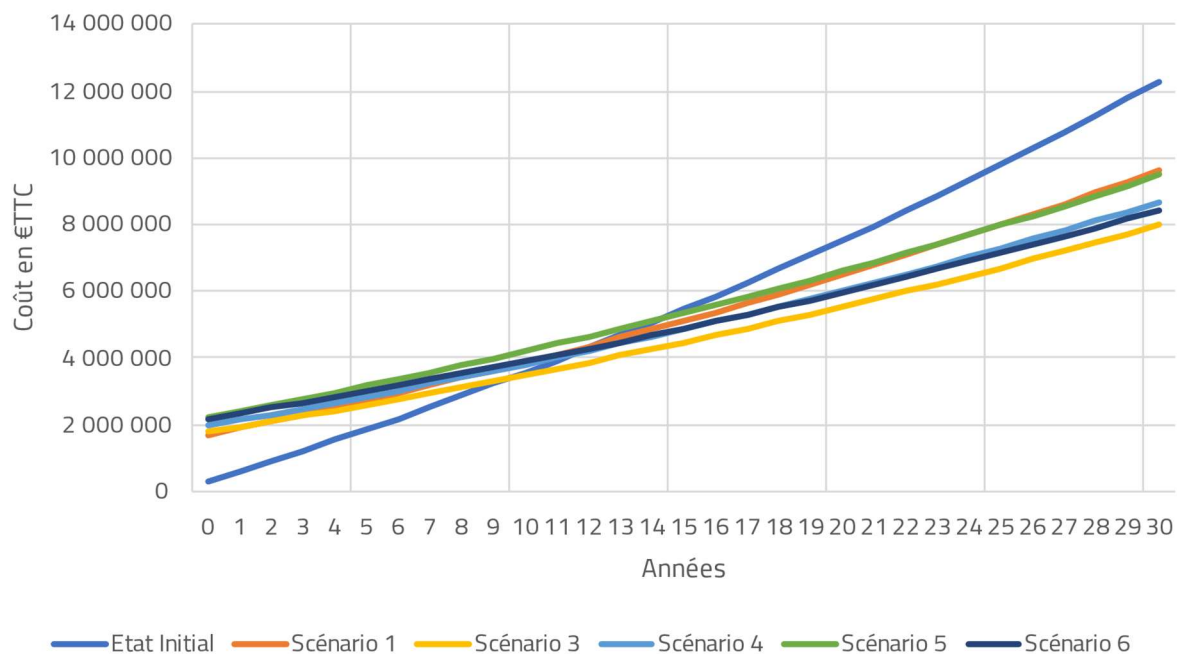


INDICATEURS ECONOMIQUES		Etat initial	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
Coûts travaux	€HT travaux	-	1 490 000		1 573 000	1 797 000	2 022 000	2 013 000
CEE mobilisables	kWh_{cumac}	-	12 535 141		12 535 141	15 846 160	19 339 217	16 366 260
	€	-	100 281		100 281	126 769	154 714	130 930
Dépenses énergie (P1)	€TTC/an	281 922	184 540		184 540	154 401	166 241	142 513
	Ecart à l'état initial %	-	35%		35%	45%	41%	49%
Dépenses maintenance (P2)	€TTC	13 180	12 020		12 020	12 020	14 730	13 270

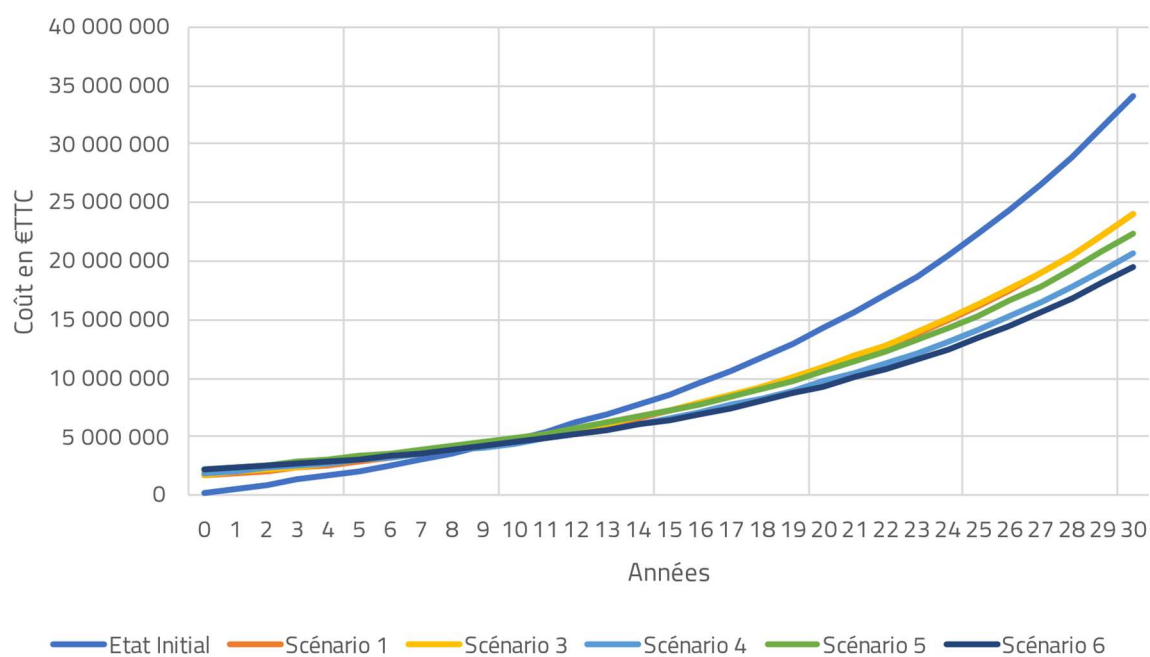
INDICATEURS FINANCIERS		Etat initial	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
Dépenses énergie (P1)	€TTC sur 30 ans	16 725 986	10 948 423		10 948 423	9 160 348	9 862 801	8 455 032
	Evolution P1 4%/an							
	€TTC sur 30 ans	51 293 923	33 575 754		33 575 754	28 092 227	30 246 454	25 929 222
	Evolution P1 10%/an							
Dépenses maintenance (P2) et renouvellement (P3)	€TTC sur 30 ans	558 561	509 401		509 401	509 401	624 249	562 375
Coût global actualisé y compris coûts travaux	€TTC sur 30 ans	12 280 455	9 633 660		9 716 660	8 671 509	9 479 111	8 425 636
	Evolution P1 4%/an							
	€TTC sur 30 ans	34 156 936	23 953 473		24 036 473	20 652 637	22 379 001	19 484 259
	Evolution P1 10%/an							
Retour sur investissement actualisé	Années	-	13		14	12	15	12
	Evolution P1 4%/an							
	Années	-	10		10	9	11	10
	Evolution P1 10%/an							

INDICATEURS D'EFFICIENCE		Etat initial	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
Coût de l'énergie économisée	€HT travaux / kWh	-	2		3	3	3	3
Coût du carbone évité	€HT travaux / kgCO2	-	11		12	8	12	9

COUT GLOBAL SUR 30 ANS, AVEC UN TAUX D'EVOLUTION DU COUT DE L'ENERGIE CLASSIQUE



COUT GLOBAL SUR 30 ANS, AVEC UN TAUX D'EVOLUTION DU COUT DE L'ENERGIE EXTREME



11. ANNEXES

11.1. Fiches descriptives des interventions

11.1.1. Intervention 1 : Mise en place de sondes de température intérieures et reprise de la régulation horaire de chauffage

Révision des paramètres de régulation du chauffage

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > La régulation actuelle ne prend pas en compte la température intérieure des différentes zones du site. La régulation n'est réalisée que sur loi d'eau avec sonde de température extérieure.
- > Amélioration de la régulation de chauffage et diminution des consommations de chauffage.
- > Réduction de l'inconfort hivernal

Mise en œuvre proposée :

- > Mise en place de sonde de température intérieure par étage et par aile du bâtiment.
- > Raccordement des sondes de températures à la régulation actuelle en chaufferie.
- > Réglage des paramètres de régulation. Le programme horaire devra correspondre à la plage d'utilisation du site.
- > Réglage des paramètres de régulation.
- > Réglage des consignes de température en régime de confort et en réduit.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Mise en place de sonde de températures
 - Raccordement à la chaufferie
 - Réglage des paramètres de la régulation

Régulation : consigne de température en confort à 19 °C
consigne de température en réduit à 15 °C

Mise en place d'une Gestion Technique Centralisée

Problématique traitée et points de vigilance

- > La mise en place d'une GTC permet de réaliser des économies d'énergie en réalisant des actions régulières de correction des paramètres de régulation.
- > **Le bâtiment de la CAF41 est assujéti au Décret BACS nécessitant l'installation d'une GTC à l'horizon 2025.**
- > L'installation d'une supervision permet également de réaliser du télérelève, qui permet de suivre et de faciliter le plan de comptage énergétique envisagé.
- > La mise en place d'une supervision permet à la maîtrise d'ouvrage d'effectuer un suivi des consommations, des paramètres de régulation et des alarmes techniques.

Mise en œuvre proposée

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

Remarques

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

Chiffrage :

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

Quantitatif : toute la surface chauffée soit 9 943 m²

11.1.2. Intervention 2 : Reprise de la régulation horaire de la ventilation de la CAF

Révision des paramètres de régulation de ventilation

Problématiques traitées et points de vigilance :

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

Mise en œuvre proposée :

- > Réglage des paramètres de régulation. Le programme horaire devra correspondre à la plage d'utilisation du site.
- > Réglage des paramètres de régulation.

Chiffrage :

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

Régulation : du lundi au vendredi de 8h00 à 18h00

11.1.3. Intervention 3 : Mise en place de sous-compteurs

Mise en place d'un plan de comptage énergétique

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarques

- > Une éventuelle mise aux normes de l'armoire électrique

Chiffrage

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

Quantitatif : 2 compteurs gaz, 5 compteurs électriques et 9 compteurs thermiques

11.1.4. Intervention 4, 5, 6 et 7 : Reprise isolation des murs par l'intérieur

Isolation Thermique par l'Intérieur

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > Dépose du doublage existant.
- > Dépose et repose après intervention des radiateurs.
- > Dépose des commandes et des coffres de volets roulants.
- > Dévoiement des réseaux électriques.
- > L'isolation par l'intérieur des murs de façade est réalisée par la mise en place de panneaux isolants sans pare-vapeur. Les panneaux sont disposés entre des tasseaux de bois et revêtus par des plaques de plâtre. **L'isolant possède un $R = 5,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.**
- > Mise en place d'un frein vapeur.
- > Mise en place des plinthes adaptées (carrelage ou bois).

Remarque

- > L'isolation par l'intérieur est difficile à mettre en œuvre dans le cas où le site est occupé.
- > La mise en place de l'isolation côté intérieur diminue la surface utile des pièces.
- > L'isolation par l'intérieur des murs en pierre entraîne une baisse de l'inertie du bâtiment et donc une montée en température plus rapide lors de la mise en route du chauffage. Cela peut cependant avoir un impact négatif sur le confort thermique en été.
- > L'isolation par l'intérieur entraîne également une augmentation des ponts thermiques, notamment au niveau des planchers intermédiaires.
- > Afin de limiter au maximum les ponts thermiques au niveau des fenêtres, le remplacement de celles-ci doit être réalisé en même temps que l'isolation par l'intérieur.
- > Une isolation par l'extérieur sur le bâtiment de la CAF 41 est trop complexe à mettre en œuvre au vu de l'architecture particulière du bâtiment.

Chiffrage

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

Un éventuel surcoût lié à la présence d'amiante

Quantitatif allèges fenêtres : 1 892 m²

Quantitatif murs non isolés : 720 m²

11.1.5. Intervention 8 : Reprise de l'isolation des rampants de la salle du conseil

Isolation des rampants de toiture

Problématiques traitées et points de vigilance :

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

Mise en œuvre proposée :

- > Mise en place d'une isolation en panneaux de laine minérale croisés. L'isolant possède un $R = 7,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- > Mise en place d'un nouveau faux plafond.
- > Mise en place d'un pare-vapeur.

Remarque :

- > Le pare-vapeur doit être positionné côté chaud.
- > Une reprise des revêtements intérieurs (murs et plafonds) sera nécessaire.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La dépose de l'isolation existante
 - La mise en place d'une isolation en panneaux de laine minérale
 - La mise en place d'une finition en plaques de plâtre
 - La mise en place d'un faux plafond
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - La reprise des revêtements intérieurs (murs, plafonds)
 - Les moyens de levage

Quantitatif : 182 m²

11.1.6. Intervention 9 : Isolation des planchers bas sur archives

Isolation des planchers bas

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Chiffrage

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

Quantitatif : 2 896 m²

11.1.7. Intervention 10 : Isolation du plancher de la salle du conseil

Isolation des planchers bas

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > Dépose des luminaires et réseaux électriques.
- > Mise en place des panneaux isolants. **L'isolant possède un $R=4,00 \text{ m}^2.K/W$.**
- > Repose des luminaires.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Dépose et repose des luminaires
 - Dépose du faux plafond existant
 - Mise en place d'un faux plafond isolé

Quantitatif : 169 m²

11.1.8. Intervention 11 : Remplacement des chaudières gaz actuelles par des chaudières gaz à condensation

Mise en place de chaudières gaz à condensation

Problématique traitée et points de vigilance

- > La performance de la production de chaleur peut être améliorée par la mise en place d'une chaudière à condensation (récupération de chaleur sur les fumées de combustion).
- > Amélioration du rendement de production de chauffage et diminution des consommations de chauffage.

Mise en œuvre proposée

- > Vidange de l'installation et dépose des chaudières actuelles.
- > Mise en place de 2 chaudières gaz à condensation de puissance unitaire de 400kW chacune.
- > Les chaudières fonctionneront en cascade. Le rendement de production est attendu supérieur à 100 %.
- > Dans le cas où des travaux d'isolation sont entrepris, la puissance devra être revue à la baisse.
- > Mise en place d'un conduit de fumée avec tubage double peau.
- > Mise en place d'un pot à boue magnétique.
- > Raccordement des chaudières à la distribution existante et remise en eau.

Remarques

- > L'évacuation des condensats devra être correctement prévue.

Chiffrage :

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - La vidange des installations
 - La dépose des chaudières actuelles et l'installation de chaudières à condensation
 - La mise en place d'un pot à boue
 - La mise en place d'un conduit de fumée
 - La remise en eau
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - Une éventuelle remise en conformité de la chaufferie
 - Un surcoût éventuel lié à la présence d'amiante

La production de chauffage étant utilisée pour le bâtiment principal et le bâtiment restauration, le prix de l'intervention a été réparti au prorata de la surface chauffée. Coût total de l'intervention : 93 000€HT

Quantitatif : 2 chaudières de 400kW unitaires soit 800kW en totalité

11.1.9. Intervention 12 : Remplacement des pompes de circulations par des pompes à débits variables

Mise en place de circulateurs 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/ou 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

Quantitatif : 12 unités

11.1.10. Intervention 13 et 14 : Refection complète de la ventilation de l'aile CPAM et URSSAF avec mise en place de CTA double flux à récupération de chaleur

Mise en place d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Les ailes CPAM et URSSAF sont ventilées majoritairement en double flux via des CTA d'extraction d'un côté et des CTA de soufflage de l'autre.
- > Les débits de ventilation sont insuffisants et la régulation à revoir.
- > 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.

Mise en œuvre proposée :

- > Dépose des centrales de ventilation et des réseaux existants.
- > 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 sont de **25 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.

Quantitatif : 1 CTA CPAM pour débit de 26 000 m³/h

1 CTA URSSAF pour débit de 8 000 m³/h

11.1.11. Intervention 15 : Optimisation de l'éclairage de la CPAM

Amélioration de la performance du système d'éclairage extérieur

Problématique traitée et points de vigilance

- > L'éclairage est composé de luminaires fluorescents de type T5 qui sont des éclairage plus énergivore que la LED.
- > Réduction des puissances absorbées et diminution des consommations de l'éclairage.

Mise en œuvre proposée

- > Remplacement des luminaires actuels par de les luminaires LED.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Mise en place de luminaires LED pour l'ensemble du système d'éclairage extérieur
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - Une éventuelle mise aux normes des armoires électriques

Quantitatif : 2 972 m²

11.1.12. Intervention 16 : Raccordement au RCU de la ville

Raccordement de la chaufferie à un réseau de chaleur

Problématique traitée et points de vigilance

- > Un réseau de chaleur passe à proximité du site.
- > Le développement des réseaux de chaleur urbain entraîne la centralisation de la production de chaleur et l'utilisation de systèmes performants, entretenus et surveillés, mais aussi la mobilisation de gisements d'énergie renouvelable plus difficile à exploiter à l'échelle du site : géothermie, bois, incinération.

Mise en œuvre proposée

- > Le dimensionnement et le chiffrage de l'installation sont basés sur l'étude de raccordement au RCU du site de la CAF 41. Cette étude a été réalisée en 2023.
- > Cette solution prend en compte le raccordement du site par le concessionnaire du réseau de chaleur
- > Vidange des réseaux.
- > Dépose de la chaudière actuelle afin de placer un échangeur.
- > Mise en place d'un échangeur.
- > Raccordement de l'échangeur au réseau de distribution.
- > Mise en place d'une armoire électrique permettant la régulation du primaire.

Remarques

- > Dans la majorité des cas, le coût de raccordement est à la charge du concessionnaire, afin d'inciter les grands sites au raccordement.
- > Les réels coûts de l'utilisateur seront la mise en conformité de la chaufferie, l'éventuelle création du réseau inter bâtiments et la mise en place d'un échangeur.
- > La puissance de l'échangeur devra être revue à la baisse si la performance du bâti est améliorée.
- > Un nouveau contrat d'exploitation est à prévoir, en réduisant fortement les coûts du contrat P2.

Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 - Raccordement au réseau de chaleur, création du réseau primaire enterré
 - Mise en place d'un échangeur thermique
 - Mise en place d'un régulateur
- > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes :
 - Mise en conformité du local chaufferie

La production de chauffage étant utilisée pour le bâtiment principal et le bâtiment restauration, le prix de l'intervention a été réparti au prorata de la surface chauffée. Coût total de l'intervention : 326 000€HT

11.1.13. Intervention 17 : Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation

Mise en place d'une installation solaire photovoltaïque

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place de panneaux photovoltaïques polycristallins.
- > Mise en place d'un local ventilé permettant d'accueillir les onduleurs.
- > Raccordement au réseau de distribution électrique.

Remarques

- > La faisabilité de cette intervention pourrait être compromise si le bâtiment est classé ou situé à proximité d'un bâtiment classé.
- > Le site est utilisé en été, il est envisageable de créer une installation en autoconsommation. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de raccorder l'installation au réseau de distribution électrique.
- > Une attention particulière devra être portée à l'espace entre les panneaux.
- > Un surcoût de maintenance est à prévoir.
- > Une étude structure devra être réalisée au préalable afin d'assurer la capacité de la toiture à accueillir de panneaux solaires photovoltaïques.

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

L'intervention reste une estimation des gains et des réductions des consommations électriques. Une étude de faisabilité de déploiement de panneaux photovoltaïques traitera plus en détails de la faisabilité énergétique, économique, technique et réglementaire.

Quantitatif : 320 m² de panneaux solaire photovoltaïques, soit 65kWc installés

11.1.14. Intervention 18 : Mise en place de PAC air/eau couvrant 50% des besoins de chauffage

Ajout de pompes à chaleur air/eau en complément des chaudières gaz

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

- > Déterminer la puissance chaude nécessaire au bâtiment ainsi que les températures d'eau chaude nécessaire
- > Mise en place de bloc PAC air eau en toiture terrasse à côté de la chaufferie d'une puissance totale de 280 kW (environ 30% de la puissance totale nécessaire) afin de couvrir 50% de la consommation de chauffage.
- > Branchement de la PAC sur la distribution hydraulique
- > Mise en place d'une régulation avec basculement de la production de chauffage sur les chaudières gaz si la température extérieure descend sous les 2 °C.
- > Équilibrage, tests de bon fonctionnement

Remarques

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

La production de chauffage étant utilisée pour le bâtiment principal et le bâtiment restauration, le prix de l'intervention a été réparti au prorata de la surface chauffée. Coût total de l'intervention : 242 000€HT

Quantitatif : 4 PAC air/eau de puissance unitaire de 70kW, soit au total 280kW

11.2. Détails des résultats de l'étude

11.2.1. Consommation en énergie primaire

Ce chapitre présente les consommations énergétiques d'énergie primaire simulées dans le cadre de l'étude. Pour rappel, la consommation en énergie primaire correspond à l'énergie totale extraite de l'environnement pour répondre à un besoin final. Cette énergie prend notamment en compte l'énergie nécessaire à l'extraction, les rendements de production, de transport et de distribution jusqu'au point final de livraison. La conversion entre énergie finale (énergie consommée au point de livraison) et l'énergie primaire est réalisée par application de coefficients de conversion propres à chaque vecteur énergétique. Ces coefficients sont fixés par la réglementation française, et plusieurs réglementations coexistent à ce jour. Dans le cadre de cette étude, les coefficients appliqués sont ceux issus de la réglementation DPE, datant de l'année 2021.

Consommations primaires	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Consommation brute annuelle [kWh _{EP} .an]	2 046 131	1 421 644		1 421 644	1 396 122	1 420 149	1 296 559
Consommation surfacique annuelle [kWh _{EP} .m ² _{SHON} .an]	166	116		116	114	108	105
Ecart par rapport à l'état initial [%]	-	-31%		-31%	-32%	-35%	-37%

Commentaires

Les valeurs présentées sont exprimées en énergie primaire (selon les coefficients de conversion associés à la réglementation thermique des bâtiments existants) par unité de surface de plancher. Ces données diffèrent donc des données réelles issues des factures, des données simulées dans le cadre de cette étude, ou des données du DPE officiel, exprimées dans des unités différentes.

11.3. Matériaux biosourcés

11.3.1. Le bois

Le bois provient de deux grandes catégories d'arbres, les résineux et les feuillus. Les premiers ont une croissance rapide et sont disponibles en grande quantité mais plus fragiles, tandis que les seconds sont plus résistants mais à croissance plus lente.



Filières	C'est la filière la plus mature et la plus en mesure de répondre aux besoins du marché. L'État soutient son développement pour augmenter l'utilisation du bois.
Disponibilité en métropole parisienne	En Île-de-France, les forêts représentent 21 % de la superficie du territoire et 70 % appartiennent à des propriétaires privés. Une part importante d'entre elles est gérée durablement puisque 40 % des forêts de la région sont certifiées PEFC, proportion supérieure à la moyenne nationale (35 %). 2 500 entreprises et structures sont intégrées à la filière bois qui est pourtant en décroissance depuis les années 1990. Le volume de bois exploité et commercialisé en Île-de-France est inférieur au rythme de croissance annuel des arbres. Il ne représente que 30 % des volumes collectés et 20 % sont exportés. Le volume du bois d'œuvre produit a diminué de 35 % depuis les années 1990. Ce phénomène est dû à la disparition des scieries sur le territoire, ce qui a déconnecté l'amont et l'aval de la filière. Le bois entre également en concurrence avec la chasse, certains propriétaires forestiers préférant louer leur parcelle à ce secteur plutôt que de les exploiter. Enfin, il y a une inadéquation entre la demande (essences résineuses) et l'offre : 90 % des forêts d'Île-de-France sont composées d'essences feuillues. L'Île-de-France ne possède pas de site de production de laine de bois. En conséquence la totalité de ces produits est importée de sites de production implantés dans d'autres régions.
Usage	- Béton de bois, fabriqué à 80 % de sciure de bois et à 20 % de ciment (qui permet une plus grande solidité et résistance) - Isolation : le bois est transformé en laine ou en fibre - Menuiserie : brut, en planche ou recomposé - Bardage : brut, en planche ou recomposé

Avantages, inconvénients	<u>Avantages :</u> - Ressource souvent locale - Délais de production et de mise en œuvre relativement courts - Facile à stocker car de faible densité <u>Inconvénients :</u> Les inconvénients ne sont pas listés ici car dépendant de l'usage du bois dans le bâtiment.
--	---

11.3.2. Le chanvre

Le chanvre est une plante annuelle à haute tige, cultivée pour ses fibres aux multiples débouchées. Presque l'entièreté de la plante peut être utilisée dans le bâtiment : la tige, ses fibres et sa paille.



Filières	La France est le premier cultivateur de chanvre d'Europe et le second producteur mondial après la Chine. Les six chanvrières françaises permettraient de produire 100 000 tonnes de paille, dont 40 000 tonnes de granulats (chènevotte).
Disponibilité en métropole parisienne	En Ile-de-France, des agriculteurs ont lancé la production et se structurent en filière, dénommée « Planète Chanvre », sur le nord de la Seine et Marne.
Usage	- Béton et mortier sous forme d'enduit et de bloc à façonner (granulats de chanvre mélangés à des liants) - Isolation thermique et/ou phonique, sous forme de laine et granulats - Enduits intérieurs ou extérieurs, reprises murales avec liant à la chaux

Avantages, inconvénients	<u>Avantages :</u> - Le chanvre est une plante à croissance rapide et annuelle, ce qui en fait une ressource facilement renouvelable - Bonne régulation de l'humidité et de la température : particulièrement adapté à la rénovation - Déphasage thermique élevé de 8 h environ, dû à une forte inertie - Très léger : un m³ de béton de chanvre pèse 6 fois moins que le béton armé - Très résistant : durée de vie théorique de 100 ans - Résistance aux rongeurs : par la nature irritante de ses fibres, les rongeurs et parasites sont repoussés par l'isolation en chanvre <u>Inconvénients :</u> - Risque d'apparition de moisissures et de ponts thermiques dans les ouvrages si la pose des isolants est non jointive. - Non résistant à la compression. Nécessite des éléments chimiques supplémentaires pour renforcer l'intégrité structurelle des panneaux de laine de chanvre
---------------------------------	---

11.3.3. Le liège

Le liège est un matériau fourni par l'écorce de certains arbres (notamment le chêne-liège). Il existe deux types de liège : le liège femelle, utilisé dans la fabrication des bouchons, et le liège mâle, utilisé comme matériau d'isolation.



Filières	La filière d'approvisionnement française est peu développée. Le Portugal et l'Espagne représentent plus de 80 % de la production mondiale de liège.
Disponibilité en métropole parisienne	Il n'y a pas de production de liège en Ile-de-France et aucune usine de fabrication de produits intégrant du liège n'est présent en Ile-de-France
Usage	- En vrac : utilisé en isolant entre les parements pour les combles ou les dalles, principalement en ITI - En béton autoporteur isolant : utilisé en substitut au granulats dans le béton, permet de rendre le béton léger et isolant - Revêtement de sol : parquet

Avantages, inconvénients	<u>Avantages :</u> - Très bonne performance d'isolation thermique par rapport à son épaisseur - Excellent isolant acoustique (-30dB pour 3 cm d'épaisseurs) et propriétés anti-vibration - Matériau très léger - Très résistant à la compression <u>Inconvénients :</u> - Ressource non renouvelable à court terme (reconstitution très lente de l'écorce du chêne-liège) - Selon la mise en œuvre, les poussières des fibres peuvent provoquer une irritation des parties supérieures des voies respiratoires
--	--

11.3.4. La paille

La paille est un isolant d'origine végétale, provenant de la tige de certaines céréales graminées cultivées notamment dans un but alimentaire.

Les chantiers paille doivent être anticipés et un contact doit être pris avec le producteur dès le début du projet (si possible paille non traitée). La paille doit être récoltée environ un an à l'avance avec une attention toute particulière à apporter au tri de la paille et aux conditions de stockage.



Filières	Jusqu'alors, la paille était essentiellement utilisée pour de l'auto-construction et pour des chantiers participatifs. Aujourd'hui, de plus en plus de professionnels y ont recours, incités par la parution de règles professionnelles. Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) estime que 280 tonnes de paille ont été utilisées dans la construction en Île-de-France en 2016 et 4 600 à l'échelle nationale. La production française permettrait de construire 300 000 bâtiments, soit la totalité des bâtiments construits en France chaque année.
Disponibilité en métropole parisienne	La construction paille en Île-de-France est portée par le Collect'IF Paille. Cette association vise à promouvoir et de démocratiser l'emploi de la paille dans la construction à l'échelle régionale, en raison de la pertinence du matériau sur les questions de qualités environnementales, sociales, économiques et sanitaires du bâti francilien. 7 constructions ou rénovation en paille ont été réalisées en Seine-Saint-Denis, principalement du logement individuel et des ERP.
Usage	- ITE paille - Préfabrication de panneaux de bois remplissage paille - Botte de paille autoporteuse, pour construire des murs autoporteurs ou pour le remplissage d'une structure porteuse en bois - Torchis, enduit intérieur

Avantages, inconvénients	<u>Avantages :</u> - La paille ne dégage aucune substance nocive et permet de faire respirer les murs. Moins d'humidité et de moisissures sont observées dans les vieux bâtiments isolés en paille - Isolant économique - Pas de concurrence avec le marché de l'alimentation, car la tige des graminées n'est pas utilisée dans ce cadre <u>Inconvénients :</u> - La main d'œuvre qualifiée est encore rare et les techniques de pose demandent plus de temps qu'un isolant usuel - Des contrôles d'humidité doivent être réalisés lors de la pose de la paille. Au-delà de 20% d'humidité lors de la pose ou du stockage, l'imputrescibilité n'est plus garantie.
---------------------------------	--

11.3.5. La ouate de cellulose

La ouate de cellulose est un isolant d'origine végétale, fabriquée à partir de journaux ou cartons recyclés défibrés avec ajout d'adjuvant (entre 5 à 10 % de la constitution finale du produit).



Filières	La ouate de cellulose représente aujourd'hui seulement 5 % du marché français de l'isolation. Les fabricants s'approvisionnent dans un rayon de 20 à 500 km en France et en Espagne du nord. Sept usines de production existent en France. En 2016, le gisement de papier et de carton français était estimé à 8 millions de tonnes, mais la ressource en papier est peu durable sur le long terme. La même année, 35 000 tonnes de cellulose en vrac et 1 500 tonnes de panneaux ont été produits. Le France comprend 7 unités de fabrication dont 5 de production en vrac et 3 de panneaux semi-rigides chanvre-ouate ou fibres textiles/ouates. En plus de ces usines nationales, plusieurs fabricants européens distribuent une partie de leur production en France.
Disponibilité en métropole parisienne	L'Île-de-France ne possède pas de site de production de ouate de cellulose. En conséquence la totalité de ces produits est importée de sites de production implantés dans d'autres régions. De nombreuses entreprises sont formées pour poser de la ouate de cellulose en Ile-de-France.

Usage	Isolation idéale pour pose en toiture, combles, sous-pentes et murs : - Projection humide - Insufflation sous pression - Soufflage à l'air libre - Panneaux semi-rigides
Avantages, inconvénients	<u>Avantages :</u> - Hautes performances thermiques : capacité thermique 6 fois supérieure aux isolants classiques ; - Excellentes performances acoustiques ; - Capacité de capter jusqu'à 30% d'humidité par rapport à son poids sans se dégrader, ni pourrir. - Perméance à la vapeur d'eau supérieure à la laine de verre - Aucun risque pour la santé connu ou prévisible (dans les conditions normales d'utilisation) <u>Inconvénients :</u> - Présence de sel de bore, un adjuvant potentiellement dangereux (mais pas d'émissions de composants organiques volatiles) - Disponibilité de la ressource papier menacée sur le long terme.

11.3.6. La laine de coton

La laine de coton est fabriquée à partir de textiles en laine de coton recyclés issus de déchets de coupes industrielles et de chaussures et vêtements usagés professionnels et particuliers. Ces fibres sont thermoliées avec jusqu'à 25% de polyester.



Filières	La laine de coton utilisée pour l'isolation provient majoritairement du recyclage de textiles. Plusieurs gisements de tissus existent : vêtements usagés des ménages et des professionnels, chutes de l'industrie textile et déchets d'ameublement. Ils sont récoltés par des entreprises du secteur privé traditionnel ou de l'Économie Sociale et Solidaire, comme Le Relais, premier fabricant français d'isolant à base de textile recyclé. Le volume total d'isolant fabriqué en France à base de textile recyclé est estimé entre 2 000 et 3 000 tonnes par an.
Disponibilité en métropole parisienne	Aucune information n'a été trouvée à ce sujet dans la littérature disponible.

Usage	Isolation thermique et phonique : - Panneaux semi-rigides et rouleaux : isolation des murs, rampants, planchers - En vrac : à souffler dans les combles perdus et inaccessibles
Avantages, inconvénients	<u>Avantages :</u> - La laine de coton repousse les acariens, moisissures, champignons et autres insectes et rongeurs - La laine de coton est un matériau très léger pouvant être utilisé comme isolant au plafond - La texture du coton lui permet de s'infiltrer dans chaque interstice et ainsi réduire les ponts thermiques - Contrairement à la laine de verre, la laine de coton n'est pas sensible à l'humidité - La laine de coton est respirante et assure la régulation hygrométrique de l'habitat <u>Inconvénients :</u> - Certains isolants en coton recyclés sont traités avec des produits polluants réduisant ses avantages écologiques - Risque de tassement en pose verticale - La culture de la fibre de coton vierge, en amont, est la plus produite au monde et aussi la plus polluante

11.4. Méthodologie d'étude

11.4.1. Déroulé de la prestation

L'audit énergétique se décompose en 4 étapes distinctes et successives détaillées ci-dessous

1. Compréhension du besoin, collecte documentaire et visite de site

- Réunion de lancement pour déterminer les enjeux, les besoins et les contraintes MOA
- Récupération des données d'entrées nécessaire à la réalisation de l'étude et analyse
- Intervention sur site : interview des occupants et relevés techniques

2. Réalisation d'un état des lieux technique et énergétique

- Analyse des données récoltés
- Identifications des forces et faiblesses
- Modélisation énergétique et analyse de la performance

3. Proposition de travaux d'amélioration

- Identification et listing des travaux permettant de réduire l'empreinte énergétique et carbone
- Chiffrage des préconisations (coûts travaux, gains financiers énergétiques et carbone)
- Priorisation des travaux

4. Proposition de scénarios de travaux

- Proposition de scénarios de travaux regroupant plusieurs préconisations, construit selon les priorités d'intervention, les montants d'investissement, les objectifs à atteindre, le cycle de vie du site
- Chiffrage des scénarios, en brut et en cout global
- Comparaison des scénarios selon analyse multicritère

11.4.2. Méthodologie de simulation énergétique

L'objectif de cette étape est de construire un modèle énergétique fiable, permettant d'analyser le comportement thermique et les flux énergétiques sur le site. Par la suite, cette modélisation sert de référence pour estimer les gains énergétiques relatifs aux préconisations d'amélioration proposées.

Ce modèle prend en compte à la fois l'enveloppe du bâtiment (composition, performances et surfaces des parois, étanchéité à l'air), des systèmes (performance et régulation des équipements) et de l'utilisation du site (horaires d'ouverture, effectifs, habitudes d'utilisation des équipements). Les données d'entrée intégrées se basent sur les éléments techniques, architecturaux et fonctionnels de l'état de lieux et sur l'analyse rétrospective des consommations et des usages énergétiques. La modélisation énergétique de l'état initial du bâtiment est considérée comme fiable suite à l'étalonnage des hypothèses de simulation (par essai erreur) et si l'écart entre les consommations énergétiques réelles par fluide, corrigées du climat, et les consommations simulées en prenant compte les paramètres relevés en visite est inférieure à $\pm 5\%$.

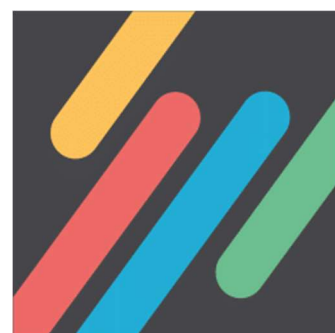
2 méthodes de modélisation énergétique coexistent :

- La simulation énergétique dynamique (SED) ;
- La Simulation Énergétique Statique (SES).

Le choix de la méthode utilisée dépend de la complexité du site (enveloppe / systèmes) et des usages constatés lors de l'intervention sur site. La méthode retenue dans le cadre de cette étude est précisée dans le corps du rapport.

Simulation Énergétique Dynamique (SED)

L'outil de SED utilisé est le logiciel Pléiades+Comfie. Il permet de modéliser numériquement le site en 3D via le modèleur. L'avantage de cet outil réside dans la finesse du calcul réalisé, prenant en compte un pas de temps de simulation de 30 minutes ou 1h. Il est notamment possible de faire varier les paramètres d'occupation et/ou de régulation, et de visualiser le comportement thermique et énergétique par zone ou à l'échelle du site sur ce même pas de temps. De plus, cet outil permet une meilleure prise en compte des données climatiques (fichier météo précis) et de l'environnement proche du site (modélisation des masques solaires...). 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.



PLEIADES

Simulation Énergétique Statique (SES)

Contrairement à la modélisation SED, cette modélisation ne s'appuie pas sur un logiciel, mais sur un outil de calcul développé en interne conformément aux règles de l'art reconnues par le COSTIC. Aucune modélisation 3D n'est réalisée, les paramètres (enveloppe / systèmes / usages) sont rentrés à la main dans l'outil. Cette méthode permet d'estimer les déperditions, les besoins et consommations énergétiques au pas de temps mensuel. Bien que moins précise que la SED, cette méthode éprouvée demeure fiable sur les bâtiments ne présentant de complexité particulière sur les aspects thermiques, d'usages et/ou techniques.

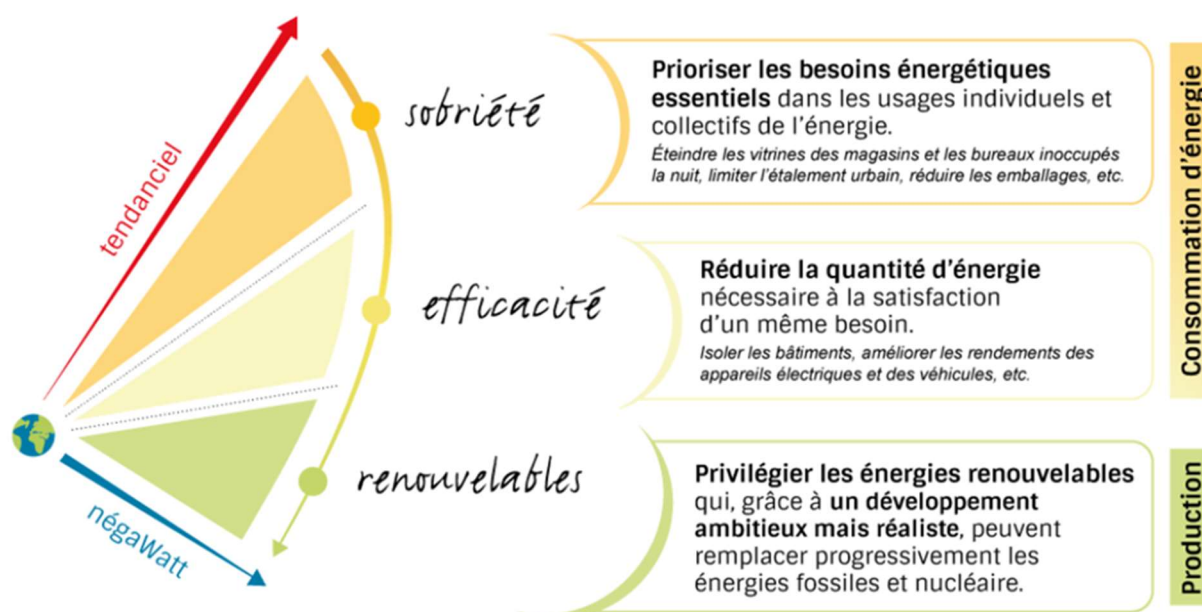
11.4.3. Stratégie d'économies d'énergie

Les principaux leviers d'amélioration proposés dans le cadre de cette étude portent sur :

- L'optimisation des systèmes existants : actions à coût faible ou nul visant à prioriser les besoins et adapter les installations existantes pour réduire les consommations (exemple adaptation des températures de consigne) ;
- Des travaux d'amélioration de l'isolation du bâtiment : action visant à réduire les besoins de chauffage et/ou de climatisation (exemple isolation des toitures) ;
- Des travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes : action visant à remplacer les systèmes énergétiques actifs par des équipements plus performants, permettant de réduire la quantité d'énergie pour un besoin identique (exemple remplacement de l'éclairage) ;

- L'intégration de systèmes à énergie renouvelable pour réduire l'empreinte énergétique et environnementale.

La démarche de priorisation et de phasage des scénarios de travaux suivie dans le cadre de cette étude reprend la philosophie de l'Association Négawatt, représentée dans le graphique ci-dessous :



11.4.4. Coefficients de conversion des énergies

Coefficients de conversion des vecteurs énergétiques

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

Énergie	Unité d'origine facturation	Facteur de conversion en kWh _{EF,PCI}
Biomasse – bois bûches	1 stère	1 680
Biomasse - Bois déchiqueté – plaquette forestière	1 kg	2,7
Biomasse – Granulés (pellets) ou briquettes	1kg	4,6
Biomasse – Déchets verts	1kg	3 à 4.2 (selon type et taux d'humidité)

Electricité	1 kWh	1
Gaz naturel réseau (méthane)	1 kWh _{PCS}	0.9
Gaz naturel liquéfié	1 kg	12,553
Gaz propane	1 kg	12,8
	1m ³	23.7
Gaz butane	1 kg	12,57
	1m ³	30,45
Fioul domestique	1 litre	9,97
Réseau de chaleur ou froid	1 kWh	1

Coefficients de conversion émissions CO2

Les émissions de gaz à effet de serre sont calculées pour chaque énergie, en application d'un facteur de conversion propres à chaque énergie. Ces facteurs de conversion sont définis dans des textes législatifs. Plusieurs réglementations énergétiques non concordantes coexistent à date de réalisation de cette étude, et sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Énergie	RT existant et cahier des charges audit Ademe ⁵	DT ⁶
	Conversion [kg _{CO2} /kWh _{EF.PCI}]	Conversion [kg _{CO2} /kWh _{EF.PCI}]
Gaz naturel-Tous	0,227	0,227
Gaz Propane	0,272	0,272
Fioul-Tous	0,324	0,324
Bois-Tous	Selon type de bois - 0,024 à 0,03	Selon type de bois - 0,024 à 0,03
Electricité-Tous usages (sauf Chauffage, Refroidissement, ECS, Eclairage)	0,064	0,064
Electricité-Chauffage	0,079	0,064
Electricité-Refroidissement	0,064	0,064
Electricité-ECS	0,065	0,064
Réseau urbain chaud-Tous	Selon le réseau - cf arrêtés	Selon le réseau - cf arrêtés
Réseau urbain froid-Tous	Selon le réseau - cf arrêtés	Selon le réseau - cf arrêtés
Electricité-PV	0,064 (hors autoconso)	0,064
Electricité-Eclairage	0,069	0,064

⁵ Arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments ou parties de bâtiment autres que d'habitation existants proposés à la vente en France métropolitaine.

⁶ Arrêté du 13 avril 2022 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire.

En ce qui concerne les réseaux de chaleur, l'arrêté du 12 octobre 2020 modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006 donne les valeurs à prendre en compte.

Coefficients de conversion 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 prend en considération les pertes lors du transport, l'énergie nécessaire à l'extraction ou à la transformation de celle-ci, ou à la production (dans le cas de l'électricité par exemple). Ces facteurs de conversion sont définis dans des textes législatifs. Plusieurs réglementations énergétiques non concordantes coexistent à date de réalisation de cette étude.

Énergie	RT existant et cahier des charges audit Ademe ⁷	DT ⁸
	Conversion [kWh _{EP} /kWh _{EF.PCI}]	Conversion [kWh _{EP} /kWh _{EF.PCI}]
Gaz naturel-Tous	1	1
Fioul-Tous	1	1
Bois-Tous	1	0,6
Electricité hors PV	2,3	2,3
Réseau urbain chaud-Tous	1	1
Réseau urbain froid-Tous	1	1
Electricité-PV	2,3 (hors autoconso)	2,3
Electricité-Eclairage	2,3	2,3

⁷ Arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments ou parties de bâtiment autres que d'habitation existants proposés à la vente en France métropolitaine.

⁸ Arrêté du 13 avril 2022 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire.

11.5. Aide à la compréhension de l'étude

11.5.1. Lexique

Généralités :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Maitrise d'Ouvrage	MOA	-	Le Maître d'Ouvrage est la personne physique ou morale pour qui est réalisé le projet. Elle est l'entité porteuse d'un besoin, définissant l'objectif d'un projet, son calendrier et le budget consacré à ce projet. Le résultat attendu du projet est la réalisation d'un produit, appelé ouvrage
Maitrise d'Œuvre	MOE	-	Le maître d'œuvre est la personne physique ou morale choisie par le maître d'ouvrage pour la conduite opérationnelle des travaux en matière de coûts, de délais et de choix techniques, le tout conformément à un contrat et un cahier des charges. Un maître d'œuvre ne peut pas effectuer de travaux.
Assistance à Maitrise d'Ouvrage	AMO	-	L'assistant à maîtrise d'ouvrage est la personne physique ou morale choisie par le maître d'ouvrage pour apporter un conseil et contribuer à la définition des besoins, à la vérification de leur prise en compte et à l'accompagnement des utilisateurs, dans le cadre de projets

Energétique :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Energie	E	kWh	Grandeur physique, mesurant de la capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, un rayonnement ou de la chaleur
Puissance	P	kW	Grandeur physique mesurant la quantité d'énergie par unité de temps fournie par un système.
Energie finale	EF	kWhEF	L'énergie finale est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale
Energie primaire	EP	kWhEP	Une source d'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être utilisable et transportable facilement
Pouvoir calorifique supérieur	PCS		Le pouvoir calorifique supérieur est une propriété des combustibles. Il s'agit de la « quantité d'énergie dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée condensée et la chaleur récupérée.
Pouvoir calorifique inférieur	PCI		Le pouvoir calorifique inférieur est une propriété des combustibles. Il s'agit de la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée non condensée et la chaleur non récupérée. Par hypothèse, l'énergie de vaporisation de l'eau dans le combustible ou chaleur latente et les produits de réaction ne sont pas récupérés.
kilo Watt	kW		Unité de mesure dérivée d'une puissance. 1kW équivaut à 1000 joules par seconde
kilo Watt heure	kWh		Unité de mesure dérivée d'une énergie, 1kWh correspondant à la mise en marche d'une machine de 1kW pendant 1heure à puissance constante
Energie Renouvelable	EnR	-	Les énergies renouvelables sont des énergies inépuisables, réutilisables. Elles sont issues des éléments naturels : le soleil, le vent, les chutes d'eau, les marées, la chaleur de la Terre, la croissance des végétaux... On qualifie les énergies renouvelables d'énergies "flux" par opposition aux énergies "stock", elles-mêmes constituées de gisements limités de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz, uranium). Contrairement à celle des énergies fossiles, l'exploitation des énergies renouvelables n'engendre pas ou peu de déchets et d'émissions polluantes. Il existe 5 grandes familles d'énergies renouvelables : - Énergie éolienne (terrestre et en mer) - Production : électricité - Énergie solaire (photovoltaïque, thermique et thermodynamique) - Production : électricité et chaleur - Biomasse - Production : chauffage (bois-énergie), chaleur et électricité (déchets) - Énergie hydraulique - Production : électricité - Géothermie - Production : chaleur

Surfaces :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Surface Hors Œuvre Brute	SHOB	m ² SHOB	La surface hors œuvre brute (SHOB) des constructions est égale à la somme des surfaces de chaque niveau, des surfaces des toitures-terrasses, des balcons ou loggias et des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée, y compris l'épaisseur des murs et des cloisons. Sont compris les combles et sous-sols, aménageables ou non, les balcons, les loggias et toitures-terrasses. Ne sont pas compris les éléments ne constituant pas de surface de plancher. Cette surface est aujourd'hui remplacée par la surface de plancher dans les différentes réglementations
Surface Hors Œuvre Nette	SHON	m ² SHON	La SHON est une mesure de superficie des planchers pour les projets de construction immobilière. La SHON est mesurée à partir de la SHOB en déduisant les surfaces des combles et sous-sol dont la hauteur est inférieure à 1,8, les surfaces des toitures-terrasses, balcons, locaux techniques en sous-sol ou combles, des caves, des parkings. Cette surface est aujourd'hui remplacée par la surface de plancher dans les différentes réglementations
Surface de Plancher	SDP	m ² SDP	La Surface De Plancher, définie par l'ordonnance 2011-1539 du 16 novembre 2011, et la surface de référence dans le code de l'urbanisme et dans le dispositif décret tertiaire. Elle remplace les surfaces SHOB et SHON depuis 2011. Elle est définie comme la surface totale des planchers de chaque niveau clos et couvert dont la hauteur est >1,8m, calculée au nu intérieur des façades, après déduction, entre autres - des vides et des trémies afférentes aux escaliers et ascenseurs ; - des surfaces de stationnement et circulation des véhicules ; - des surfaces de plancher des combles non aménageables ; - des surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ; - des surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes à des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune.
Surface Thermique	SRT	m ² SRT	Surface thermique à prendre en compte dans le cadre de la réglementation thermique. Elle est définie à l'annexe III de l'arrêté du 26 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 11 décembre 2014. Dans le cas d'un bâtiment tertiaire, cette surface est égale à la surface utile RT de ce bâtiment ou de cette partie de bâtiment, multipliée par un coefficient dépendant de l'usage.
Surface Utile Réglementation Thermique	SURT	m ² SURT	Surface utile d'un bâtiment. Elle est définie comme la surface de plancher construite des locaux soumis à la réglementation thermique, après déduction des surfaces occupées par les murs, y compris l'isolation, les cloisons fixes prévues aux plans, les poteaux, les marches et cages d'escaliers.
Surface Utile Brute	SUB	m ² SUB	La surface utile brute correspond à la surface horizontale située à l'intérieur des locaux, de laquelle sont déduits les éléments structuraux (poteaux, murs extérieurs, refends gaines techniques, circulations verticales...), les locaux techniques hors combles et sous-sols (chauffage, ventilation, poste EDF, commutateur téléphonique) à l'exclusion de ceux exclusivement réservés à l'usage d'un locataire (salles informatiques par exemple). C'est la surface de référence pour les baux immobiliers.
Surface Utile Nette	SUN	m ² SUN	La Surface Utile Nette s'obtient en déduisant de la surface utile brute la quote-part pour les parties communes, les locaux techniques non partagés, les circulations horizontales (couloirs, paliers d'ascenseur et d'escalier, sas de sécurité) ainsi que les locaux sociaux et les sanitaires. Ce calcul permet d'établir la surface effectivement réservée aux espaces de travail : bureaux, ateliers, laboratoires, salles de réunion...C'est la surface de référence pour les aménagements des plateaux de bureaux
Surface Habitable	SHAB	m ² SHAB	La surface Habitable est la surface de référence pour l'habitat. Elle correspond à la surface de plancher construite, après déduction des surfaces occupées par les murs, cloisons, marches et cages d'escaliers, gaines, embrasures de portes et de fenêtres [...] Il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R.111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.

Thermique du bâtiment :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Déperdition thermique	-		La déperdition thermique est la perte de chaleur subie par un bâtiment par ses parois et ses échanges de fluide avec l'extérieur. Plus l'isolation thermique est faible, plus les déperditions sont importantes.
Degré Kelvin	K		Unité de mesure de la température
Degré Celsius	C		Unité de mesure de la température
Résistance thermique	R	m ² .K/W	Résistance thermique des parois opaques, exprimée en m ² .K/W, quantifie la capacité d'un matériau à limiter le transfert de chaleur. Plus le coefficient est faible, plus la paroi ou le matériau est déperditif
Conductance thermique	U	W/(m ² .K)	La conductance thermique est une grandeur physique caractérisant un échange thermique conductif en régime statique, exprimée en watts par kelvin (W.K-1 ou W/K). Cette grandeur quantifie la capacité d'un matériau à perdre de la chaleur. Plus le coefficient est élevé, plus la paroi ou matériau est déperditif
Coefficient de transmission thermique	Uw	W/(m ² .K)	Coefficient de transmission thermique des ensembles menuisés, exprimé en W/(m ² .K), quantifie la capacité d'un ensemble menuisé à perdre de la chaleur. Ce coefficient prend en compte à la fois la performance du vitrage (nommé Ug) et du cadre de menuiserie (Uf). Plus le coefficient est élevé, plus l'ouvrant est déperditif
Facteur Solaire	Sw	-	Nombre sans unité qui définit la capacité de votre fenêtre à transmettre la chaleur d'origine solaire à l'intérieur de votre local. Ainsi, plus le coefficient Sw est élevé, plus votre fenêtre laissera passer l'énergie solaire.
Garde-fou RTex 2023		m ² .K/W	Valeur minimale de performance de parois à respecter lors de travaux d'isolation de la paroi. Les garde-fou RTex, mis en application par la réglementation thermique sur les bâtiments existants, sont définis pour chaque type de parois et selon les localisations des différentes zones. Les textes officiels sont consultables ici : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000822199/
Coefficient standardisé de déperdition d'un bâtiment	Ubât	W/(m ² .K)	Le Ubât est le coefficient moyen de déperdition à travers les parois d'un bâtiment. Il traduit la capacité d'un bâtiment à perdre sa chaleur. Il est calculé à l'échelle d'un bâtiment en pondérant la conductance thermique de chaque paroi par leurs surfaces. Ce coefficient permet de comparer la performance thermique de plusieurs bâtiments. Il est exprimé en W/(m ² .K)
Degré Jour Unifié	DJU		Le degré jour est une valeur représentative de l'écart entre la température d'une journée donnée et un seuil de température préétabli (18 °C dans le cas des DJU ou Degré Jour Unifié). Sommés sur une période cet indicateur permet de quantifier la rigueur climatique sur cette période. La référence habituelle de 18 °C (DJU base 18) fut définie en considérant que la température intérieure des locaux est à 19 °C et que les apports gratuits internes (occupants, éclairage, équipements, etc.) et externes (rayonnement solaire...) couvrent l'équivalent de 1 °C de déperditions thermiques. Le cumul des DJU sur une année reflète la rigueur climatique locale
Degré Jour Hiver	DJH		Le degré jour hiver correspond au cumul des DJU sur la période hivernale
Degré Jour Été	DJE		Le degré jour été correspond au cumul des DJU sur la période estivale, calculés sur la base d'une référence de température à 24 °C, permettant de quantifier les besoins de rafraîchissement.
Ponts thermiques			Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une variation de résistance thermique. Il s'agit d'un point de la construction où la barrière isolante est rompue. Un pont thermique est donc créé en cas de changement de la géométrie de l'enveloppe, de changement de matériaux et ou de résistance thermique ou de discontinuité de l'isolant à travers la paroi ou la jonction mur-sol / mur-toiture

Technique bâtiment :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Lampes Basses Consommation	LBC	-	La lampe basse consommation est une nouvelle génération d'ampoule électrique, moins énergivore et bénéficiant d'une plus longue durée de vie. Bien plus économes que les ampoules à incandescence aujourd'hui disparues, les lampes basse consommation ont un intérêt économique, énergétique, mais aussi écologique.
Diode Electroluminescente	LED	-	De l'anglais Light-emitting Diode, LED définit une technologie d'éclairage qui permet une excellente conversion de l'énergie électrique en énergie lumineuse. Cette technologie disruptive permet de réaliser des économies d'électricité importantes sur le poste éclairage.
Chauffage Ventilation Climatisation	CVC	-	Le Chauffage, Ventilation et Climatisation est un ensemble de domaines techniques regroupant les corps d'état traitant du traitement thermique (hydraulique et aéraulique). Ce qualificatif s'applique à tous types de bâtiments (habitat, tertiaire, industriel).
Centrale de Traitement d'Air	CTA	-	Une centrale de traitement d'air (abréviation correspondante : CTA) est un organe technique de traitement d'air, système visant à modifier les caractéristiques d'un flux d'air entrant par rapport à une commande. Elle constitue l'un des organes principaux d'un système de CVC
Ventilation Mécanique Contrôlée	VMC	-	La ventilation mécanique contrôlée (VMC) est, dans le bâtiment, un dispositif mécanique (ventilateur électrique) destiné à assurer le renouvellement permanent de l'air à l'intérieur des pièces. Plusieurs systèmes existent telles que la VMC simple flux et la VMC double flux.
Ventilation Naturelle Assistée	VNA	-	La ventilation naturelle assistée, ou ventilation hybride, est une évolution des techniques et matériels d'aération combinant la ventilation naturelle et une mécanisation de la ventilation. La ventilation naturelle assistée associe aux dispositifs de ventilation naturelle (grilles de fenêtres, bouches d'aération...) une ventilation mécanique capable d'assister l'aération lorsque celle-ci est insuffisante et restant au repos lorsque le débit d'air de l'aération naturelle est suffisant.
Ventilation Simple Flux	SF	-	La ventilation simple flux est une VMC qui assure le renouvellement permanent de l'air intérieur, par extraction de l'air vicié dans les pièces. L'air neuf pénètre dans le bâtiment par les bouches d'entrées d'air (fenêtres, façades) et/ou les défauts d'étanchéité de l'enveloppe. Contrairement à la ventilation naturelle, ce système permet une meilleure maîtrise des débits. Il existe 3 types de simple flux : - autoréglable : les bouches d'entrée d'air et d'extraction sont à débit fixe - Hygro A : les bouches d'entrée d'air sont à débit fixe, les bouches d'extractions sont hygroréglables (débit variable selon l'hygrométrie) - Hygro B : les bouches d'entrée d'air et d'extraction sont hygroréglables (débit variable selon l'hygrométrie)
Ventilation Double Flux	DF	-	La ventilation double flux est une VMC qui assure le renouvellement permanent de l'air intérieur, par extraction de l'air vicié dans les pièces et insufflation de l'air neuf dans le bâtiment. Aucune bouche d'entrée d'air n'est nécessaire en façade ou fenêtre. Ce système permet le prétraitement d'air (batterie de traitement) et également la récupération de chaleur (si présence d'un échangeur). 2 réseaux de gaines cheminent alors dans le bâtiment (extraction et soufflage)
Variation Electronique de Vitesse	VEV	-	Un Variateur Electronique de Vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le couple d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier respectivement la fréquence et le courant, délivrées à la sortie de celui-ci. Ce dispositif permet notamment de réguler les débits des pompes ou des CTA en fonction des besoins réels terminaux.
Vanne 2 voies	V2V	-	Une vanne 2 voies est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide. Elle est généralement une vanne droite possédant un raccord d'entrée et un raccord de sortie.
Vanne 3 voies	V3V	-	Une vanne 3 voies est un organe central permettant la régulation d'un réseau hydraulique de chauffage ou de refroidissement. En forme de T, elle munie de 3 raccords afin de pouvoir ajouter une conduite d'entrée à un circuit existant. La régulation consiste à faire un dosage dans ou depuis un circuit primaire en admettant un apport depuis un circuit secondaire ou en effectuant une décharge dans ce circuit secondaire. Le dosage pouvant être manuel, programmable ou automatisé sur une vanne 3 voies motorisée. En pratique, elle permet de réguler la température de départ ou de retour d'un circuit, ou le débit d'alimentation d'un équipement.
Laine de verre	LdV	-	La laine de verre est un matériau isolant thermique, isolant phonique et absorbant acoustique de consistance laineuse obtenu par fusion à partir de sable et de verre recyclé.

Laine de roche	LdR	-	La laine de roche isolant thermique, isolant phonique et absorbant acoustique, ou pour la protection contre l'incendie. La laine de roche est un matériau fibreux issue essentiellement d'un matériau naturel, le basalte (une roche volcanique) transformé industriellement.
Polystyrène expansé	PSE	-	Le polystyrène expansé est une mousse rigide et résistante à cellules fermées, isolant thermique. Ce matériau de la famille des polymères est obtenu industriellement à base de produits pétroliers.
Polyuréthane	PU	-	Tout comme le polystyrène, le polyuréthane appartient à la famille des polymères issu de la pétrochimie (plastique). Le polyuréthane peut avoir une texture souple ou rigide selon la façon dont il est travaillé.
Eau Chaude Sanitaire	ECS	-	L'eau chaude sanitaire est une eau utilisée pour le quotidien, lavabos, cuisine, ... Elle est indépendante de l'eau chaude réservée au chauffage, qui se présente en circuit fermé dans les chaudières et radiateurs. L'eau chaude sanitaire est produite de 2 façons : - Instantanée : pour la chaudière, le chauffe-eau ou le chauffe-bain ; - Accumulée : l'eau est maintenue au chaud dans un réservoir prévu à cet effet, associé à la chaudière ou à un accumulateur indépendant.
Menuiserie extérieure	MEX	-	Ensemble Menuisé présent en façade d'un bâtiment, en contact entre l'extérieur et l'intérieur. Les MEX peuvent être vitrées (fenêtres, portes fenêtres).
Simple vitrage	SV	-	Terme employé pour caractériser le vitrage d'une menuiserie vitrée / fenêtre. Le simple vitrage se caractérise par la présence d'une unique couche de verre, ne permettant pas réduire efficacement les déperditions
Double vitrage	DV	-	Le simple vitrage se caractérise par la présence de deux couches de verres séparées par de l'air ou du gaz. Cela lui confère une bonne isolation thermique, évitant ainsi la déperdition de chaleur.
Gestion Technique du Bâtiment	GTB	-	La Gestion Technique de Bâtiment est un système informatique connecté permettant de contrôler et de superviser l'ensemble des lots d'un même bâtiment. Par exemple l'électricité, le chauffage, la climatisation et la ventilation.
Gestion Technique Centralisé	GTC	-	Gestion Technique Centralisée est un système informatique connecté permettant de contrôler et de superviser l'ensemble des paramètres d'un seul lot technique. Par exemple, pour le lot « électricité », la GTB permettra d'avoir le contrôle sur les détecteurs de présence, les chauffages électriques, les volets roulants...
Pompe à Chaleur	PAC	-	Une pompe à chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un milieu à basse température (source froide) vers un milieu à haute température (source chaude). Ce dispositif permet donc d'inverser le sens naturel du transfert spontané de l'énergie thermique. Selon le sens de fonctionnement du dispositif de pompage, une pompe à chaleur peut être considérée comme un système de chauffage ou de réfrigération. Ces systèmes peuvent être réversibles.
Groupe Froid	GF	-	Groupe Froid : système thermodynamique permettant la production d'eau glacée pour le refroidissement ou le rafraîchissement.
Débit de Réfrigérant Variable	DRV	-	La DRV est un système de chauffage / refroidissement thermodynamique à détente directe de type air/air. Ce système permet une modulation des débits de réfrigérants selon les besoins terminaux, et présente d'excellents niveaux de performance.
Split System		-	Un split système est un système de chauffage / refroidissement thermodynamique à détente directe de type air/air. Il est composé d'une unité extérieure et d'une ou plusieurs unités intérieures. C'est le système de climatisation le plus couramment utilisé.
Coefficient de Performance	COP	-	Coefficient de Performance Calorifique, caractérise la performance d'un appareil de chauffage par cycle thermodynamique (pompe à chaleur) selon des conditions normalisées de fonctionnement à un instant T. Cette donnée est calculée comme le ratio la puissance calorifique en condition optimale par la puissance électrique à l'instant T dans ces mêmes conditions
Efficiency Energy Ratio	EER	-	Coefficient de Performance Frigorifique, caractérise la performance d'un appareil de climatisation selon des conditions normalisées de fonctionnement à un instant T. Cette donnée est calculée comme le ratio la puissance frigorifique produite en condition optimale par la puissance électrique à l'instant T dans ces mêmes conditions
Seasonal Efficiency Energy Ratio	SEER	-	Coefficient d'efficacité frigorifique saisonnière, caractérise la performance moyenne d'un appareil de climatisation selon des conditions évolutives et normalisées sur une période d'utilisation. Ce ratio est calculé comme le ratio de la somme de l'énergie frigorifique produite sur la saison par la somme de l'énergie consommée sur cette même période
Réseau de Chaleur Urbain	RCU	-	Les Réseaux de Chaleur Urbain, mis en place à l'échelle territoriale, permettent la distribution de chaleur depuis des chaufferies centralisées jusqu'aux consommateurs finaux. Ce mode de chauffage permet de

			mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation, notamment en zones urbaines (bois-énergie, géothermie, chaleur de récupération...).
Réseau de Froid Urbain	RFU	-	Les Réseaux de Froid Urbain, mis en place à l'échelle territoriale, permettent la distribution de froid depuis des productions centralisées jusqu'au consommateurs finaux. Ce mode de chauffage permet de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation, notamment en zones urbaines (géothermie...).
Eaux Grises	EG	-	Les eaux grises sont des eaux usées faiblement polluées (par exemple eau d'évacuation d'une douche ou d'un lavabo) et pouvant être utilisées pour des tâches ne nécessitant pas une eau absolument propre. Pour certains bâtiments, la récupération de chaleur sur eaux grises est pertinente pour alimenter d'autres usages.

Réglementation bâtiment énergie :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Réglementation thermique	RT	-	La réglementation thermique (RT) française est celle cadrant la thermique des bâtiments. Elle a pour but de fixer une limite maximale à la consommation énergétique des bâtiments pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage et intègre des gardes fous sur les performances des équipements. La réglementation thermique se décline en 2 sous-ensembles : - La RT pour les bâtiments existants : s'appliquent dans le cadre des projets de rénovation ; - La RE2020 pour les bâtiments neufs : s'applique à terme pour tout projet de construction et intègre, en complément du volet énergétique, un volet performance carbone.
Label BBC Effinergie Rénovation	BBC	-	Le label BBC (Bâtiment Basse Consommation) Effinergie Rénovation fait partie des labels d'État adossés aux réglementations thermiques françaises des bâtiments. Il est délivré dans le cadre d'une certification octroyée par un organisme indépendant et accrédité, et vise des rénovations performantes sur les volets énergétiques (niveau de performance établis selon les calculs réglementaires issus de la RT). Des exigences complémentaires sur la ventilation, l'étanchéité à l'air, la limitation des impacts sur la biodiversité sont également demandées.
Décret tertiaire	DT	-	Dispositif réglementaire visant à réduire les consommations d'énergie des bâtiments tertiaires de manière progressive, avec des objectifs ambitieux fixés à horizon 2030, 2040 et 2050
Dispositif Eco Energie Tertiaire	DEET	-	Autre appellation du décret tertiaire.
Haute Qualité environnementale	HQE	-	La certification HQE (Haute Qualité Environnementale) permet d'attester qu'un bâtiment a été conçu, ou rénové, selon des exigences environnementales fortes. La certification est délivrée par un organisme indépendant et accrédité.
Building Automation & Control Systems	BACS	-	Le décret BACS (20 juillet 2020) pour « Building Automation & Control Systems » détermine les moyens permettant d'atteindre les objectifs de réduction de consommation fixés par le décret tertiaire. Cette norme impose de mettre en place un système d'automatisation et de contrôle des bâtiments, selon un échéancier rapproché. Elle concerne tous les bâtiments tertiaires non résidentiels, pour lesquels le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale supérieure à 70Kw.
Réglementation F-gaz	F-gaz	-	Réglementation qui encadre depuis 2006 la vente et l'utilisation des différentes catégories de fluides frigorigènes (considérés comme d'importants gaz à effet de serre)
Documentation Technique Unifiée	DTU	-	Un document technique unifié (DTU) est un document applicable aux marchés de travaux de bâtiment en France. Il est établi par la « Commission Générale de Normalisation du Bâtiment/DTU ». Ces documents normatifs, propres à chaque catégorie de travaux, relatent les règles de l'art à respecter en conception et chantier.

Exploitation maintenance :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Prestations Forfaitaires	PF	-	Marché le plus standard et le moins coûteux, il inclut le poste P2 à minima (l'entretien et la maintenance des installations). Le P3 et P4 peuvent être inclus en complément.
Combustible et prestation	CP	-	Le marché CP inclut le P1 et P2 à minima. L'énergie est vendue par l'exploitant à la copropriété au moment de la signature du contrat. L'énergie est gérée par l'exploitant mais possédée par la copropriété, avec un coût reflétant les consommations réelles. Le P3 et P4 peuvent être inclus en complément.
Marché à forfait	MF	-	Le marché forfait inclut P1 et P2 à minima. Le coût est entièrement forfaitaire et dépend uniquement de ce qui a été fixé dans le contrat, sans ajustement par rapport à la consommation réelle et aux conditions climatiques. Le P3 et P4 peuvent être inclus en complément.
Marché à température extérieure	MT	-	Le marché température est similaire au marché forfait mais est adapté aux conditions climatiques. Il est donc plus juste que le MF. Le P3 et P4 peuvent être inclus en complément.
Marché à comptage	MC	-	Le marché comptage inclut le P2 à minima qui est calculé sur la base de la consommation réelle d'énergie. La consommation est directement mesurée par l'exploitant. Le P3 et P4 peuvent être inclus en complément.

Fourniture énergie	P1		Prestation de fourniture et gestion de l'énergie
Entretien/maintenance	P2		Prestation d'entretien/maintenance du matériel
Renouvellement	P3		Prestation de renouvellement des équipements - GER et/ou garantie totale
Financement travaux	P4		Prestation de financement de travaux de rénovation

11.5.2. Légende de notation

Deux échelles de cotation ont été mises en place afin d'évaluer l'état de vétusté et la performance thermique de l'enveloppe, des systèmes et des équipements techniques.

Les échelles de notation de la performance et de la vétusté sont présentées dans la grille ci-dessous.

ECHELLE DE NOTATION PERFORMANCE ET VETUSTE					
Performance	NC	0 Très peu performant	1 Peu performant	2 Performant	3 Très performant
Vétusté	NC	0 A remplacer	1 Etat d'usage	2 Bon état	3 Etat neuf

Référentiel de cotation de l'état de vétusté :

3 : Le matériel ou matériau est considéré comme neuf.

2 : Le matériel ou matériau est fonctionnel et dans un bon état. Un remplacement à moyen terme sera à programmer.

1 : Le matériel ou matériau est dans un état d'usage mais présente des signes d'usure liés à son âge ou à un défaut d'entretien, pouvant altérer sa fonctionnalité ponctuellement ou de manière temporaire. Un remplacement à court terme est à prévoir.

0 : Le matériel ou matériau est considéré comme hors service et nécessite un remplacement immédiat.

Référentiel de cotation de la performance thermique :

Eléments	3 Très Performant	2 Performant	1 Energivore	0 Très Energivore
Parois verticales	Isolant ≥ 12 cm	Isolant > 8 cm	Isolant < 8 cm	Sans isolation
	$U < 0,35$	$0,35 < U < 0,45$	$0,45 < U < 1,00$	$U > 1,00$
Parois vitrées	Double vitrage (lame d'air ≥ 16 mm)	Double vitrage (lame d'air ≥ 10 mm)	Double vitrage (lame d'air ≤ 10 mm)	Simple vitrage
	$U_w < 2,00$	$2,00 < U_w < 2,60$	$2,60 < U_w < 4,00$	$U > 4,00$
Planchers bas sur extérieur ou LNC	Isolation > 10 cm	Isolation > 7 cm	Isolation < 7 cm	Sans isolation
	$U < 0,30$	$0,30 < U < 0,40$	$0,40 < U < 1,00$	$U > 1,00$
Plancher bas sur terre-plein	Présence d'isolation	Présence d'isolation	Absence d'isolation	-
	$U < 0,30$	$0,30 < U < 0,40$	$U > 0,40$	-
Planchers hauts (toitures terrasses, rampants)	Isolation > 20 cm	Isolation > 10 cm	Isolation < 10 cm	Sans isolation
	$U < 0,20$	$0,20 < U < 0,34$	$0,34 < U < 1,00$	$U > 1,00$
Planchers hauts (combles)	Isolation > 30 cm	Isolation > 15 cm	Isolation < 15 cm	Sans isolation

Référentiel de cotation de la performance des systèmes :

Eléments	3	2	1	0
	Très Performant	Performant	Energivore	Très Energivore
Production chaleur	Chaudière gaz à condensation	Chaudière gaz basse température	Chaudière gaz classique	Chaudière fioul
	Sous-station secondaire			Chaudière électrique
	Chaudière bois			
	PAC Air/Eau, Air/Air ou Eau/Eau		Effet Joule direct	
	Réseau de chaleur Urbain ou Privé		Radiants gaz ou électriques	
Régulation centrale	Loi d'eau + thermostat d'ambiance programmable par zone	Loi d'eau + thermostat d'ambiance programmable unique	Loi d'eau seule	Aquastat seul
	GTB		Thermostat d'ambiance programmable seul	Absence de régulation
Paramétrage régulation centrale	Optimisé	Optimisable		Non optimisé
Pompes	Pompe à débit variable	-	Pompe à débit constant	-
Distribution	Parfaitement isolé	Isolé avec quelques défauts	Isolation ponctuelle	Absence de calorifuge
Emission	Plancher chauffant	Radiants hydrauliques	Cassettes plafonniers	Aérothermes et radiants gaz
			Ventilo-convecteurs	
			Bouches de soufflage	
	Plafond chauffant	Radiateurs en fonte	Radiants ou panneaux rayonnants électriques	Convecteurs et aérothermes électriques
	Radiateur acier basse température	Radiateurs aciers	Aérothermes hydrauliques	Radiateurs à ailettes
Régulation terminale	Robinets thermostatiques récent	Robinets thermostatiques anciens	Robinets manuels	Absence de régulation
	Thermostat d'ambiance	Thermostats manuels	Thermostats intégrés Relance temporisée	
	Ballon électrique			Stockage surdimensionné

Eléments	3	2	1	0
	Très Performant	Performant	Energivore	Très Energivore
Eau Chaude Sanitaire (faible consommation)				Production centralisée
Eau Chaude Sanitaire (forte conso)	Eau Chaude solaire	Production centralisée	Production instantanée	Ballons électriques dispersés
	Semi-instantanée			
Eclairage	LED	Tubes fluorescents de type T5	Tubes fluorescents de type T8	Incandescent
		Lampes basse consommation	Spots dichroïques	Halogène
		Lampes fluocompactes		Sodium
Régulation Eclairage	Détection de présence	Interrupteur et minuterie	Interrupteur	Absence de régulation
		Interrupteur et détection de présence		
	Graduation automatique par salle ou par rangée	Horloge		
		Graduation manuelle par salle ou par rangée		
Equipement de ventilation	Double flux avec recyclage et 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
	Sondes CO2	Détection de présence		Absence de régulation
	Hygrométrie			Régulation manuelle
	Présence de variateurs >75%	Présence de variateurs < 75 %	Présence de variateurs < 25 %	Pas de variateur

11.6. Récapitulatif des réglementations

11.6.1. Réglementation thermique des bâtiments existants

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

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

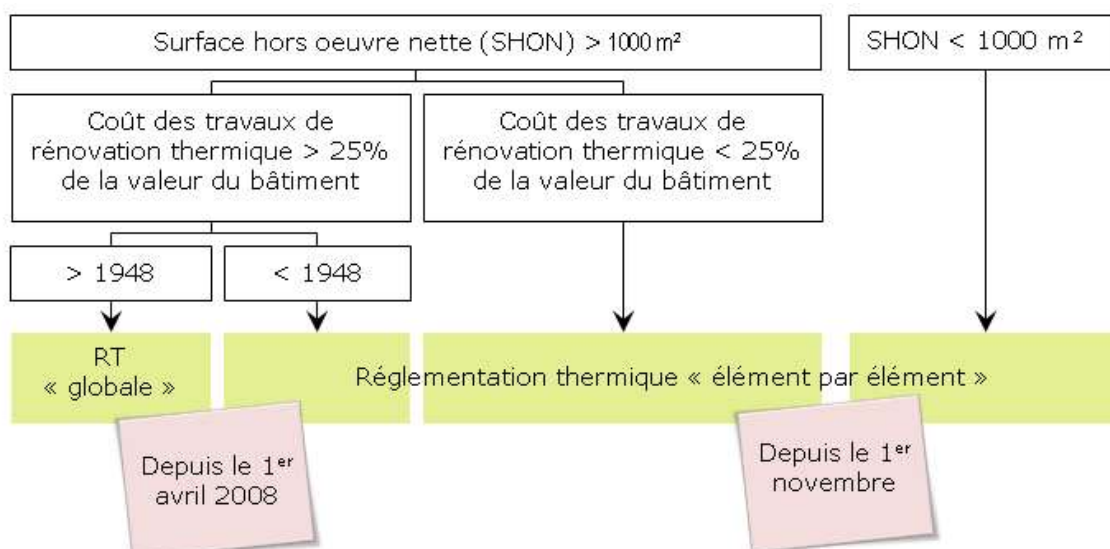
L'objectif général de cette réglementation est de fixer de prérequis et des garde-fous sur la performance énergétique d'un bâtiment lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend telle amélioration. L'objectif global étant d'apporter une amélioration significative de la performance des bâtiments.

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

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

Note : Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de 1 583 €/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} semestre 2023⁹).

⁹ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.12, mis à jour le 1^{er} janvier 2023.



11.6.2. Décret Tertiaire

Contexte législatif :

La Loi ELAN (Loi portant Evolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique) du 23 novembre 2018, à travers son article 174 modifiant le Code de la Construction (article L. 111-10-3), impose une réduction des consommations d'énergie finale de tous les bâtiments à usage tertiaire, avec des objectifs de -40% en 2030, -50% en 2040 et -60% en 2050. Le décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 dit « Décret Tertiaire », entré en vigueur le 1er octobre 2019 et relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire, précise les modalités d'application.

Périmètre d'assujettissement :

Sont concernés tous les bâtiments, parties de bâtiments ou ensemble de bâtiments hébergeant des activités tertiaires du secteur public et du secteur privé, quelle que soit leur année de mise en service, dans les configurations suivantes :

- Bâtiment d'une surface supérieur ou égale à 1 000 m² exclusivement alloué à un usage tertiaire ;
- Toutes parties d'un bâtiment à usage mixte qui hébergent des activités tertiaires et dont le cumul des surfaces est supérieur ou égal à 1000 m² ;
- Tout ensemble de bâtiments situés sur une même unité foncière ou sur un même site dès lors que ces bâtiments hébergent des activités tertiaires sur une surface cumulée supérieure ou égale à 1 000 m².

Le dispositif prévoit quelques cas d'exclusion (PC à titre précaire, bâtiments de culte, bâtiments avec une activité opérationnelle à des fins de défense sécurité civile ou sûreté intérieure.).

Précisions sur le dispositif :

En premier lieu, il est nécessaire d'identifier la situation énergétique de référence, avec l'année de référence et la consommation d'énergie associée. Cette étape se réalise à partir de l'analyse des consommations d'énergie de la période 2010-2020, corrigées du climat et de l'utilisation constatée du site.

Ensuite, deux options sont possibles pour définir les objectifs de réduction des consommations d'énergie aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050, le choix de l'option étant laissé au libre arbitre de la MOA :

- Les valeurs relatives déterminent les consommations d'énergie à cibler en appliquant un pourcentage de réduction à la consommation de l'année de référence sélectionnée : -40% en 2030, -50% en 2040 et -60% en 2050 ;
- Les valeurs absolues fixent les consommations d'énergie à atteindre, par des arrêtés spécifiques aux différentes catégories de bâtiments. Cette méthode est davantage adaptée aux bâtiments récents et/ou peu consommateurs.

Nota : A date de réalisation de l'étude, les valeurs absolues sont disponibles pour les catégories Bureaux, Enseignement (primaire, secondaire et supérieur), Petite enfance, Logistique à l'échéance 2030. Pour les autres catégories, les autres valeurs absolues 2030 devraient être disponibles courant 2023 ; celles 2040 et 2050 devraient être publiées la décennie précédant l'échéance.

Le législateur a également prévu plusieurs niveaux de **modulations** :

- Sur les consommations d'énergie réelles et ciblées, en fonction de la rigueur climatique (DJU) et de l'intensité d'usage
- Sur les objectifs de consommations d'énergie, en tenant compte d'éventuelles contraintes techniques, architecturales et patrimoniales

- Sur les objectifs de consommations d'énergie, pour disproportion manifeste du coût des interventions à partir d'un critère de rentabilité maximum : 30 ans pour les actions sur l'enveloppe du bâti, 15 ans pour celles sur les systèmes et 6 ans pour celles relevant de l'optimisation de l'exploitation des systèmes.

Les modulations sur les objectifs devront être justifiées par un **dossier technique**, dont la date limite de remise est fixée au 30/09/2026.

¹⁰ Loi ELAN : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037639478/>

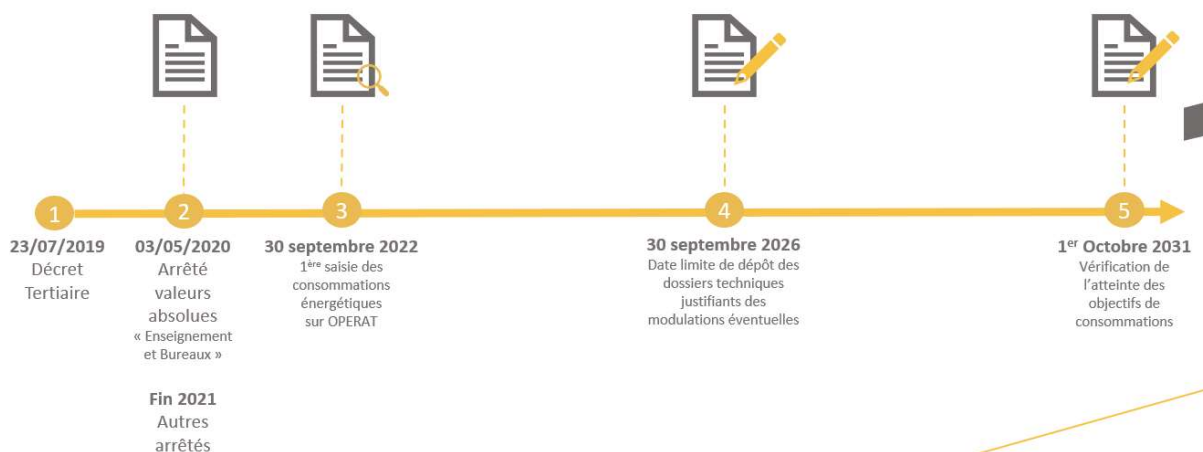
¹¹ Décret tertiaire : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251>

Le décret prévoit également une remontée annuelle des consommations d'énergie via la **plateforme dédiée OPERAT**, avec une 1^{ère} déclaration ayant pour échéance le 30/09/2022, ainsi qu'une 1^{ère} vérification décennale de l'atteinte des objectifs au 01/10/2031.

L'assujetti pourra bénéficier d'une **mutualisation** des consommations d'énergie à l'échelle de tout ou partie de son **patrimoine**. Pour cela, l'écart entre la consommation d'énergie finale réelle de chaque bâtiment concerné et chacun des 2 objectifs « valeur relative » et « valeur absolue » est évalué. En cas d'atteinte de l'un des deux objectifs, l'écart de consommation d'énergie le plus significatif pourra être réaffecté à un ou plusieurs autres bâtiments concernés n'ayant respecté aucun des deux objectifs.

Echéances :

Calendrier des échéances réglementaires



En cas de non-atteinte des objectifs (et/ou la non-transmission des données), dont la première évaluation sera faite en 2031, les sanctions encourues sont une amende de 5^{ème} classe (maximum 7 500 €), ainsi que la publication de l'identité des « mauvais élèves » par les services de l'Etat.

A noter que l'ensemble des éléments relatifs au décret tertiaire présentés dans ce rapport sont conditionnés au niveau de connaissance actuel de la réglementation et des informations mises à disposition par la MOA.

11.6.3. Décret BACS

Contexte législatif

Le Décret n° 2020-887 du 20 juillet 2020 est paru au JORF le 21 juillet 2020. Il est relatif à la mise en œuvre de systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments non-résidentiels et de systèmes de régulation automatique de chaleur.

Il a été complété par le décret 2023-859 du 07 avril 2023, et par l'arrêté du 07 avril 2023 relatif aux systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments tertiaires.

Périmètre du décret BACS

Sont concernés les bâtiments neufs et les bâtiments existants :

- équipés d'un système de chauffage ou de climatisation, dont la puissance nominale utile cumulée est supérieure à 70 kW (dans le cas d'un RCU chaud ou froid, c'est la puissance de la station d'échange qui est à prendre en compte).
- dans lesquels sont exercées des activités tertiaires marchandes ou non-marchandes
- y compris ceux appartenant à des personnes morales du secteur primaire ou secondaire

C'est le **propriétaire** des équipements de production de chaud ou de froid qui est assujetti aux obligations.

Précisions sur les systèmes d'automatisation à mettre en œuvre

Les systèmes d'automatisation et de contrôle doivent :

- Suivre, enregistrer et analyser en continu les données de production et de consommation énergétique des systèmes techniques du bâtiment
- Ajuster ces systèmes techniques le cas échéant
- Situer l'efficacité énergétique du bâtiment par rapport à des valeurs de référence
- Détecter les pertes d'efficacité des systèmes techniques
- Informer l'exploitant des améliorations possibles d'efficacité énergétique
- Permettre un arrêt manuel et la gestion autonome d'un ou de plusieurs systèmes techniques

On note ici que la GTC telle que prévue par le décret BACS reprend des éléments de la norme ISO 50001, et tend à se rapprocher d'un Système de Management de l'Energie.

Échéances :

L'objectif poursuivi est d'équiper de GTC tous les bâtiments concernés d'ici le 1^{er} janvier 2025 si $P > 290$ kW ou le 1^{er} janvier 2027 si $P > 70$ kW.

Les bâtiments sont exempts d'installation de GTC lorsque le propriétaire produit une étude établissant que le temps de retour sur investissement est supérieur ou égal à dix ans.

11.6.4. Réglementation F-GAZ

Contexte réglementaire :

En Europe, des normes environnementales réglementent le secteur de la climatisation et la réfrigération, dont la F-Gaz. Ce règlement européen vise la réduction de l'utilisation des gaz à fort pouvoir à effet de serre afin de diviser par 5 les émissions de CO₂ équivalentes à l'horizon de 2030. Le pouvoir d'effet de serre est couramment appelé PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) ou GWP (Global Warming Potential).

Précisions et échéances :

La F-Gaz est à l'origine de l'interdiction des gaz fluorés CFC et des HCFC depuis 2015. Conformément à ses indications, il est encore possible d'utiliser les HFC jusqu'en 2030 pour produire de la chaleur ou du froid. Ces gaz seront interdits à la vente (y compris rechargement d'équipements existants) à cette date. La F-Gaz programme notamment l'interdiction progressive des gaz HFC avec des GWP élevés sur trois échéances.

Liste des réfrigérants	GWP	Autorisés dans les installations neuves en 2020	Autorisés dans les installations neuves entre 2022 et 2025	Autorisés dans les installations neuves en 2030
R507	3985	✗	✗	✗
R 404a	3922	✗	✗	✗
R 422a	4143	✗	✗	✗
R 422d	2729	✗	✗	✗
R 407a	2107	✓	✗	✗
R 407f	1825	✓	✗	✗
R 407c	1774	✓	✗	✗
R 410a	2088	✓	✗	✗
R 452a	2141	✓	✗	✗
R32	675	✓	✓	✗
R 134a	1430	✓	✓	✗
R 448a	1273	✓	✓	✗
R 449a	1397	✓	✓	✗
R 450a	600	✓	✓	✗
R 513	631	✓	✓	✗

Dès 2030, les installations neuves devront utiliser un fluide de PRG <150. De la même façon, la recharge d'un circuit par un fluide recyclé ayant un PRG >150 ne sera plus autorisée.

Liste des réfrigérants réglementaires	Potentiel de Réchauffement Global
R 152a	124
R 454c	148
R 455a	145
R 290 (propane)	3
R 717 (NH3)	0
R 744 (CO2)	1
1234ze	6
1234yf	4

11.6.5. *Traitement de l'air*

Réglementation sur le renouvellement d'air :

Les locaux à usage autre que d'habitation sont essentiellement soumis aux exigences du Règlement Sanitaire Départemental (RSD) et du Code du Travail (Partie réglementaire, Titre 1er, Chapitre II).

Pour les locaux autres qu'habitation, la ventilation peut être mécanique ou naturelle, c'est-à-dire s'effectuer par ouverture des fenêtres, portes ou autres ouvrants sous réserve que le volume du local et la surface des ouvertures soient suffisants.

Le RSD, consultable sur internet, est propre à chaque département et son champ d'application est plus large que le code du travail (couvre notamment les ERP). Il fixe le débit nominal d'air neuf à introduire dans les locaux. Ces débits sont adaptés selon les typologies de zones et l'occupation / usage de ces locaux. Il fixe également les conditions de circulation de l'air dans les locaux, les distances à respecter entre les rejets et les prises d'air neuf.

Pour les établissements soumis au code du travail, la réglementation fixe des débits réglementaires minimaux à respecter :

- Bureaux, locaux sans travail physique : 25 m³/h par occupant
- Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion : 30 m³/h par occupant
- Ateliers et locaux avec travail physique léger : 45 m³/h par occupant
- Autres ateliers et locaux : 60 m³/h par occupant

Qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du Public (ERP).

La loi Grenelle II a rendu obligatoire, dès 2010, la surveillance de la QAI pour le propriétaire ou l'exploitant de certains établissements recevant du public (ERP). Le 4e Plan national santé environnement (2021-2025) a permis une révision en 2022 de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP applicable au 1er janvier 2023.

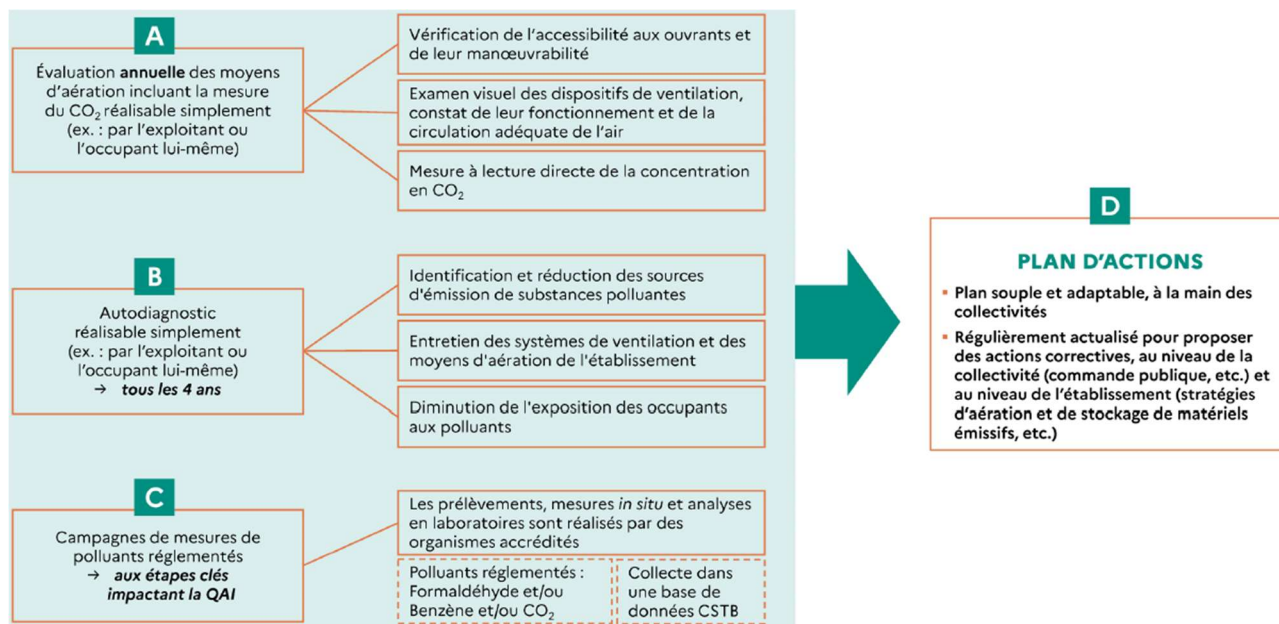
Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1er janvier 2023 sont ceux accueillant des enfants :

- Les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de 6 ans (crèches, haltes-garderies, etc.) ;
- Les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degrés (écoles maternelles, écoles élémentaires, collèges, lycées d'enseignement général, technologique ou professionnel) ;
- Les centres de loisirs.

Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1er janvier 2025 sont :

- Les structures sociales et médico-sociales et les structures de soins de longue durée rattachées aux établissements de santé
- Établissements pénitentiaires recevant des mineurs

Le dispositif de surveillance révisé se décompose désormais en 4 phases, récapitulées dans le graphique ci-dessous :



11.7. Limites de prestation

11.7.1. Niveau de détail de l'étude

La présente étude est un document d'aide à la décision du Maître d'ouvrage.

Il constitue une première approche énergétique et environnementale permettant de l'orienter dans les travaux à réaliser pour réduire l'empreinte carbone et énergétique du bâtiment étudié. Cette étude ne peut en aucun cas se substituer à une étude de conception d'un maître d'œuvre, ou tout autre diagnostic indispensable d'un point de vue technique légal ou réglementaire à réaliser en amont d'un projet de rénovation. Tout projet de rénovation devra faire l'objet d'études complémentaires pour affiner les hypothèses et dimensionner les installations (études de faisabilité, définition d'un programme général technique et fonctionnel, diagnostics amiante / plomb / études structures / études de maîtrise d'œuvre / ...), dans les conditions prévues par la loi et les règlements.

Il est rappelé que le niveau de précision de l'étude énergétique est dépendant de la qualité et de la précision des informations transmises par la Maitrise d'Ouvrage lors de la réalisation de la prestation. La Maitrise d'Ouvrage porte la responsabilité de la transmission des données d'entrées pré-requises.

11.7.2. Exhaustivité des informations

Les données inscrites dans le présent rapport reflètent les informations collectées sur la base de l'analyse documentaire (documents transmis par la maîtrise d'ouvrage), et les relevés effectués sur site le jour de l'intervention. Il est rappelé qu'aucun sondage destructif ou test / mesure sur équipement n'a été réalisé (hors périmètre de la prestation). En cas d'absence de données sur des caractéristiques techniques (performance thermique réelle d'un isolant / performance réelle d'un équipement ou d'une régulation), Alterea a pu être amené à prendre des hypothèses « à dire d'expert », c'est à dire sur la base des retours d'expérience sur des bâtiments similaires (année de construction / mode constructifs / ...), selon l'expertise de l'auditeur, et selon les résultats de l'étude thermique nécessaire au calibrage de la modélisation énergétique.

Tout écart entre ces hypothèses et des informations transmises a posteriori de la réalisation de l'étude ne saurait être la responsabilité d'Alterea et ne pourra faire l'objet d'une correction du présent rapport.

De manière générale, Alterea ne peut être tenu pour responsable d'une omission ou d'une erreur dans les données qui lui ont été transmises.

11.7.3. Chiffrage des préconisations

Ces chiffrages sont établis selon une base de données interne prenant en considération des retours d'expérience sur les travaux réalisés ces dernières années, actualisés à la date de réalisation de l'étude.

Le chiffrage des préconisations de travaux est établi sur la base des travaux unitaires réalisés. Leur compilation en scénarios de travaux n'intègre pas les éventuels effets de levier (mutualisation des moyens, réduction des besoins thermiques cumulés ...).

Une réévaluation financière sera nécessaire en phase programmation ou en phase de conception pour affiner le budget de l'opération et disposer d'un chiffrage Tout Frais Confondus (TFC) sur la base d'un programme de travaux complet

11.7.4. Chiffrage des subventions

L'étude intègre une estimation de la valorisation des Certificats d'Economies d'Energie (CEE). Cette valorisation se base sur :

Les quantités de kWh_{CUMAC} mobilisables selon les fiches standardisées connues à date de réalisation de l'étude, consultable sur le site internet du ministère de l'écologie : <https://www.ecologie.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie>

- Un prix unitaire de valorisation du kWh_{CUMAC} (précisé dans le corps du rapport), basé sur le cours financier à date de réalisation du diagnostic, selon le site internet du registre national des certificats d'énergie : <https://www.emmy.fr/public/donnees-mensuelles?preca=false>

Il est rappelé que les fiches standardisées peuvent être amenées à être révisées / supprimées. De même, le prix de rachat des CEE dépend du cours du marché. Tout écart observé a posteriori de la réalisation de cette étude ne saurait être la responsabilité d'Alterea et ne pourra faire l'objet d'une correction du présent rapport.

Les autres subventions éventuellement mobilisables (Fond Chaleur / AMI / Aides régionales / Aides locales/) ne sont pas intégrées à ce stade.

11.7.5. Calcul en coût global

Le calcul en coût global proposé se base sur des hypothèses d'évolution des prix des énergies, des prix d'exploitation / maintenance et les hypothèses exposées dans le corps du rapport. L'évolution réelle de ces paramètres dans le futur n'est ni connue et ni prévisible. Alterea ne saurait être tenu responsable d'un écart constaté entre ces hypothèses et l'évolution réelle de ces paramètres

11.7.6. Evolutions réglementaires

La présente étude se base sur les réglementations applicables connues à la date de démarrage de l'étude. Toute mise à jour réglementaire intervenant pendant la réalisation ou à posteriori de la présente étude ou projet dont cette étude ferait partie ne saurait être prise en compte dans le cadre de cette étude.

Le dispositif réglementaire relatif au décret tertiaire n'est pas complet à la date de démarrage de cette étude. Notamment, les arrêtés relatifs à la définition des valeurs absolues sont partiellement publiés (connus pour certaines catégories et sous-catégories de bâtiment).