

**Mines Saint Étienne - Campus Aix-Marseille-
Provence - Gardanne
Bâtiment principal
(Centre de Formation et de Recherche)
Code REFX : 363500**



Audit énergétique



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

Maîtrise d'ouvrage

Pierre Sedillot – Directeur du patrimoine immobilier

T. : 06 15 82 00 33

@ : pierre.sedillot@imt.fr

Assistant MOA

ALTEREA – Agence CSA
11B Rue des Marchandises

44263 Nantes Cedex 2

T. : 02 40 74 24 81

Elliot COURJAN

Chef de projets

T. : 07 48 15 80 79

@ : ecourjan@alterea.fr

Mathieu MEYNCKENS

Coordinateur d'études

T. : 02 40 74 24 81

@ : mmeynckens@alterea.fr

SUIVI DU DOCUMENT

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	31/01/2025	Rapport d'audit : 1 ^{ère} version	KBER	MMEY-ELCO	ELCO
2	18/04/2025	Reprises	KBER-MCAI	ELCO	ELCO

SOMMAIRE

1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE	3
2. ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS	8
2.1. Objectifs d'un audit énergétique et étapes méthodologiques	8
2.2. Conditions de réalisation de la visite et des relevés techniques du site.....	9
2.3. Documents mis à disposition	9
2.4. Hypothèses posées dans le cadre de l'étude	10
2.5. Paramètres d'étude	10
3. PRÉSENTATION DU SITE	11
3.1. Fiche identité	11
3.2. Plan du site et périmètre de l'audit énergétique	11
3.3. Informations détaillées d'occupation du site	12
3.4. Historique des travaux du site.....	12
3.5. Confort des occupants	13
4. ANALYSE ÉNERGETIQUE ET CARBONE	14
4.1. Usages énergétiques du site.....	14
4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage.....	14
4.2.1. Electricité	15
4.2.2. Energie thermique (Gaz naturel)	16
4.2.1. Energie thermique (Eau glacée).....	17
4.3. Analyse des consommations d'énergie	18
4.3.1. Consommations d'électricité.....	18
4.3.2. Consommations d'énergie thermique (Gaz naturel).....	19
4.3.3. Synthèse des consommations d'énergie.....	20
5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES	21
5.1. Enveloppe du bâti	22
5.2. Systèmes énergétiques	27
5.2.1. Décret BACS.....	27
5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance	27
5.2.3. Schéma de principe de la chaufferie	28
5.2.4. Chauffage	29
5.2.5. Climatisation	35
5.2.6. Ventilation	38
5.2.7. Eau Chaude Sanitaire.....	42
5.2.8. Eclairage	43
5.2.9. Autres usages.....	44

5.3.	Synthèse état des lieux techniques.....	44
6.	MODELISATION ENERGETIQUE DU SITE	45
6.1.	Analyse des déperditions thermiques	45
6.2	Analyse des consommations énergétiques simulées	47
7.	OPPORTUNITE D'INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LE SITE.....	48
8.	PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES	52
9.	SCENARIOS DE TRAVAUX.....	57
9.1.	Scénario 1 Objectif sobriété	57
9.2.	Scénario 2 Objectif -40% EF.....	58
9.3.	Analyse comparative des scénarios de travaux	59
9.4.	Analyse relative au Décret Tertiaire	63
9.4.1.	Identification des contraintes spécifiques	63
10.	ANNEXES	64
10.1.	Détails des résultats de l'étude	64
10.1.1.	Consommation en énergie primaire	64
10.1.2.	Déroulé de la prestation.....	65
10.1.3.	Méthodologie de simulation énergétique.....	65
10.1.4.	Stratégie d'économies d'énergie	67
10.1.5.	Coefficients de conversion des énergies.....	68
10.2.	Aide à la compréhension de l'étude	71
10.2.1.	Lexique	71
10.2.2.	Légende de notation	77
10.3.	Récapitulatif des réglementations	80
10.3.1.	Réglementation thermique des bâtiments existants.....	80
10.3.2.	Décret Tertiaire	81
10.3.3.	Décret BACS.....	83
10.3.4.	Règlementation F-GAZ.....	84
10.3.5.	Traitement de l'air	85
10.4.	Limites de prestation.....	87
10.4.1.	Niveau de détail de l'étude	87
10.4.2.	Exhaustivité des informations	87
10.4.3.	Chiffrage des préconisations	87
10.4.4.	Chiffrage des subventions	88
10.4.5.	Calcul en coût global	88
10.4.6.	Evolutions réglementaires	88

1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

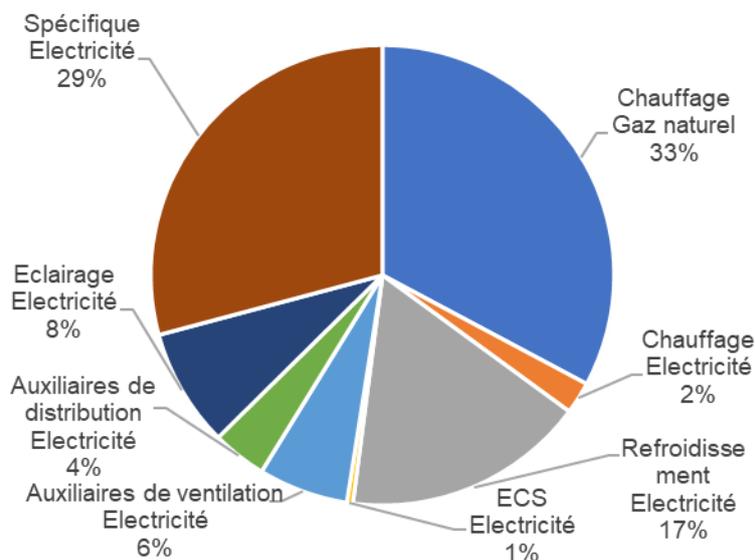
IDENTITE DU SITE	
	Nom du site : CFR
	Adresse : 880 Rte de Mimet, 13 120 Gardanne
	Année de construction : 2008
	Année de rénovation : Sans objet
	Nombre de bâtiments : 1
	Nombre de niveaux : 4
	Surface de plancher (SDP) : 11 413 m ² _{SDP}
	Usage du site : Enseignement / Recherche
	Effectifs du site : 1 500 max ERP type R - 2 ^{ème} catégorie
	Horaires d'ouverture : Du lundi au vendredi de 8h à 18h

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DE L'ENVELOPPE ET DES SYSTÈMES		
Poste technique	Points forts	Points faibles
Enveloppe du bâti	Dispositif permettant de gérer les apports solaires (volets, brise soleil, casquette)	Murs sur extérieurs faiblement isolés Toitures partiellement non isolées Menuiseries d'époque de construction du bâtiment et moyennement performantes
Systèmes thermiques	Emetteurs fonctionnant en change over	Pompes de distribution à débit constant
Systèmes de ventilation	Centrale de Traitement d'Air (CTA) double flux	-
Pilotage énergétique	Régulation des températures de départ et pilotage des pompes sur planning horaire via une Gestion Technique du bâtiment (GTB)	Une partie des fonctions de la supervision n'est plus accessible

ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE DE L'ETAT INITIAL

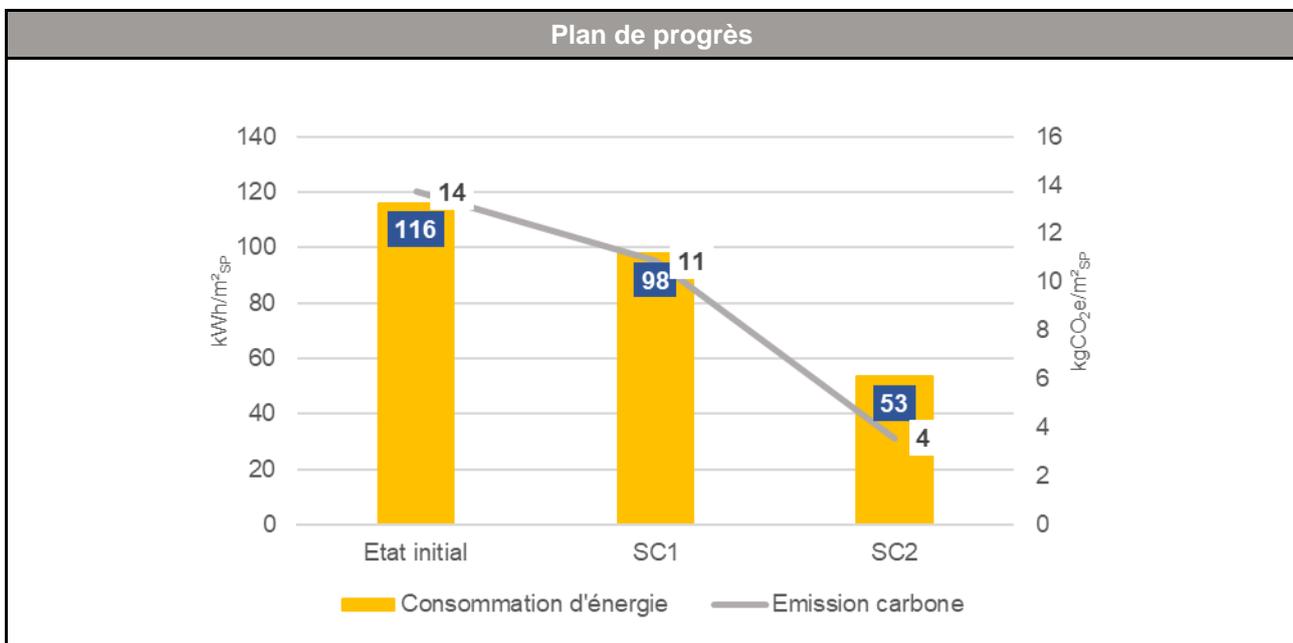
Années considérées :	2022				
Consommation d'énergie :	1 322 945	<i>kWh EF/PCI</i>			
	116	<i>kWh EF/PCI/m²SP .an</i>			
Emission carbone :	14	<i>kgCO₂/m²SP .an</i>			
Dépenses énergétiques (P1) :	186 782	€ <i>TTC/an</i>	Dont électricité	134 177	€ <i>TTC/an</i>
			Dont gaz	52 605	€ <i>TTC/an</i>

Répartition des consommations d'énergie finale par poste :



CONSTITUTION DES SCENARIOS DE TRAVAUX		SC1	SC2	
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	X	X
ACTIONS URGENTES	2	Sensibilisation des usagers (19 / 26°C)	X	X
	3	Reprise des consignes pour le local SSI (8 / 26°C)	X	X
	4	Reprise des consignes de refroidissement des locaux informatiques (26°C)	X	X
	5	Reprise des paramètres de la CTA du Grand Amphithéâtre (température et plage de fonctionnement)	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Mise en place d'une isolation sur l'ensemble des toitures terrasses		X
	7	Reprise de l'isolation de la toiture au R+3		X
	8	Reprise de l'isolation des planchers hauts sur combles		X
	9	Remplacement des menuiseries		
	10	Reprise de l'isolation du plancher bas sur l'extérieur		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Mise en place d'une PAC réversible		X
	12	Remplacement des pompes de distribution	X	X
	13	Amélioration des performances de l'éclairage		X
ENERGIES RENOUVELABLES	14	Mise en place d'une installation photovoltaïque		X

Indicateurs de performance		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	kWh_{EF}/m^2_{SP}	116	98	53
	<i>Ecart annuel %</i>		-16%	-54%
Emission carbone	$kgCO_2e/m^2_{SP}$	14	11	4
	<i>Ecart annuel %</i>		-21%	-74%
Coûts travaux	$€^{TTC}$ travaux		60 000	2 067 000
Dépenses énergie (P1)	$€^{TTC}/an$	186 782	158 733	91 830
	<i>Ecart annuel %</i>		-15%	-51%
Retour sur investissement	Années		2	18
	Evolution P1 4%/an			
	Années		2	13
	Evolution P1 10%/an			



DECRET BACS

Le site est-il assujéti au décret BACS ?	Oui
Une mise en conformité avant le 1er janvier 2025 ou le 1er janvier 2027 est-elle nécessaire ?	Un audit décret BACS est nécessaire pour qualifier la conformité du bâtiment.

CONCLUSION

Le bâtiment principal de l'institut Mines Telecom de Saint Etienne à Gardanne a été construit en 2008. Aucun travaux n'a été effectué depuis cette période.

La consommation du site est de 116 kWh/m². Le confort des occupants varie en fonction des espaces et des saisons, en effet, les fortes variations de températures en été et en hiver se font ressentir.

Au vu des caractéristiques et des performances du site, le scénario 1 correspond aux actions ayant un temps de retour sur investissement rapide couplées aux actions réglementaires avec la mise en place d'un plan de comptage par usage. Dans ce scénario, des actions sont mené pour l'abaissement des températures de consigne de chauffage et de refroidissement.

Ces actions permettent un gain énergétique de 16% par rapport à l'état initial du modèle thermique basé sur les consommations de 2022.

Le scénario 2 a vocation à tendre vers un gain énergétique de 40%. Pour atteindre cette performance des travaux sont à prévoir sur l'enveloppe du bâtiment, ainsi qu'un changement du mode de production de chauffage. La mise en place de panneaux photovoltaïques est également possible en toiture. Les actions préconisées dans cet audit permettent un gain énergétique de 54% par rapport à l'état initial du modèle thermique.

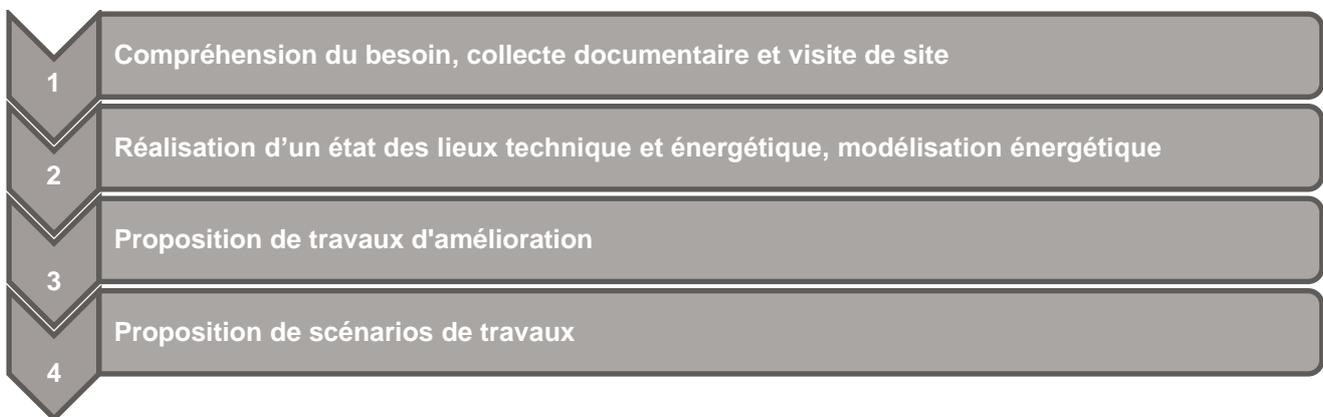
2. ELEMENTS METHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS

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 :	20 et 21/11/2024
Auditeur ALTEREA :	Kévin Bernier
Accompagnateur(s) :	Serge BURGUN Responsable Installations Techniques Service Infrastructures
Conditions climatiques :	Text. = 16°C, Ensoleillé
Chauffage en fonctionnement lors de l'intervention :	Oui
Climatisation en fonctionnement lors de l'intervention :	Dans certain locaux
Difficultés et anomalies rencontrées lors de la visite :	Sans objet

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	-
Consommations et dépenses d'énergie	Factures d'énergie détaillées mensuelles – période 2017-2022	-
	Consommations annuelles - période 2010-2022	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 des travaux antérieurs : DOE / Etudes de sols / études préalables / diagnostics structure / ...	X
	Etudes techniques et énergétiques antérieures : audits énergétiques, Pré-diagnostics, DPE, calculs thermiques	-

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
Sans objet	-	-

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	Salon de Provence	Données Météo France
Outil de simulation utilisé	Outil de simulation thermique dynamique	
Prix unitaire de valorisation des CEE	7,25 €/MWh _{CUMAC}	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	Electricité 0,151 €/kWh _{EF} Gaz naturel 0,109 €/kWh _{EF}	Prix projeté selon projections MOA
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

3. PRESENTATION DU SITE

3.1. Fiche identité

IDENTITE DU SITE		
	Nom du site :	CFR
	Adresse :	880 Rte de Mimet, 13120 Gardanne
	Année de construction :	2008
	Année de rénovation :	Sans objet
	Nombre de bâtiments :	1
	Nombre de niveaux :	4
	Surface de plancher (SDP) :	11 413 m ² _{SDP}
	Usage du site :	Enseignement / Rechercher
	Effectifs du site :	1 500 max ERP type R - 2 ^{ème} catégorie
	Horaires d'ouverture :	Du lundi au vendre de 8h à 18h

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



3.3. Informations détaillées d'occupation du site

Catégorie	Effectifs	Commentaires
Employés	-	-
Public	300	Etudiants
Personnel	-	-
Agents	100	-
Nombre de repas servis / nombre d'internes / ...	-	-

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

Eléments d'explication et d'analyse
<p>Le bâtiment principal comportant des salles de cours (informatique, TP ou standard), deux amphithéâtres, des laboratoires de recherche et des bureaux.</p> <p>L'effectif total déclaré en commission de sécurité est de 1 400 personnes, l'effectif maximum autorisé est de 1 500 personnes. Le bâtiment est classé comme un ERP de type R en 2^{ème} catégorie.</p>

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 connus et transmise :

Travaux réalisés ou programmés :	Localisation	Année de réalisation
Reprise de l'isolation des planchers bas sur vide sanitaire	Vide sanitaire	2023
Eléments d'explication et d'analyse		
Sans objet		

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		Le confort diffère selon les zones du bâtiment. Dans les espaces de grand volume, des inconforts ont été signalés (rue intérieure, hall manifestation, grand amphi).	
Estival		De la même manière qu'en hiver, le confort estival est variable selon les espaces. Il est à noter que l'ensemble du bâtiment dispose de système de climatisation.	
Lumineux		Le confort lumineux est bon, les systèmes d'éclairages sont pour la plupart récents et en bon état.	
Acoustique		Il n'y a pas de bruit particulier dans les locaux ou à proximité.	
Renouvellement d'air (ventilation)		Globalement le confort est bon. Le bâtiment est équipé de plusieurs Centrales de Traitement d'Air double flux, qui permet un bon renouvellement d'air dans le bâtiment.	
Étanchéité à l'air		L'étanchéité à l'air est bonne. Il n'a pas été repéré de défaut d'étanchéité à travers les menuiseries.	
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	X
Refroidissement	-	X
ECS	-	X
Auxiliaires	-	X
Eclairage	-	X
Usages spécifiques	-	X

4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage

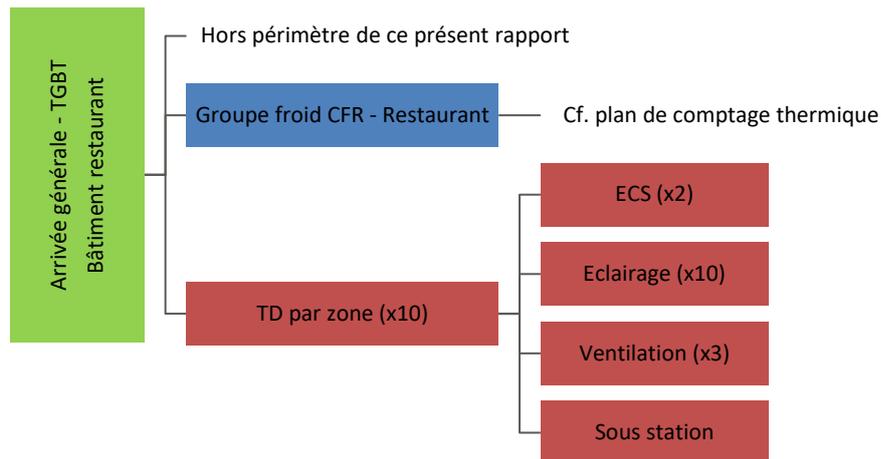
Ce chapitre présente, pour chaque vecteur énergétique :

- 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
-	30002521713017	Ensemble du site	EDF	550 kVA

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

Eléments d'explication et d'analyse

Le site dispose d'un compteur général qui dessert l'ensemble des bâtiments du site.

Un certain nombre de sous-compteurs électriques sont déjà en place. Ils sont relevés en partie manuellement à intervalle non régulier.

Le sous-comptage actuel ne permet pas de répondre à la réglementation décret tertiaire et du décret BACS.

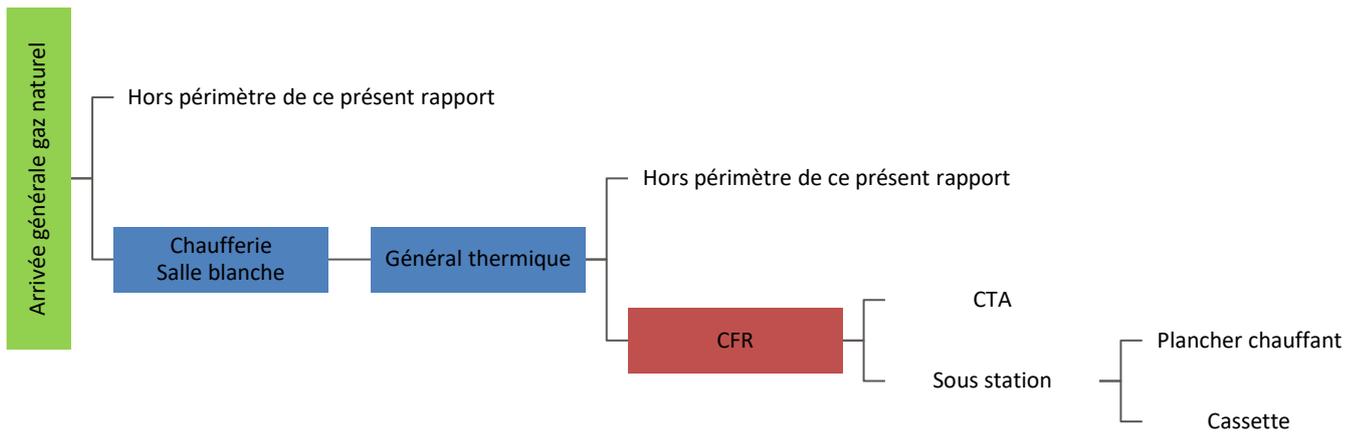
Il serait nécessaire de sous compter l'énergie consommée par chacun des bâtiments et pour l'ensemble des usages réglementaires.

Le nombre de sous-compteurs électriques nécessaires est estimé à 27, ils devront être télé relevables.

4.2.2. Energie thermique (Gaz naturel)

Porteur contrat	N° PCE	Zones / Usages desservis	Fournisseur	Type contrat	Contrat adapté
-	GI114637	Ensemble du site	Gaz de Bordeaux	T3	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

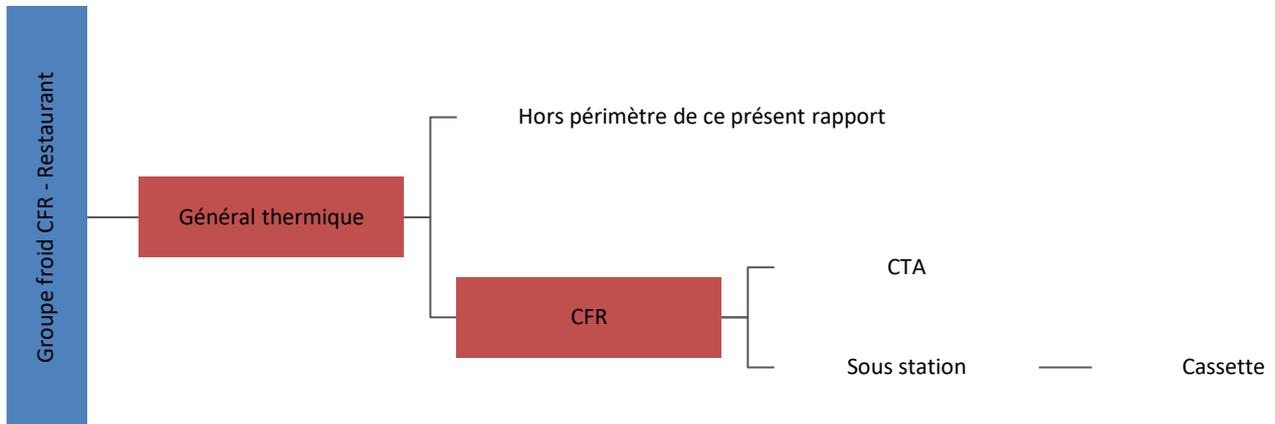
Eléments d'explication et d'analyse

Le site dispose d'un compteur général qui dessert l'ensemble des chaufferies du site. Chacune des chaufferies est équipée d'un sous compteur volumétrique de gaz naturel et d'un sous compteur thermique en sortie de chaudière. Ces compteurs ne sont pas télé relevable. La chaufferie de la salle blanche dessert les trois bâtiments de la zone sud sans sous comptage par bâtiment.

Il est préconisé le remplacement des sous-compteurs existants par des modèles télé relevables et la mise en place d'un sous compteur supplémentaire pour le chauffage du bâtiment principal.

4.2.1. Energie thermique (Eau glacée)

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

La production d'eau glacée du bâtiment principal est commune avec celle du restaurant. Le groupe froid est sur la toiture terrasse du restaurant.
Il est préconisé la mise en place d'un sous compteur thermique en sortie du groupe froid et un sous compteur par bâtiment. Ces compteurs devront être télé relevable.

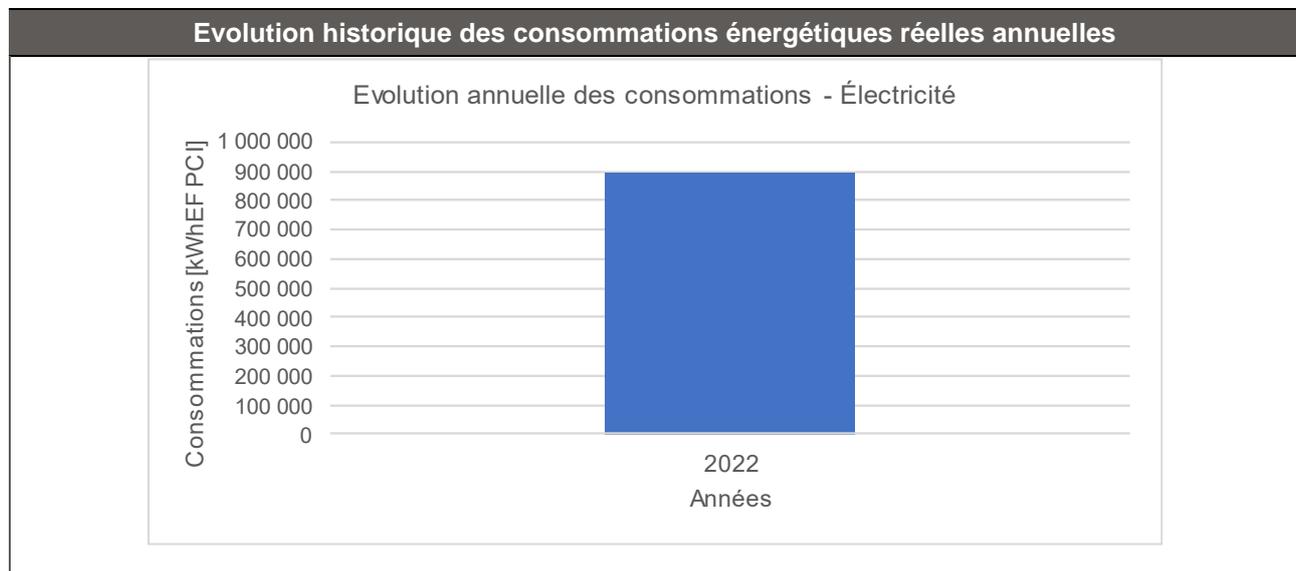
4.3. Analyse des consommations d'énergie

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 carbonées 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

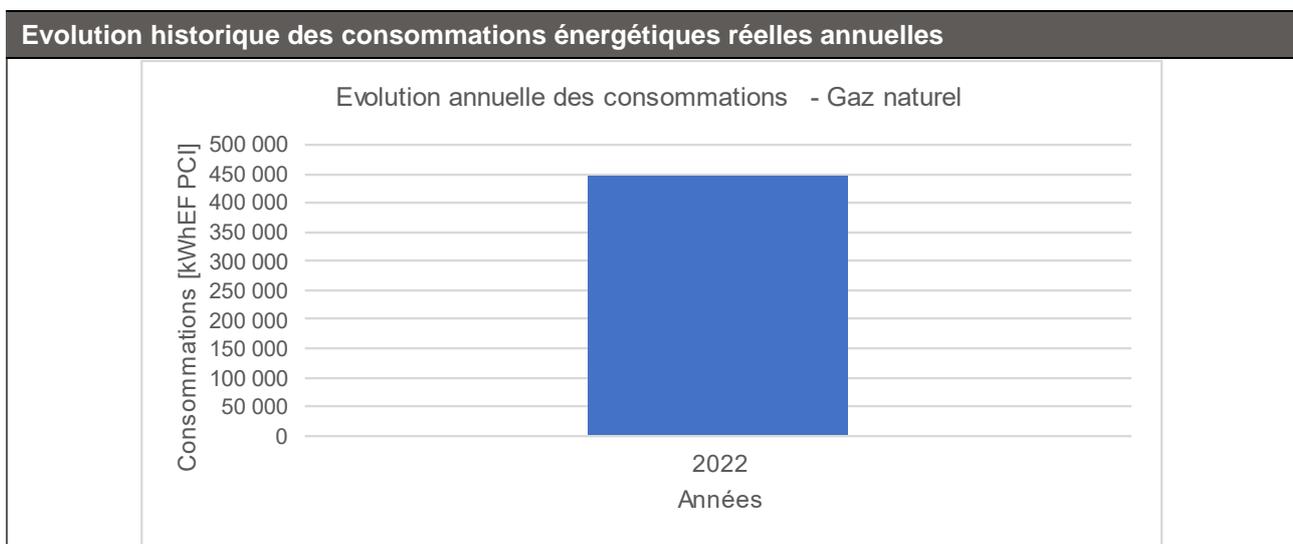
Consommations énergétiques réelles		2022
Consommations (kWh_{EF})		897 624
Ratio surfacique de consommation (kWh_{EF}/m²_{SDP})		79
Emissions de CO₂ (kg_{éq}-CO₂)		57 448
Dépenses (€^{TTC})		135 541
Coût unitaire (€^{TTC}/kWh_{PCI})		0,15



Éléments d'explication et d'analyse
L'année de consommation prise en compte pour la modélisation du bâtiment est l'année 2022. Aucune analyse sur l'évolution des consommations n'a pu être réalisée. Le coût de l'énergie correspond au coût transmis par la maîtrise d'ouvrage qui est une projection pour l'année 2025 (15,1 c€ ^{TTC} /kWh).

4.3.2. Consommations d'énergie thermique (Gaz naturel)

Consommations énergétiques réelles		2022
Consommations (kWh_{EF})		446 095
Ratio surfacique de consommation (kWh_{EF}/m²_{SDP})		39
Emissions de CO₂ (kg_{éq-CO2})		112 515
Dépenses (€^{TTC})		54 027
Coût unitaire (€^{TTC}/kWh_{PCI})		0,12



Eléments d'explication et d'analyse

L'année de consommation prise en compte pour la modélisation du bâtiment est l'année 2022. Aucune analyse sur l'évolution des consommations n'a pu être réalisée.

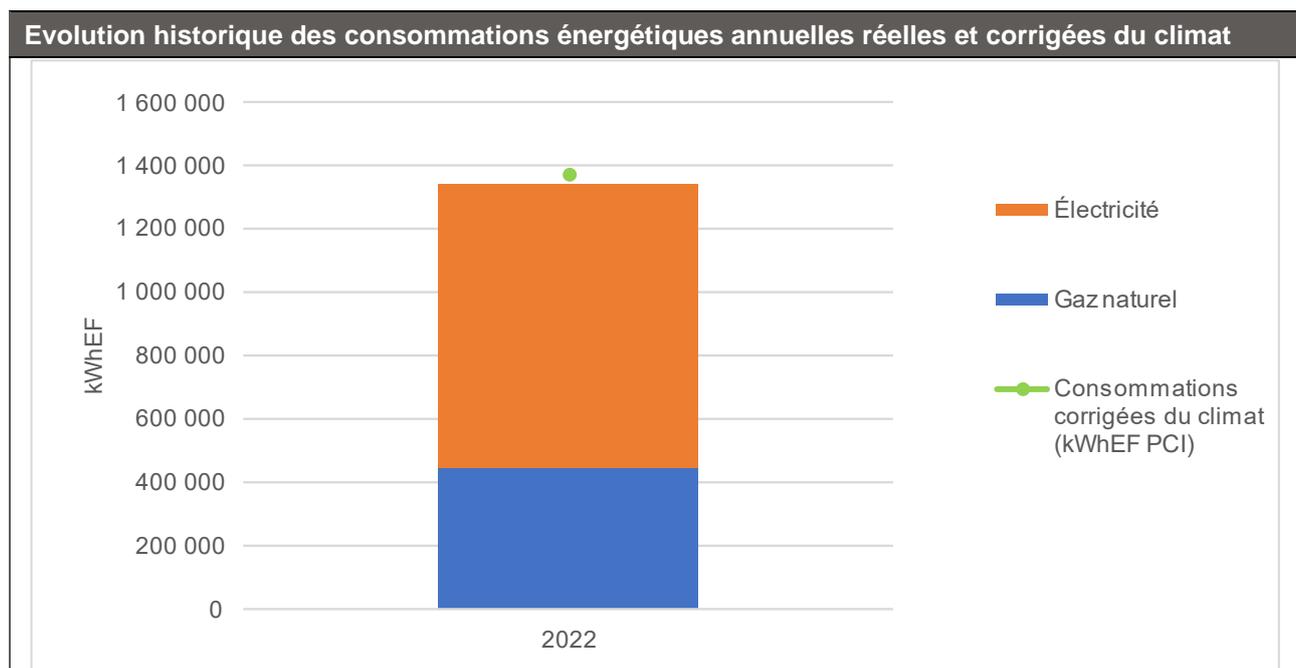
Le coût de l'énergie correspond au coût transmis par la maîtrise d'ouvrage qui est une projection pour l'année 2025 (10,9 c€^{TTC}/kWh_{PCS}).

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 carbonées 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 (kWh _{EF PCI})	2022
Consommations réelles du Gaz naturel	446 095
Consommations réelles d'Électricité	897 624
Consommations corrigées du climat (kWh_{EF PCI})	1 373 447
Emissions de CO ₂ (kg _{éq-CO2})	169 963
Dépenses (€ ^{TTC})	189 568
Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh _{PCI})	0,14



Eléments d'explication et d'analyse

Les consommations pour l'électricité et le gaz naturel transmises sont un ratio surfacique des consommations totales du site de l'IMT Gardanne.

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		Surface	U	P	V	
	Type :	Béton plein	1 871 m ²	0,43	2	2
	Épaisseur :	15 cm				
	Année :	2008				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur				
	Isolant :	Polystyrène extrudé				
	Épaisseur d'isolation :	8 cm				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2				

Commentaire par paroi	
Mur sur extérieur	<p>L'ensemble des parois opaques donnant sur l'extérieur sont isolés par l'intérieur selon les épaisseurs mise en œuvre couramment au moment de la construction du site (l'épaisseur a été récupérée sur les DOE).</p> <p>Les façades sont pourvues de nombreux éléments compliquant la mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur (casquette, brise soleil et volet coulissant). Cette solution n'est pas retenue.</p> <p>La solution d'une isolation par l'intérieure est également complexe à mettre en œuvre en site occupé, de plus cela va réduire la surface utile des pièces.</p> <p>Aucune action n'est préconisée pour ces parois.</p>

Menuiserie					
Fenêtre sur extérieur		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage : Métal / Double vitrage lame d'air 12 mm	2 487 m ²	2,60	2	2
	Etanchéité : Bonne				
	Remplissage : Information non disponible				
	Année : 2008				
	Occultation : Volet roulant, Store intérieur, Persienne				
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) : 1.9				

Commentaire par paroi	
Fenêtre sur extérieur	<p>L'ensemble des menuiseries du bâtiment sont en aluminium double vitrage.</p> <p>En fonction des pièces et des orientations, les menuiseries sont équipées de stores roulants intérieurs, de volet roulants ajourés extérieurs ou de persiennes coulissantes.</p> <p>Le remplacement des menuiseries représente un investissement trop important par rapport au gain énergétique réalisé, l'intervention est simulée mais n'est pas intégrée dans les scénarios.</p>

Plancher haut						
Toiture-terrasse		Surface	U	P	V	
	Type :	Dalle béton	2 379 m²	3,93	0	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Non				
	Etanchéité :	Bitumineuse et finition lourde (gravillons)				
	Année :	2008				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5				
Toiture R+3		Surface	U	P	V	
	Type :	Charpente métallique	617 m²	0,26	2	2
	Epaisseur :	1 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus				
	Isolant :	Polyuréthane				
	Epaisseur d'isolation :	4 cm				
	Etanchéité :	Bitumineuse				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5				
		412 m²	0,68	1	2	
Plancher haut sur combles techniques		Surface	U	P	V	
	Type :	Charpente métallique	825 m²	0,38	1	2
	Epaisseur :	1 cm				
	Ventilation des combles perdus :	Local peu ventilé				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation au niveau du plancher des combles				
	Isolant :	Laine de verre				
	Epaisseur d'isolation :	10 cm				
	Année :	2008				
	Etanchéité :	Acier				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	5.2				
Localisation :	Local technique SV					

Commentaire par paroi	
Toiture R+3	<p>La toiture du R+3 est faiblement isolé par-dessus sous étanchéité bitumineuse.</p> <p>La partie aménagée en phase 2 au R+3 (côté restaurant) dispose d'une isolation supplémentaire en faux plafond (environ 15 cm).</p> <p>Il est préconisé la mise en place d'une isolation sur l'ensemble de ces toitures.</p>
Toiture-terrasse	<p>La majorité des toitures terrasses ne sont pas isolés. Cela concerne les planchers hauts en béton (ensemble sauf R+3, hall manifestation et grand amphithéâtre).</p> <p>Il est préconisé la mise en place d'une isolation sur l'ensemble de ces toitures.</p>
Plancher haut sur combles techniques	<p>Le plancher haut des salles Sainte Victoire donne sur le local technique avec les CTA du bâtiment. Il est faiblement isolé avec environ 10 cm de laine de verre.</p> <p>Il est préconisé la reprise de l'isolation de cette paroi. Cette intervention pourra être réalisée en parallèle du remplacement des éclairages.</p>

Plancher bas						
Plancher bas sur local non chauffé		Surface	U	P	V	
	Type :	Dalle béton	3 750 m ²	0,16	3	2
	Épaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Laine de verre				
	Épaisseur d'isolation :	15 cm				
	Année :	2023				
	Nature du local non chauffé :	Vide sanitaire				
	Position :	Sur vide sanitaire semi-enterré				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3				
Plancher bas sur extérieur		Surface	U	P	V	
	Type :	Dalle béton	403 m ²	0,76	1	2
	Épaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Indéterminé				
	Épaisseur d'isolation :	4 cm				
	Année :	2008				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3				

Commentaire par paroi	
Plancher bas sur local non chauffé	La majorité des planchers bas du bâtiment donnent sur un vide sanitaire. Une isolation thermique a été mise en place en 2023 sur l'ensemble de ces planchers. Aucune action n'est à prévoir.
Plancher bas sur extérieur	Une partie des planchers bas donne directement sur l'extérieur, notamment les parties en porte-à-faux au R+3. D'après les informations collectées sur place, cette paroi est légèrement isolée entre la dalle béton et le bardage métallique. La reprise de l'isolation de cette paroi est préconisée.

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 :	Un audit décret BACS est nécessaire pour qualifier la conformité du bâtiment.

5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance

Contrat d'exploitation	
Titulaire du contrat (exploitant)	ENGIE
Type de marché	Contrat de maintenance P2.

5.2.3. Schéma de principe de la chaufferie

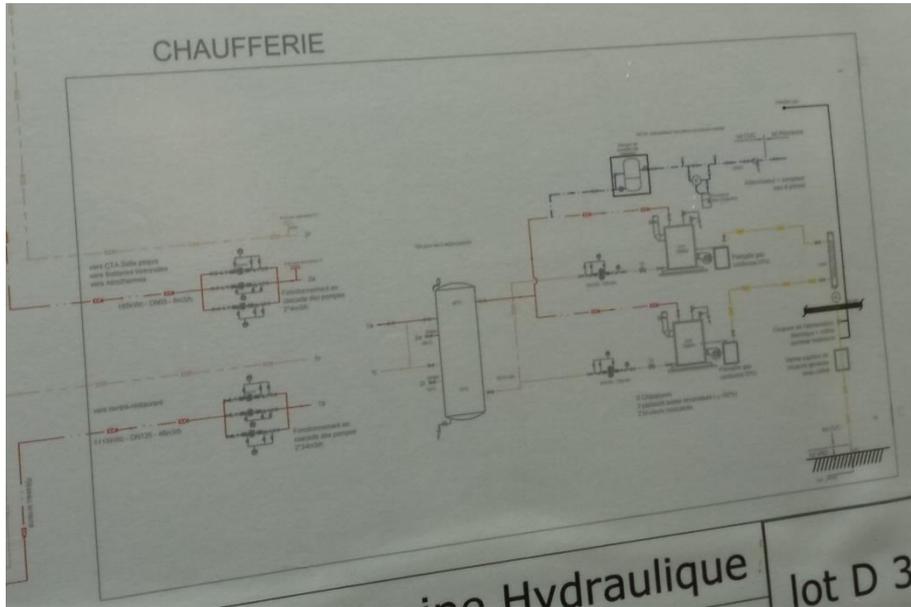


Schéma de principe de la chaufferie

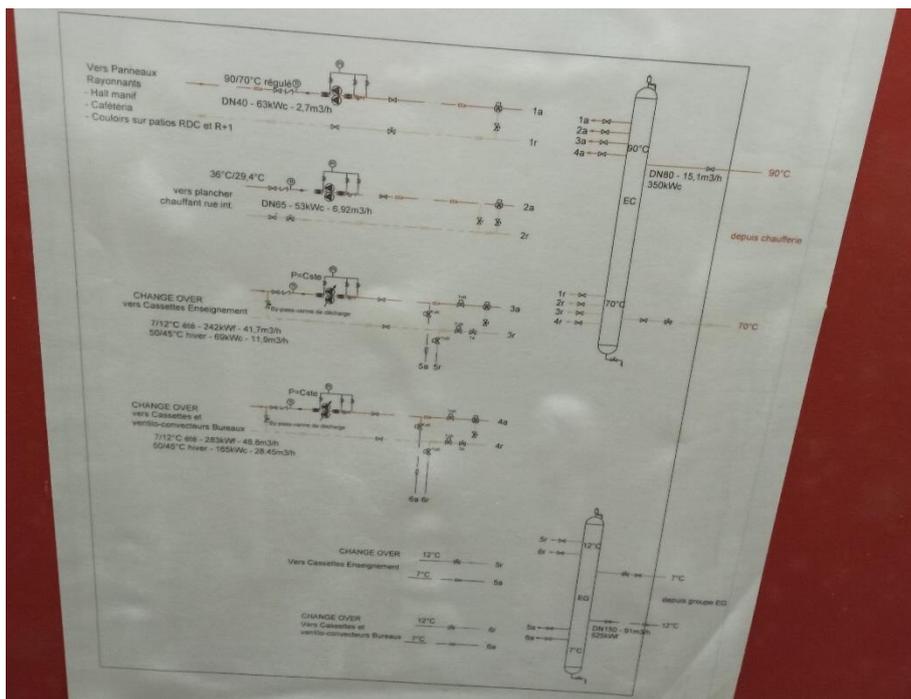


Schéma de principe de la sous station

5.2.4. Chauffage

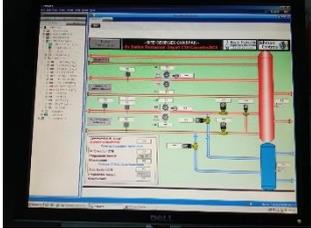
Production de chaleur			
Chaudière		P	V
	Locaux desservis :	CFR / Salle blanche	
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique :	750 kW	
	Classement ICPE :	Oui, soumise à déclaration	
	Rendement :	94.4 %	
	Technologie :	Standard	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Oui	
	Mode d'évacuation :	Conduit de fumées	
	Position :	Au sol	
	Année :	2006	
	Marque :	De Dietrich	
	Modèle :	CA 500-800	
	Nombre :	2	1
	Brûleur intégré :	Non	
	Puissance thermique brûleur :	1 030 kW	
	Technologie brûleur :	Air pulsé 2 allures	
	Puissance électrique brûleur :	2.45 kW	
	Année brûleur :	2006	
	Marque brûleur :	De Dietrich	
	Modèle brûleur :	G43 - 3S	
	Nombre de brûleur :	2	
	Performance brûleur :	1	
	Vétusté brûleur :	1	
	Utilisation :	Chauffage	
Localisation :	Salle blanche - Chaufferie		

Commentaire par équipement	
Chaudière	<p>La production de chauffage est centralisée pour les 3 bâtiments de la zone Sud (Restaurant, Centre de Recherche et de Formation et la salle blanche). La chaufferie est dans le bâtiment de la salle blanche.</p> <p>Les chaudières gaz sont d'origine de la construction des bâtiments, elles sont d'ancienne génération et donc énergivore.</p> <p>Le rendement de combustion est issu du dernier ticket de combustion.</p> <p>Il est préconisé de remplacer la production de chaleur actuelle par une pompe à chaleur réversible, intervention est à mutualiser avec le remplacement du groupe froid du CFR.</p>

Auxiliaire de chauffage			
Pompe de charge chaudière		P	V
	Puissance électrique totale :	1 450 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Recyclage chaudière	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	DCX65-90N	
	Nombre :	2	
Localisation :		Salle blanche - Chaufferie	
Pompe primaire CFR - Restaurant		P	V
	Puissance électrique totale :	4 000 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Primaire	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	KSB	
	Modèle :	TRIALINE 50-160/402	
	Nombre :	3	
Localisation :		Salle blanche - Chaufferie	
Pompe change over Enseignement		P	V
	Puissance électrique totale :	3 000 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ constant	
	Nom du départ :	Casette et ventilo-convecteurs bureaux	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	SIEMENS	
	Modèle :	UD0610/70350839-16	
Nombre :	1		
Localisation :		Sous station	
Pompe change over Bureaux		P	V
	Puissance électrique totale :	4 000 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ constant	
	Nom du départ :	Casette et ventilo-convecteurs bureaux	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	SIEMENS	
	Modèle :	UD0611/703589155-4	
Nombre :	1		
Localisation :		Sous station	

Pompe plancher chauffant		P	V
	Puissance électrique totale : 750 W	1	1
	Technologie : Pompe à débit constant		
	Type : Pompe double		
	Fonction : Départ constant		
	Nom du départ : Plancher chauffant rue intérieure		
	Année : Non déterminée		
	Marque : KSB		
	Modèle : TRIALINE Z32-125/072		
Nombre : 1			
Localisation : Sous station			
Pompe panneaux rayonnants		P	V
	Puissance électrique totale : 450 W	1	1
	Technologie : Pompe à débit constant		
	Type : Pompe double		
	Fonction : Départ constant		
	Nom du départ : Plafonds rayonnants hall manifestation et circulations patio		
	Année : Non déterminée		
	Marque : KSB		
	Modèle : TRIALINE Z32-125/042		
Nombre : 1			
Localisation : Sous station			

Commentaire par équipement	
Pompe primaire CFR - Restaurant	<p>En fonctionnement normal, une seule pompe est en marche. Lors de forte demande de chaleur, la GTC ordonne le démarrage d'une seconde pompe. La troisième est en secours.</p> <p>Ces pompes sont à débit constants. Il est préconisé leurs remplacement par des pompes à débits variables afin d'adapter le débit au besoin réel et donc réduire les consommations électriques.</p>
Pompe change over	<p>Ces pompes étaient auparavant équipées de variateur de vitesse externe, ils sont hors service.</p> <p>Il est préconisé le remplacement des pompes par des modèles à débits variables.</p>
Pompe plancher chauffant	Il est préconisé le remplacement des pompes par des modèles à débits variables.
Pompe panneaux rayonnants	<p>Les plafonds rayonnants des 3 halls manifestations sont non fonctionnels depuis la construction du bâtiment. Les radiateurs dans les circulations au niveau des patios ne sont pas utiles. Ce départ de chauffage est mis à l'arrêt.</p> <p>Aucune action n'est à prévoir.</p>

Régulation centrale chauffage			
Régulation centrale		P	V
	Technologie :	Loi d'eau avec horloge	
	Programmation :	Hebdomadaire	
	Nombre de départs régulés :	3	
		2	0

Commentaire par équipement	
Régulation centrale	<p>La GTB du site est vétuste, il n'est plus possible de visualiser ou de modifier à partir de la supervision les paramètres de régulation.</p> <p>Les différents départs de chauffage sont en fonctionnement entre 7h et 18h du lundi au vendredi.</p> <p>Les consignes de températures sont gérées en local par les utilisateurs (Cf. régulation terminale).</p>

Emission de chaleur			
Ventilo-convecteurs chaud		P	V
	Locaux desservis :	Bureaux et enseignements	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Localisation :	Bureaux et enseignement	
-			
-			
Plancher chauffant		P	V
-	Locaux desservis :	Rue intérieure	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Plancher chauffant basse température	
	Matériau :	PER	
-			
-			
Localisation :		Rue intérieure	

Commentaire par équipement	
Ventilo-convecteurs chaud	Les espaces bureaux et enseignements sont chauffés et refroidis via des ventilo-convecteurs (au sol ou mural), des cassettes plafonnieres ou des gainables en faux plafond. Ces émetteurs sont alimentés par les réseaux en change over permettant de chauffer ou de refroidir ces espaces. Aucune action n'est à prévoir.
Plancher chauffant	La rue intérieure est chauffée via un plancher chauffant. Aucune action n'est à prévoir.

Régulation terminale chauffage			
Régulation terminale - Enseignement		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance simple	
	Année :	2008	
	Marque :	Johnson Control	
	Modèle :	TM-2160-0007	
	Locaux desservis :	Enseignement	
-			
Régulation terminale - Bureaux		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance simple	
	Année :	2008	
	Marque :	Johnson Controls	
	Modèle :	T200AAC-0C0	
	Locaux desservis :	Bureaux	
-			

Commentaire par équipement	
Régulation terminale - Enseignement	<p>Le pilotage des ventilo-convecteurs est réalisé par des thermostats d'ambiance non programmable géré par les utilisateurs.</p> <p>La plage de réglage de la température est bridée à +/- 3°C par rapport à la consigne de la GTB.</p> <p>Il est pris en compte dans la simulation d'une température de consigne de 20°C en hiver et 23°C en été.</p> <p>La circulaire Castex du 13 avril 2022 impose une température de consigne de 19°C en occupation, 16°C en inoccupation et 8°C si l'inoccupation est supérieure à 48h (le week-end).</p> <p>Il est préconisé dans un premier temps d'intensifier les campagnes de sensibilisation afin de tendre vers des consignes de 19°C en hiver et 26°C en été sans modification du pilotage en place.</p>
Régulation terminale - Bureaux	<p>Le pilotage des ventilo-convecteurs est réalisé par des thermostats d'ambiance non programmable géré par les utilisateurs.</p> <p>La plage de réglage de la température va de 10 à 30°C, sans bridage possible.</p> <p>Des campagnes de sensibilisation des usagers sont mise en place mais les consignes sont très variables d'une pièce à l'autre.</p> <p>Il est pris en compte dans la simulation d'une température de consigne de 21°C en hiver et 22°C en été.</p> <p>La circulaire Castex du 13 avril 2022 impose une température de consigne de 19°C en occupation, 16°C en inoccupation et 8°C si l'inoccupation est supérieure à 48h (le week-end).</p> <p>Il est préconisé dans un premier temps d'intensifier les campagnes de sensibilisation afin de tendre vers des consignes de 19°C en hiver et 26°C en été sans modification du pilotage en place.</p>

5.2.5. Climatisation

Production de froid			
Groupe froid		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance frigorifique totale :	1080 kW	
	Puissance électrique totale :	370 kW	
	Plage de performance :	EER < 3	
	EER nominal :	2.91	
	Fluide frigorigène :	R134A	
	Position :	Terrasse	
	Locaux desservis :	Restaurant et CFR	
	Année :	2006	
	Marque :	Trane	
	Modèle :	RTAC 300	
	Nombre :	1	
	Localisation :	Restaurant - Toiture terrasse	
		1	1

Commentaire par équipement	
Groupe froid	<p>La production d'eau glacée du bâtiment CFR est mutualisée avec le restaurant. Le groupe froid est installé sur le toiture terrasse du restaurant.</p> <p>Le fluide frigorigène utilisé est soumis à la réglementation F-gas, il est donc nécessaire de prévoir son remplacement d'ici l'horizon 2030.</p> <p>Il est préconisé la mise en place une pompe à chaleur réversible pour faire la production de chaleur et le refroidissement des 2 bâtiments.</p>

Auxiliaire de froid			
Pompe primaire Eau glacée		P	V
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Puissance électrique totale :	17.3 kW	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	KSB	
	Modèle :	UD0 607/1024767-12-14	
	Nombre :	1	
Localisation :		Restaurant - Local froid	
Pompe CFR		P	V
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ constant	
	Puissance électrique totale :	8.6 kW	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	KSB	
	Modèle :	UD 0607/1015896-011-32	
	Nombre :	3	
Localisation :		Restaurant - Local froid	

Commentaire par équipement	
Pompe primaire Eau glacée	Cette pompe de charge du groupe froid est à débit constant, il est préconisé la mise en place d'un variateur de vitesse sur ces pompes.
Pompe CFR	<p>Ce départ alimente la batterie de la CTA du restaurant (plus en fonctionnement) et le CFR en eau glacée.</p> <p>En fonctionnement normal, une seule pompe est en marche. Lors de forte demande de chaleur, la GTC ordonne le démarrage d'une seconde pompe. La troisième est en secours.</p> <p>Ces pompes sont à débits constants. Il est préconisé leurs remplacement par des pompes à débits variables afin d'adapter le débit au besoin réel et donc réduire les consommations électriques.</p>

Nota : la régulation centrale et terminale ainsi que les émetteurs sont identiques au chauffage.

Des équipements, décrit ci-après, sont également présent dans le bâtiment pour les locaux informatiques et les laboratoires ayant un besoin de froid en dehors de la période de fonctionnement du groupe froid.

Production de froid			
Unité de climatisation		P	V
	Type :	Mono et Multi split	
	Puissance frigorifique unitaire :	10 kW	
	Puissance électrique unitaire :	12 kW	
	Plage de performance :	EER >= 3,5	
	EER nominal :	3	
	Fluide frigorigène :	R410A, R32, R407C	
	Position :	Terrasse, Vide sanitaire	
	Locaux desservis :	Salle informatique, laboratoires, SSI	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Variable	
	Modèle :	Variable	
Nombre :	Environ 10		
		3	1

Emission de froid			
Ventilo-convecteurs froid		P	V
	Energie :	Fluide frigorigène	
	Technologie :	4 tubes (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Murale	
		2	1

Régulation terminale froid			
Régulation terminale		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance simple	
		1	1

Commentaire par équipement	
Régulation terminale	<p>Les températures sont hétérogènes selon les différents espaces. Il est pris en compte dans la simulation 21°C dans les locaux informatiques (serveur et baies) ainsi que dans les laboratoires et 24°C dans le local SSI.</p> <p>Il est préconisé une température de 26°C dans les locaux informatiques et un hors gel dans le local SSI (8°C).</p>

5.2.6. Ventilation

Equipement de ventilation				
CTA Bureaux		P	V	
	Puissance électrique totale :	4.5 kW		
	Technologie :	CTA DF avec échangeur (absence de caisson de mélange)		
	Echangeur :	Echangeur à plaques		
	Rendement échangeur :	85 %		
	Débit d'air soufflé :	7 560 m3/h		
	Débit d'air repris :	7 560 m3/h		
	Batterie chaude :	Hydraulique	3	2
	Batterie froide :	Hydraulique		
	Puissance batterie chaude :	71 kW		
	Puissance batterie froide :	23 kW		
	Année :	2008		
	Marque :	Wesper		
	Modèle :	PREMI@IR		
	Locaux desservis :	Bureaux		
	Nombre :	1		
Localisation :		Local technique SV		
CTA Enseignement		P	V	
	Puissance électrique totale :	9 kW		
	Technologie :	CTA DF avec échangeur (absence de caisson de mélange)		
	Echangeur :	Echangeur à plaques		
	Rendement échangeur :	85 %		
	Débit d'air soufflé :	14 810 m3/h		
	Débit d'air repris :	14 810 m3/h		
	Batterie chaude :	Hydraulique	3	2
	Batterie froide :	Hydraulique		
	Puissance batterie chaude :	140 kW		
	Puissance batterie froide :	45 kW		
	Année :	2008		
	Marque :	Wesper		
	Modèle :	PREMI@IR		
	Locaux desservis :	Enseignement (RDC et R+1)		
	Nombre :	1		
Localisation :		Local technique SV		

CTA Hall manifestation		P	V
	Puissance électrique totale :	7 kW	
	Technologie :	CTA DF avec caisson de mélange (absence d'échangeur)	
	Echangeur :	Sans objet	
	Taux de recyclage de l'air :	70 %	
	Débit d'air soufflé :	11 710 m3/h	
	Débit d'air repris :	11 710 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	2
	Batterie froide :	Hydraulique	2
	Puissance batterie chaude :	60 kW	
	Puissance batterie froide :	19 kW	
	Année :	2008	
	Marque :	Wesper	
	Modèle :	PREMI@IR	
	Locaux desservis :	Salle SV 1,2	
	Nombre :	1	
Localisation :		Local technique SV	
CTA Cafeteria		P	V
	Puissance électrique totale :	4 kW	
	Technologie :	CTA DF avec caisson de mélange (absence d'échangeur)	
	Echangeur :	Sans objet	
	Taux de recyclage de l'air :	70 %	
	Débit d'air soufflé :	6 560 m3/h	
	Débit d'air repris :	6 560 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	2
	Batterie froide :	Hydraulique	2
	Puissance batterie chaude :	NC	
	Puissance batterie froide :	NC	
	Année :	2008	
	Marque :	Wesper	
	Modèle :	PREMI@IR	
	Locaux desservis :	Salle SV 3 - Cafeteria	
	Nombre :	1	
Localisation :		Local technique SV	

Extracteurs Cafeteria		P	V
	Puissance électrique totale :	0.3 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Débit d'air :	1 000 m3/h	
	Année :	2008	
	Marque :	Aldes	
	Modèle :	VEKITA	
	Locaux desservis :	Cafeteria	
	Nombre :	1	
Localisation :		Local technique SV	
CTA grand amphithéâtre		P	V
	Puissance électrique totale :	3.5 kW	
	Technologie :	CTA DF avec caisson de mélange (absence d'échangeur)	
	Echangeur :	Sans objet	
	Taux de recyclage de l'air :	70 %	
	Débit d'air soufflé :	5 900 m3/h	
	Débit d'air repris :	5 900 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Puissance batterie chaude :	31 kW	
	Puissance batterie froide :	33 kW	
	Année :	2008	
	Marque :	CIAT	
	Modèle :	NC	
Locaux desservis :	Grand amphithéâtre		
Nombre :	1		
Localisation :		Local technique amphithéâtre	
Extracteurs sanitaires		P	V
	Puissance électrique :	0.3 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Débit d'air :	1 000 m3/h	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Variable	
	Modèle :	Variable	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
	Nombre :	3	
Localisation :		Toiture terrasse	

CTA Rue intérieure		P	V	
	Puissance électrique totale :	2 kW		
	Technologie :	CTA SF soufflage		
	Echangeur :	Sans objet		
	Taux de recyclage de l'air :	100 %		
	Débit d'air soufflé :	6 430 m ³ /h		
	Batterie chaude :	Sans objet		
	Batterie froide :	Hydraulique	3	2
	Puissance batterie froide :	27 kW		
	Année :	2008		
	Marque :	Wesper		
	Modèle :	PREMI@IR		
	Locaux desservis :	Rue intérieure		
	Nombre :	2		

Commentaire par équipement	
CTA Bureaux et Enseignement	<p>Cette CTA dessert l'ensemble des bureaux du bâtiment, elle est équipée d'un échangeur à plaque permettant de récupérer les calories de l'air extrait pour préchauffer l'air neuf.</p> <p>Cette centrale est fonctionnelle de 7h à 18h du lundi au vendredi avec une consigne de température régie par une loi de température sur le soufflage (25°C par 25°C et 20°C par -5°C).</p> <p>Aucune action n'est à prévoir.</p>
CTA Hall manifestation et cafétéria	<p>La CTA est commune pour la salle Sainte Victoire 1 et 2, elle est équipée d'un caisson de mélange permettant le recyclage d'une partie de l'air extrait et ainsi limiter les déperditions via l'apport d'air neuf. Le taux d'air neuf est paramétré à 30% dans la GTB.</p> <p>Cette centrale est mise en fonctionnement ponctuellement selon l'utilisation réelle des espaces (il est pris en compte dans la simulation une utilisation 4 jours par mois) avec une température de consigne de 22°C été comme hiver.</p> <p>Il est préconisé la mise en place d'un calendrier annuel d'utilisation, pour éviter d'oublier la mise à l'arrêt de la centrale après utilisation. Les consignes de températures seront également à reprendre (19°C en hiver et 26°C en été).</p> <p>La CTA pour la cafétéria est identique, elle est en fonctionnement de 7h à 17h30 du lundi au vendredi.</p>
CTA grand amphithéâtre	<p>La CTA du grand amphithéâtre est équipée d'un caisson de mélange permettant le recyclage d'une partie de l'air extrait et ainsi limiter les déperditions via l'apport d'air neuf. Le taux d'air neuf est paramétré à 30% dans la GTB.</p> <p>Cette centrale est fonctionnelle en permanence avec une température de consigne de 22°C été comme hiver.</p> <p>Il est préconisé la mise à l'arrêt de la centrale hors période d'occupation (18h à 7h) et le week-end. Les consignes de températures seront également à reprendre (19°C en hiver et 26°C en été).</p>
CTA Rue intérieure	Les deux CTA de la rue intérieure sont en 100% recyclage d'air. Elles fonctionnent de 9h à 18h du lundi au vendredi uniquement en été.
Extracteurs	Les extracteurs simple flux sont en fonctionnement en permanence.

5.2.7. Eau Chaude Sanitaire

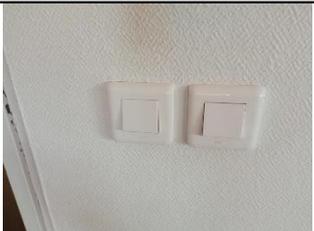
Production ECS			
Ballon électrique		P	V
-	Année :	2008	3
	Nombre :	2	
	Puissance électrique :	2 kW	
	Volume :	100 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Douches	

Commentaire par équipement	
Ballon électrique	<p>Deux ballons ECS sont présents dans le bâtiment pour les douches.</p> <p>Présence d'autres ballons pour les laves mains des sanitaires, ils sont disjonctés au niveau des tableaux divisionnaires.</p> <p>Aucune action n'est à prévoir.</p>

5.2.8. Eclairage

Source d'éclairage				
T5		P	V	
	Année :	2008		
	Technologie :	Tube fluorescent T5		
	Type de luminaire :	Tube	2	2
	Position :	Encastrée		
	Type d'éclairage :	Eclairage direct		
	Ballast :	Electronique		
Localisation :		Bureaux et enseignement		
LED		P	V	
	Technologie :	Luminaire LED		
	Type de luminaire :	Dalle		
	Position :	Encastrée	3	2
	Type d'éclairage :	Eclairage direct		
	Ballast :	Sans objet		
Localisation :		Circulation, grand amphithéâtre		

Commentaire par équipement	
T5	La majorité des éclairages du bâtiment sont des tubes type T5. Il est préconisé le remplacement des éclairages par des dalles LED.
LED	Les éclairages des circulations et du grand amphithéâtre sont des technologies LED. Aucune action n'est à prévoir.

Pilotage terminal éclairage				
Interrupteur manuel		P	V	
	Technologie :	Interrupteur manuel	1	1
	Localisation :		Bureaux et enseignement	
Détection de présence		P	V	
-	Technologie :	Détection de présence	3	2
Localisation :		Circulations et sanitaires		

Commentaire par équipement	
Interrupteur manuel	Les éclairages des zones d'enseignements et les bureaux sont pilotés par des interrupteurs manuels. Cette technologie est adaptée à l'usage de ces espaces. Il est important de sensibiliser les utilisateurs à l'extinction des luminaires. Un pilotage centralisé est également présent via la GTC mais n'est pas plus fonctionnel car celle-ci est vétuste et ne fonctionne plus entièrement.

5.2.9. Autres usages

Autres usages			
Equipements de bureautique		P	V
	Type :	Serveur informatique, Baie de brassage, PC portable, Vidéoprojecteur, Télévision, Imprimante	
	Extinction hors utilisation :	Partielle	
		1	2
Ascenseurs		P	V
	Technologie :	Ascenseur à contrepoids	
	Type de locaux :	Enseignement	
	Nombre :	5	
		2	2
Process laboratoire		P	V
	Energie :	Electricité	
		NC	2

Commentaire par équipement	
Equipements de bureautique et process laboratoire	Les équipements recensés dans le tableau descriptif ci-dessus sont répertoriés dans la catégorie « Autres usages ». Ce sont des usages spécifiques du site qui entraînent une consommation d'énergie non négligeable. Il est difficile de préconiser des améliorations sur ces postes hormis des remplacements de matériel vétuste par des équipements plus récents et performants. Il convient de veiller à ce que le fonctionnement de ces appareils corresponde bien au besoin des utilisateurs. Leur extinction est préconisée dans le cas d'une inutilisation prolongée.

5.3. Synthèse état des lieux techniques

Synthèse
<p>L'enveloppe du bâtiment est moyennement performante. Des inconforts en été et en hiver ont été recensés.</p> <p>La production de chaleur est d'origine de la construction du bâtiment et fortement émettrice de CO₂. La production de froid devra être remplacée vis-à-vis de la réglementation F-gas. L'éclairage est moyennement performant dans certaines zones. Le système de gestion centralisée de bâtiment est vétuste et doit être remplacé.</p>

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 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)

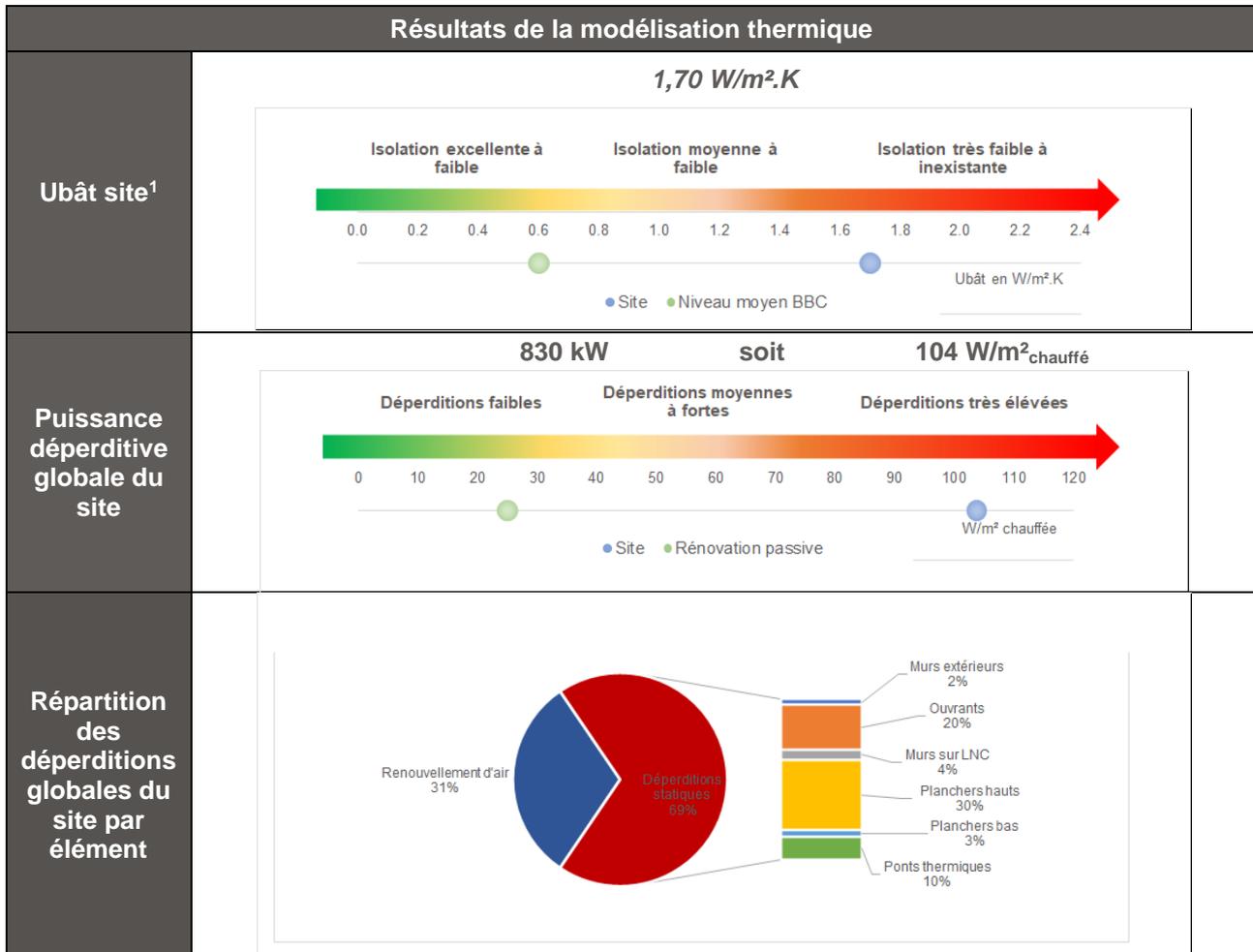
Cette modélisation intègre les caractéristiques techniques (bâti et système) collectées et relevées lors de la visite du site ainsi que l'usage du site décrits dans les précédents chapitres.

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	8 005 m ²	La surface chauffée représente 70% de la surface de plancher.
Volume chauffé	30 209 m ³	Hauteur sous plafond standard
Inertie thermique	Faible	Inertie faible à cause de la surface de vitrage importante.
Ratio surface vitrée / façade	57%	Surface vitrée importante.
Etanchéité à l'air	Moyenne	Etanchéité moyenne à cause de la faible isolation et de la présence importante de menuiseries.
T° de chauffage	19 °C	Le calcul de déperdition prend en compte : $\Delta T = T_{\text{chauffage}} - T_{\text{base}}$
T° de base	-6 °C	

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



Eléments d'explication et d'analyse

La modélisation thermique du bâtiment montre que celui-ci est faiblement isolé. Les planchers hauts, en parti non isolé, sont les éléments les plus déperditifs du bâtiment. Concernant l'enveloppe du bâtiment, les ouvrants sont également un des postes les plus déperditifs.

Les déperditions par renouvellement d'air sont relativement faible grâce à la présence de système de récupération de chaleur (échangeur ou caisson de mélange).

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 labélisés BBC rénovation (source Observatoire BBC, sur un panel de 370 projets à l'échelle nationale).

6.2 Analyse des consommations énergétiques simulées

Ce modèle a été calibré par rapport à la moyenne des consommations des années 2022 pour refléter l'état initial (avec un écart maximal admissible de $\pm 5\%$ par rapport aux consommations réelles corrigées du climat). Le coût de l'énergie pris en compte dans l'ensemble de l'étude est de 0,151 €TTC /kWh pour l'électricité et 0,109 €TTC /kWh pour le gaz naturel correspond aux valeurs transmises par le maître d'ouvrage (coûts projetés pour l'année 2025).

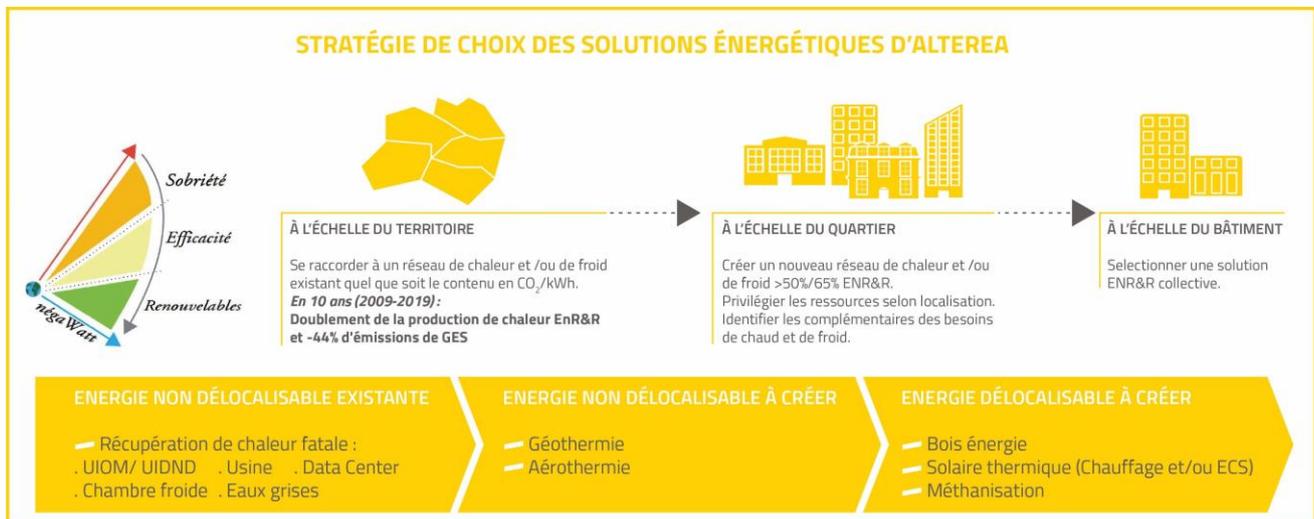
Le tableau ci-dessous présente la répartition des consommations énergétiques modélisées :

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	434 356	38	98 599	52 605
Chauffage	Electricité	29 816	3	2 355	4 502
Refroidissement	Electricité	224 420	20	14 363	33 887
ECS	Electricité	5 489	<1	357	829
Auxiliaires de ventilation	Electricité	83 052	7	5 315	12 541
Auxiliaires de distribution	Electricité	50 344	4	3 222	7 602
Eclairage	Electricité	109 495	10	7 555	16 534
Spécifique	Electricité	385 973	34	24 702	58 282
TOTAL		1 322 945	116	156 469	186 782

Eléments d'explication et d'analyse
<p>La part la plus importante de consommations est le chauffage, étant donné que le bâti est peu isolé. Le pilotage du chauffage est à la main des utilisateurs, ils jouent donc un rôle très important dans la consommation de gaz du bâtiment.</p> <p>Pour réduire les consommations de chauffage, il est important de prévoir la rénovation du bâti et les campagnes de sensibilisation énergétique doivent être menées auprès des usagers.</p> <p>La mise en place d'une isolation performante sur les toitures permettra également de réduire les consommations de chauffage. Le remplacement des menuiseries moyennement performante n'est pas pertinent d'un point de vue économique.</p> <p>Le second poste de consommation est le refroidissement du bâtiment, la sensibilisation des usagers joue également un rôle important sur ce poste.</p>

7. OPPORTUNITÉ D'INTEGRATION DES ENERGIES 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.

Evaluation du potentiel EnR	
Réseau de chaleur urbain (RCU)	
Proximité d'un réseau existant	Non
Site situé dans une zone de développement prioritaire (ZDP)	Non
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la sous-station	Oui
Adéquation au besoin	Oui
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Absence de réseau de chaleur proche du site.
Récupération de chaleur sur eaux grises	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Présence d'un stockage ECS	Oui
Type de système de captage envisagé	Décentralisé
Etat des appareils sanitaires (douches/baignoires)	Bon
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Les besoins d'eau chaude sanitaire du bâtiment sont faibles. Ce système n'est pas adapté.
Récupération de chaleur sur machine thermodynamique	
Présence de chambre(s) froide(s) au sein du bâtiment	Non
Zone d'implantation de la production de froid accessible	-
Surface disponible à proximité de la production de froid	-
Etat de la production de froid	Absence d'installation
Adéquation au besoin	-
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Absence de chambre froide dans le bâtiment.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	Oui
Surface disponible au sol	Non
Adéquation du régime basse température	Bâti partiellement isolé
Ressource géothermale d'après geothermies.fr	Faible
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	D'après le site geothermies.fr, la ressource géothermale n'est exploitable que sur sonde. Cette technologie n'est pas adaptée pour les puissances importantes.

Aérothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	Oui
Surface extérieure disponible (sol, toiture)	Oui
Zone climatique favorable	Zone favorable
Adéquation du régime basse température	Bâti partiellement isolé
Opportunité pour le site	Modérée
Commentaires	Cette technologie est compatible avec les systèmes thermiques en place, les températures de distribution seront à adapter selon les futurs travaux d'économies d'énergie. La mise en place d'une pompe à chaleur air-eau en remplacement du groupe froid est préconisée. Celui-ci permettra la production du chauffage en hiver et la production de froid en été.
Biomasse	
Capacité de livraison	A confirmer
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Les systèmes thermiques en place (distribution, émission) sont compatibles avec cette technologie.
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	Non
Surface disponible pour le silo	Non
Adéquation au besoin	Oui
Opportunité pour le site	Faible
Commentaires	La capacité de livraison n'est pas certaine étant donné que la chaufferie est à l'arrière de la salle blanche. De plus, il n'y a pas de locaux disponibles à proximité de la chaufferie pour la mise en place d'un stockage pour la biomasse. Cette solution n'est pas étudiée dans le cadre de cet audit.
Solaire thermique	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Besoin ECS en période estivale	Nul
Type de toiture/de pan envisagé	Terrasse accessible
Orientation de la toiture/du pan envisagé	Horizontale
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	Entre 30° et 45°
Masques solaires	Faibles
Surface de captage nécessaire	-
Surface disponible en chaufferie/pour la création d'un local	-
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Les besoins en ECS sont faibles toute l'année et presque nuls en période estivale. Cette solution n'est 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	Faibles
Surface de captage disponible	550 m ²
Puissance disponible	116 kWc
Opportunité pour le site	Forte
Commentaires	Le bâtiment présente des surfaces de toitures terrasses (R+2 et R+3) importantes pouvant être exploitées pour la mise en place d'installation solaire photovoltaïque.
Eolien	
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Le site est en milieu urbain.

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.

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 :



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 Énergie FINALE kWh EF/PCI %		CO ₂ évité annuallement kgCO ₂ %		Coût des travaux €TTC	Valorisation CEE €	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles) Ecart à l'état initial €TTC	Retour sur investissement années	SC1	SC2
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	0	0%	0	0%	38 000	0	0	-	X	X
ACTIONS URGENTES	2	Sensibilisation des usagers (19 / 26°C)	89 642	7%	14 209	9%	0	0	11 980	-	X	X
	3	Reprise des consignes pour le local SSI (8 / 26°C)	693	0%	-438	0%	0	0	203	-	X	X
	4	Reprise des consignes de refroidissement des locaux informatiques (26°C)	1 258	0%	143	0%	0	0	177	-	X	X
	5	Reprise des paramètres de la CTA du Grand Amphithéâtre (température et plage de fonctionnement)	111 077	8%	17 975	11%	0	0	14 779	-	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Mise en place d'une isolation sur l'ensemble des toitures terrasses	263 801	20%	52 231	33%	490 000	15 523	33 394	12		X
	7	Reprise de l'isolation de la toiture au R+3	9 988	1%	1 818	1%	230 000	6 708	1 294	>30		X
	8	Reprise de l'isolation des planchers hauts sur combles	1 996	0%	385	0%	58 000	5 742	254	>30		X

		INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE				INDICATEURS ECONOMIQUES			INDICATEURS FINANCIERS	SCENARIOS			
		Economie annuelle		CO ₂ évité		Coût des travaux €TTC	Valorisation CEE €	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles) Ecart à l'état initial €TTC	Retour sur investissement années	SC1	SC2		
		Énergie FINALE kWh EF/PCI	%	kgco ₂	%								
	9	Remplacement des menuiseries *		68 461	5%	15 697	10%	2 356 000	0	8 275	>30		
	10	Reprise de l'isolation du plancher bas sur l'extérieur		4 366	0%	826	1%	50 000	0	563	>30		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Mise en place d'une PAC réversible		300 480	23%	86 692	55%	420 000	12 536	32 390	11		X
	12	Remplacement des pompes de distribution		4 632	0%	296	0%	22 000	609	699	21	X	X
	13	Amélioration des performances de l'éclairage		35 833	3%	-207	0%	564 000	7 057	5 911	>30		X
ENERGIES RENOUVELABLES	14	Mise en place d'une installation photovoltaïque		139 547	11%	8 931	6%	195 000	0	21 072	8		X

*Les valorisation de CEE pour le remplacement des menuiseries n'est possible que lorsque les fenêtres existantes sont en simple vitrage.

Préconisations et points de vigilance

			DETAILS DES PRECONISATIONS ET POINTS DE VIGILANCE
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	Mise en place de 27 sous-compteurs électriques, 4 sous-compteurs thermiques et 1 sous-compteur volumétrique de gaz naturel. L'ensemble de ces sous-compteurs devront être télé-relevables.
ACTIONS URGENTES	2	Sensibilisation des usagers (19 / 26°C)	Continuer les actions de sensibilisation des usagers sur le réglage des thermostats d'ambiance pour tendre vers une température de consigne de 19°C en hiver et de 26°C en été.
	3	Reprise des consignes pour le local SSI (8 / 26°C)	Réglage du split du local SSI sur une consigne de 8°C en hiver et de 26°C en été.
	4	Reprise des consignes de refroidissement des locaux informatiques (26°C)	Réglage des consignes des splits sur une consigne de 26°C.
	5	Reprise des paramètres de la CTA du Grand Amphithéâtre (température et plage de fonctionnement)	Mise à l'arrêt de la CTA en dehors des périodes d'occupation et reprise des températures de consignes (19°C / 26°C).
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Mise en place d'une isolation sur l'ensemble des toitures terrasses	Cette intervention concerne l'ensemble des toitures terrasses du RDC au R+2. Mise en place d'une isolation thermique (R = 7 m ² .K/W) sous étanchéité bitumineuse.
	7	Reprise de l'isolation de la toiture au R+3	Cette intervention concerne l'ensemble la toiture du R+3. Dépose de l'isolation en place. Mise en place d'une isolation thermique (R = 7 m ² .K/W) sous étanchéité bitumineuse.
	8	Reprise de l'isolation des planchers hauts sur combles	Cette intervention concerne le plancher haut des halls manifestation donnant sur le comble technique. Dépose de l'isolation en place. Mise en place d'une isolation thermique (R = 7,50 m ² .K/W) en faux plafond.
	9	Remplacement des menuiseries	Cette intervention concerne l'ensemble des menuiseries du bâtiment. Dépose des menuiseries existantes. Mise en place de menuiseries avec un Uw = 1,30 W/m ² .K. Les occultations ne seront pas modifiées.
	10	Reprise de l'isolation du plancher bas sur l'extérieur	Cette intervention concerne les planchers bas donnant sur l'extérieur au R+3. Dépose puis repose après intervention du bardage métallique. Dépose de l'isolation déjà en place. Mise en place d'une isolation thermique (R = 4 m ² .K/W).

TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Mise en place d'une PAC réversible	Dépose du groupe froid sur la toiture de restaurant. Mise en place d'une pompe à chaleur réversible d'une puissance de 1 MW chaud (cette puissance devra d'être recalculer en fonction des travaux réalisés et des besoins de chauffage du restaurant après transformation). Raccordement électrique et hydraulique sur les réseaux existants. Une partie des équipements CVC n'auront plus d'utilité et pourront être déposé.
	12	Remplacement des pompes de distribution	Remplacement des pompes de distribution change over, plancher chauffant et primaire par des pompes à débit variable.
	13	Amélioration des performances de l'éclairage	Cette intervention concerne les zones bureaux / enseignements et les halls manifestations. Remplacement des éclairages existants par des technologies LED.
ENERGIES RENOUVELABLES	14	Mise en place d'une installation photovoltaïque	Mise en place d'une installation solaire photovoltaïque en autoconsommation totale sur la toiture du R+3 (250 m ²) et sur les toitures du R+2 (3 x 100 m ²). La puissance installée est de 116 kWc.

9. 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. Ils sont cumulatifs (c'est-à-dire que le scénario 2 est constitué de toutes les préconisations du scénario 1, complété par de nouvelles) et prennent en compte l'ensemble des postes de consommation d'énergie.

Les deux scénarios de travaux poursuivent les objectifs suivants :

- **Scénario 1 Objectif Sobriété** : préconisations permettant d'assurer la pérennité des bâtiments et d'optimiser les installations techniques, mais également de réduire les consommations d'énergie pour des coûts travaux et/ou retour sur investissement faibles, tout en améliorant le confort thermique.
- **Scénario 2 Objectif -40% sur EF** : rénovation énergétique globale de l'enveloppe et des systèmes, réfléchie et cohérente, permettant une réduction de consommations d'énergie conséquente par une efficacité énergétique maximisée. Les énergies renouvelables peuvent être proposées ici.

9.1. Scénario 1 Objectif sobriété

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX	
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	38 000 €TTC	
	ACTIONS URGENTES	2	Sensibilisation des usagers (19 / 26°C)	0 €TTC
3		Reprise des consignes pour le local SSI (8 / 26°C)	0 €TTC	
4		Reprise des consignes de refroidissement des locaux informatiques (26°C)	0 €TTC	
5		Reprise des paramètres de la CTA du Grand Amphithéâtre (température et plage de fonctionnement)	0 €TTC	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Remplacement des pompes de distribution	22 000 €TTC	
COUTS TRAVAUX TOTAUX			60 000	€TTC
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			5	€TTC/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	1 322 945	▶	1 114 083	-16%
	kWhEF/m ² SP	116		98	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO ₂ /an	156 469	▶	124 039	-21%
	kgCO ₂ /an/m ² SP	14		11	

9.2. Scénario 2 Objectif -40% EF

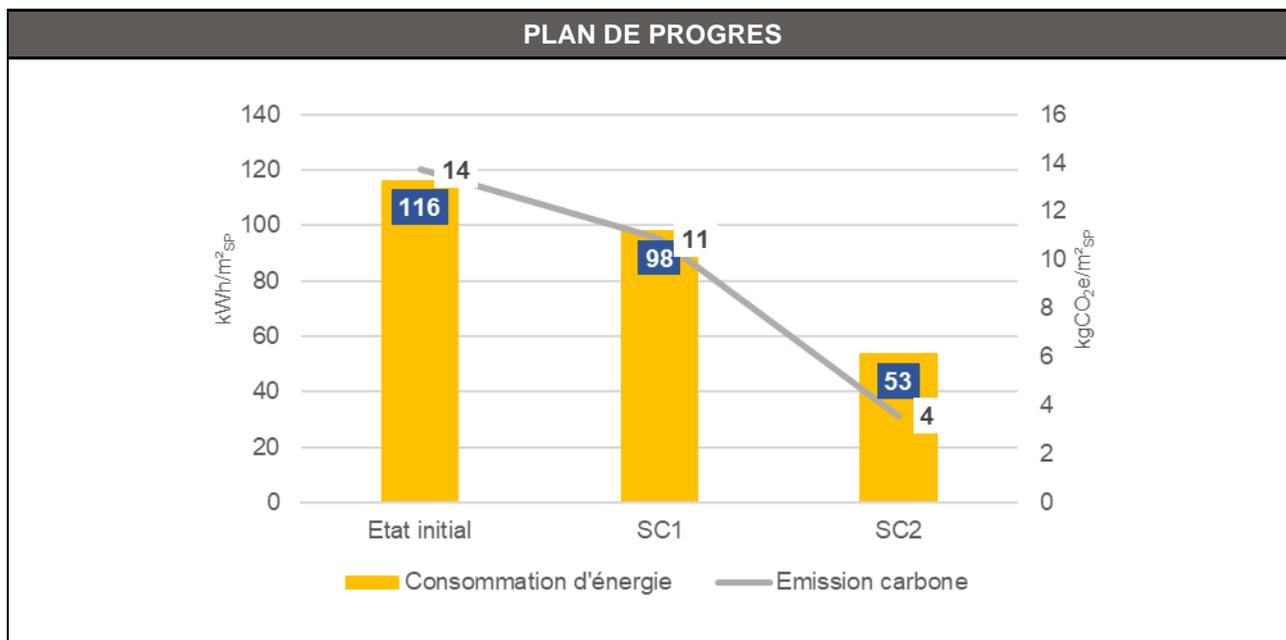
		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX	
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	38 000 €TTC	
ACTIONS URGENTES	2	Sensibilisation des usagers (19 / 26°C)	0 €TTC	
	3	Reprise des consignes pour le local SSI (8 / 26°C)	0 €TTC	
	4	Reprise des consignes de refroidissement des locaux informatiques (26°C)	0 €TTC	
	5	Reprise des paramètres de la CTA du Grand Amphithéâtre (température et plage de fonctionnement)	0 €TTC	
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Mise en place d'une isolation sur l'ensemble des toitures terrasses	490 000 €TTC	
	7	Reprise de l'isolation de la toiture au R+3	230 000 €TTC	
	8	Reprise de l'isolation des planchers hauts sur combles	58 000 €TTC	
	10	Reprise de l'isolation du plancher bas sur l'extérieur	50 000 €TTC	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Mise en place d'une PAC réversible	420 000 €TTC	
	12	Remplacement des pompes de distribution	22 000 €TTC	
	13	Amélioration des performances de l'éclairage	564 000 €TTC	
ENERGIES RENOUVELABLES	14	Mise en place d'une installation photovoltaïque	195 000 €TTC	
COUTS TRAVAUX TOTAUX			2 067 000	€TTC
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			181	€TTC/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 2	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	1 322 945	▶	608 148	-54%
	kWhEF/m ² SP	116		53	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO ₂ /an	156 469	▶	40 752	-74%
	kgCO ₂ /an/m ² SP	14		4	

9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux

CONSTITUTION DES SCENARIOS DE TRAVAUX		SC1	SC2
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1 Mise en place d'un plan de comptage énergétique	X	X
ACTIONS URGENTES	2 Sensibilisation des usagers (19 / 26°C)	X	X
	3 Reprise des consignes pour le local SSI (8 / 26°C)	X	X
	4 Reprise des consignes de refroidissement des locaux informatiques (26°C)	X	X
	5 Reprise des paramètres de la CTA du Grand Amphithéâtre (température et plage de fonctionnement)	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	6 Mise en place d'une isolation sur l'ensemble des toitures terrasses		X
	7 Reprise de l'isolation de la toiture au R+3		X
	8 Reprise de l'isolation des planchers hauts sur combles		X
	9 Remplacement des menuiseries		
	10 Reprise de l'isolation du plancher bas sur l'extérieur		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11 Mise en place d'une PAC réversible		X
	12 Remplacement des pompes de distribution	X	X
	13 Amélioration des performances de l'éclairage		X
ENERGIES RENOUVELABLES	14 Mise en place d'une installation photovoltaïque		X

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	kWh_{EF}/m^2_{SP}	116	98	53
	<i>Ecart annuel %</i>		-16%	-54%
Emission carbone	$kgCO_2e/m^2_{SP}$	14	11	4
	<i>Ecart annuel %</i>		-21%	-74%

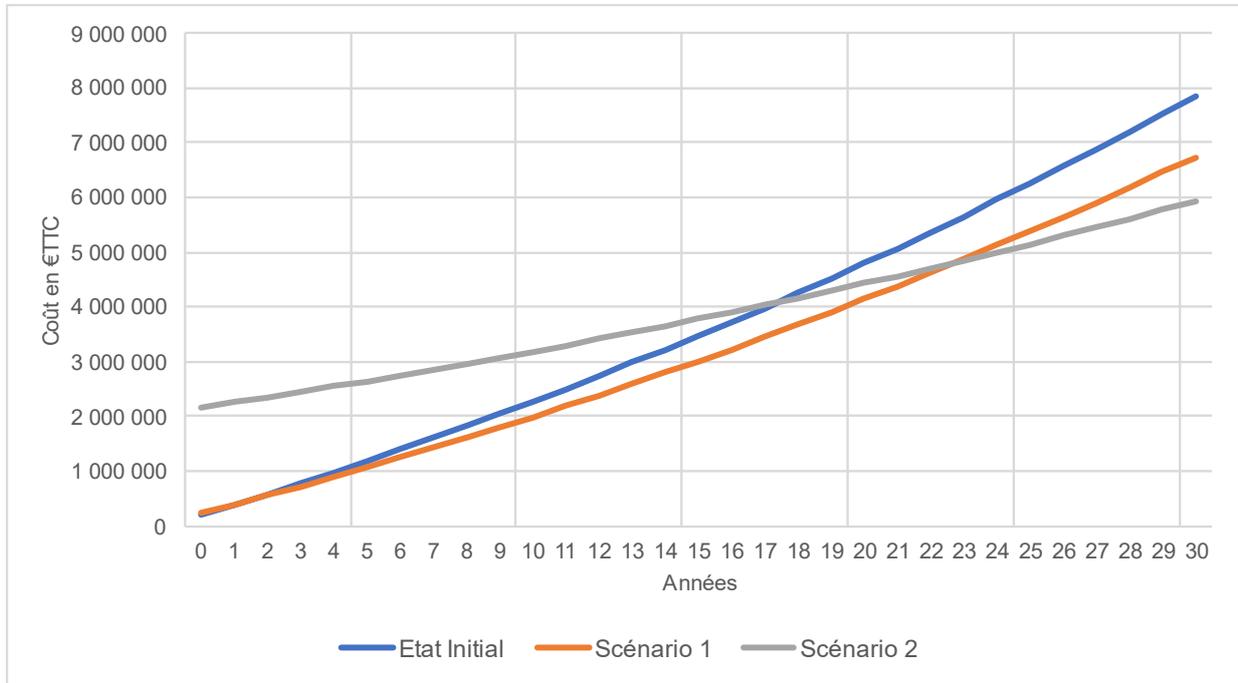


INDICATEURS ECONOMIQUES		Etat initial	SC1	SC2
Coûts travaux	€TTC travaux	-	60 000	2 067 000
CEE mobilisables	$kWhcumac$	-	84 000	6 644 765
	€	-	609	48 175
Dépenses énergie (P1)	€TTC/an	186 782	158 733	91 830
	<i>Ecart à l'état initial %</i>	-	15%	51%

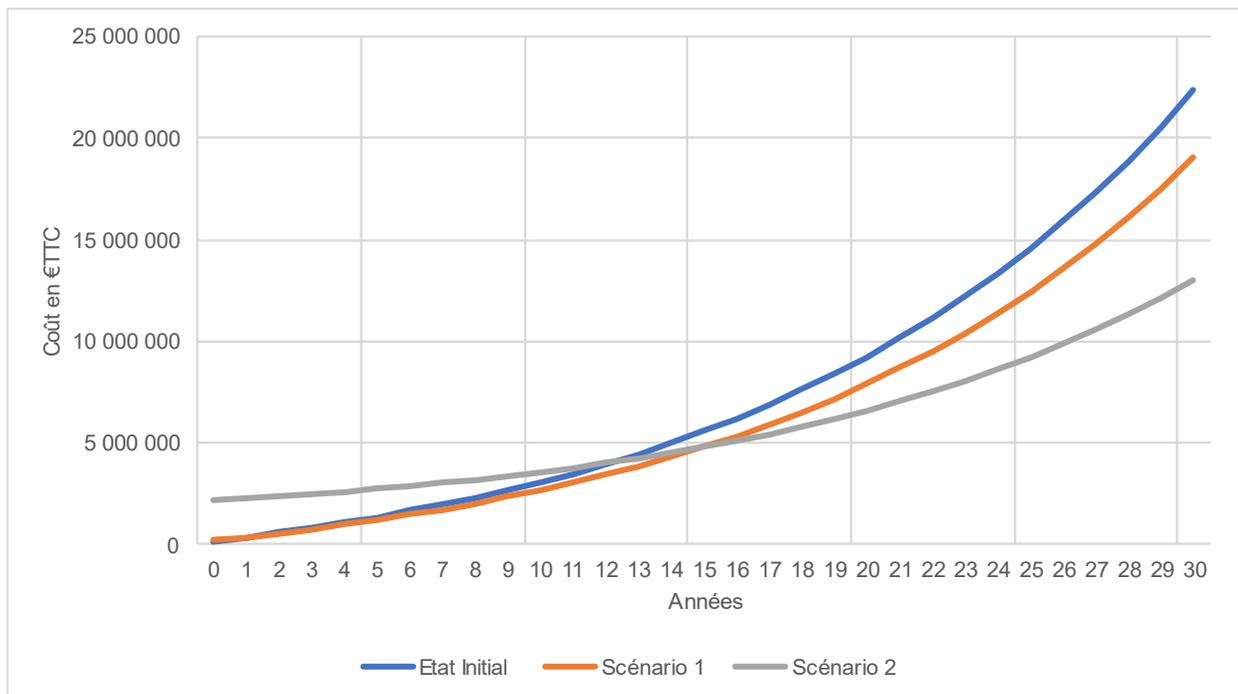
INDICATEURS FINANCIERS		Etat initial	SC1	SC2
Dépenses énergie (P1)	€TTC sur 30 ans	11 081 466	9 417 355	5 448 132
	<i>Evolution P1 4%/an</i>			
	€TTC sur 30 ans	33 983 760	28 880 397	16 707 897
	<i>Evolution P1 10%/an</i>			
Coût global actualisé y compris coûts travaux	€TTC sur 30 ans	7 865 473	6 744 309	5 934 009
	<i>Evolution P1 4%/an</i>			
	€TTC sur 30 ans	22 359 296	19 061 586	13 059 804
	<i>Evolution P1 10%/an</i>			
Retour sur investissement actualisé	Années	-	1	15
	<i>Evolution P1 4%/an</i>			
	Années	-	1	11
	<i>Evolution P1 10%/an</i>			

INDICATEURS D'EFFICIENCE		Etat initial	SC1	SC2
Coût de l'énergie économisée	€TTC travaux / kWh	-	<1	3
Coût du carbone évité	€TTC travaux / kgCO2	-	2	18

COÛT GLOBAL SUR 30 ANS, AVEC UN TAUX D'ÉVOLUTION DU COÛT DE L'ÉNERGIE CLASSIQUE



COÛT GLOBAL SUR 30 ANS, AVEC UN TAUX D'ÉVOLUTION DU COÛT DE L'ÉNERGIE EXTREME



9.4. Analyse relative au Décret Tertiaire

9.4.1. Identification des contraintes spécifiques

Plusieurs typologies de contraintes peuvent complexifier l'atteinte des objectifs énergétiques visés par le Décret Tertiaire : Contraintes techniques / architecturales / patrimoniales / coûts disproportionnés des actions par rapport aux gains d'énergie. Dans le cas où le site est concerné par cette situation, il est possible de demander une modulation de l'objectif, à justifier par le biais d'un dossier technique (date limite de dépôt : septembre 2026).

Le tableau ci-dessous permet d'identifier les contraintes selon leurs typologies pour le bâtiment étudié.

Contrainte décret tertiaire	
Contraintes techniques	
Les façades sont compatibles avec la mise en place d'une ITE	Oui
Les façades sont perspirantes (isolants végétaux : ouate de cellulose, fibre de bois...)	Non
Des équipements peuvent être implantés en façade (conduit fumée, groupe ext., ...)	Oui
Les planchers peuvent être isolés (absence de voute en pierre/moellon, plancher métallique...)	Oui
Le retour d'isolant sur les fenêtres est simple à mettre en œuvre	Oui
La surface extérieure est suffisante pour la mise en place de technologies renouvelables (ex : forage géothermique, silos bois...)	Non
La hauteur sous plafond est inférieure à 2,7 m	Oui
Contraintes architecturales	
Des échafaudages peuvent être installés sans empiéter sur la propriété voisine	Oui
Les façades sont ouvragées ou complexes	Oui
Les menuiseries sont homogènes	Oui
Les descentes EP sont simples à modifier	Non
Des entrées d'air sont présentes	Non
Contraintes patrimoniales	
Le bâtiment est classé	Non
L'année de construction du bâtiment est antérieure à 1930 (bâtiment qualitatif) ou le bâtiment est constitué de matériaux nobles (pierre de taille/brique/ardoise/zinc)	Non
Le bâtiment dispose de surélévations ou d'extensions	Non
L'environnement du site présente une valeur patrimoniale importante	Non
Contrainte de rentabilité	
Les interventions sur le bâti ont un temps de retour sur investissement supérieur à 30 ans	Oui
Les interventions sur les équipements ont un temps de retour sur investissement supérieur à 15 ans	Non
Les interventions sur les systèmes d'optimisation et d'exploitation ont un temps de retour sur investissement supérieur à 10 ans	Non

- L'évaluation de la valeur patrimoniale de l'environnement est réalisée grâce à l'Atlas du Patrimoine : <http://atlas.patrimoines.culture.fr/atlas/trunk/>

10. ANNEXES

10.1. Détails des résultats de l'étude

10.1.1. 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
Consommation brute annuelle [kWh _{EP} .an]	2 526 371	2 149 475	1 398 739
Consommation surfacique annuelle [kWh _{EP} .m ² _{SP} .an]	221	188	123
Ecart par rapport à l'état initial [%]	-	-15%	-45%

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.

Les calculs détaillés sont présentés en annexe.

10.1.2. 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

10.1.3. 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 Energétique Statique (SES).

Le choix de la méthode utilisé 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 Energétique Dynamique (SED)

L'outil de SED utilisé est le logiciel Pléiades+Comfie. Il permet de modéliser numériquement le site en 3D via le modeleur. L'avantage de cet outil réside dans la finesse du calcul réalisé, prenant en compte un pas de temps de simulation de 30minutes 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.



Simulation Energétique Statique (SES)

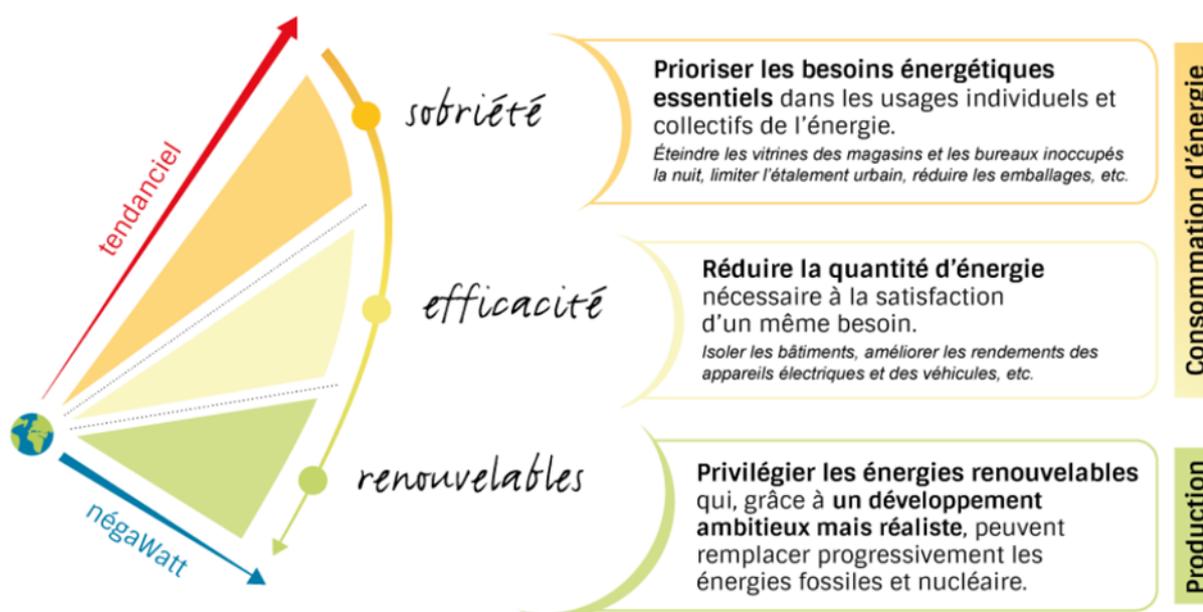
Contrairement à la modélisation SED, cette modélisation ne s'appuie pas sur un logiciel, mais sur un outil de calcul développé en interne conformément aux règles de l'art reconnues par le COSTIC. Aucune modélisation 3D n'est réalisée, les paramètres (enveloppe / systèmes / usages) sont rentrés à la main 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.

10.1.4. 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 :



©Association négaWatt - www.negawatt.org

10.1.5. 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

Source : ADEME

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 ²	DT ³
	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

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.

² 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.

³ 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.

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 ⁴	DT ⁵
	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

⁴ 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.

⁵ 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.

10.2. Aide à la compréhension de l'étude

10.2.1. 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 maitrise d'ouvrage est la personne physique ou morale choisie par le maitre 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 : <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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.
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 bouche 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'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 (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 inclue 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 au maître d'ouvrage au moment de la signature du contrat. L'énergie est gérée par l'exploitant mais possédée par le maître d'ouvrage, avec un coût reflétant les consommations réelles. Le P3 et P4 peuvent être inclus en complément.
Marché à forfait	MF	-	Le marché forfait inclue 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

10.2.2. 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	2	1	0
	Très Performant	Performant	Energivore	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		Effet Joule direct	
	PAC Air/Eau, Air/Air ou Eau/Eau		Radiants gaz ou électriques	
	Réseau de chaleur Urbain ou Privé			
Régulation centrale	Loi d'eau + thermostat d'ambiance 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	
Eau Chaude Sanitaire (faible consommation)	Ballon électrique			Stockage surdimensionné
				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

Eléments	3	2	1	0
	Très Performant	Performant	Energivore	Très Energivore
		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

10.3. Récapitulatif des réglementations

10.3.1. 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.

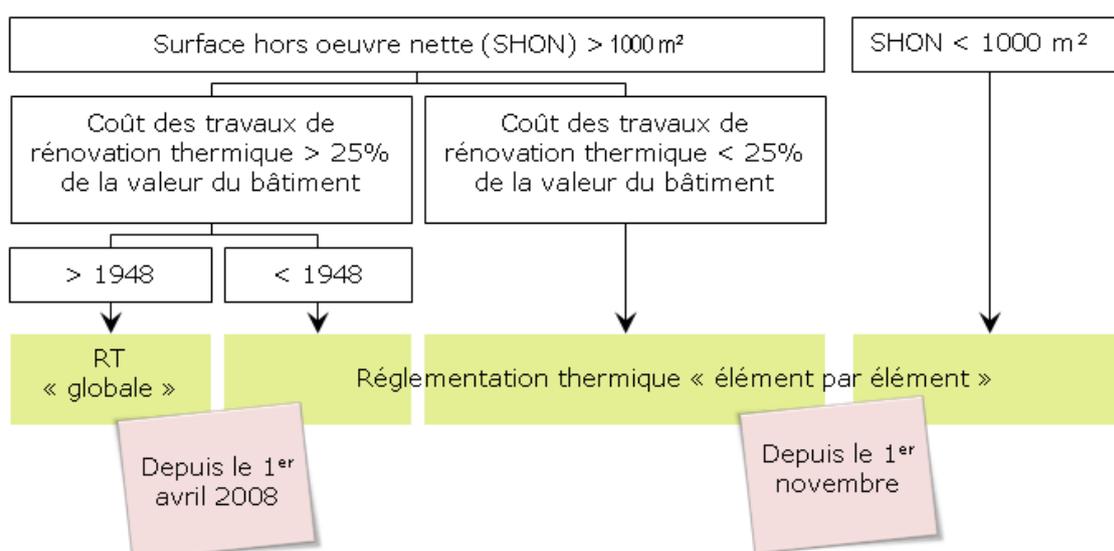
Ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.

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 1 709 €^{HT}/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} janvier 2024).

⁹ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.13, mis à jour le 1^{er} janvier 2024.



10.3.2. 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 supérieure 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 l'année 2022, 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/>

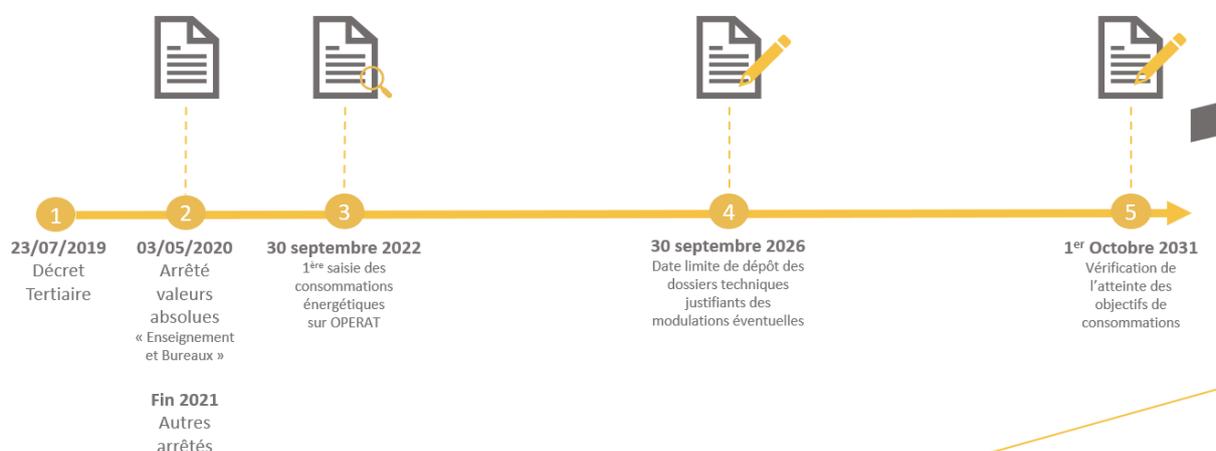
¹¹ Décret tertiaire : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251>

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.

10.3.3. 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 assujéti 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.

10.3.4. Règlementation 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'à environ 2030 (entre 2029 et 2032 selon les catégories et puissances d'équipement). Ces gaz seront interdits d'installation à cette date.

Cette réglementation a été votée au parlement européen le 29 janvier 2024 et est parue au Journal Officiel de l'Union Européenne le 20 février.

Elle concerne les installations neuves et existantes, utilisant des fluides frigorigènes. Le texte complet est disponible ici :

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202400573&qid=1708437689409

Sur le bâtiment principal, plusieurs installations sont concernées :

- Groupe d'eau glacée sur la toiture du restaurant
- La majorité des splits systèmes du bâtiment

10.3.5. 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.

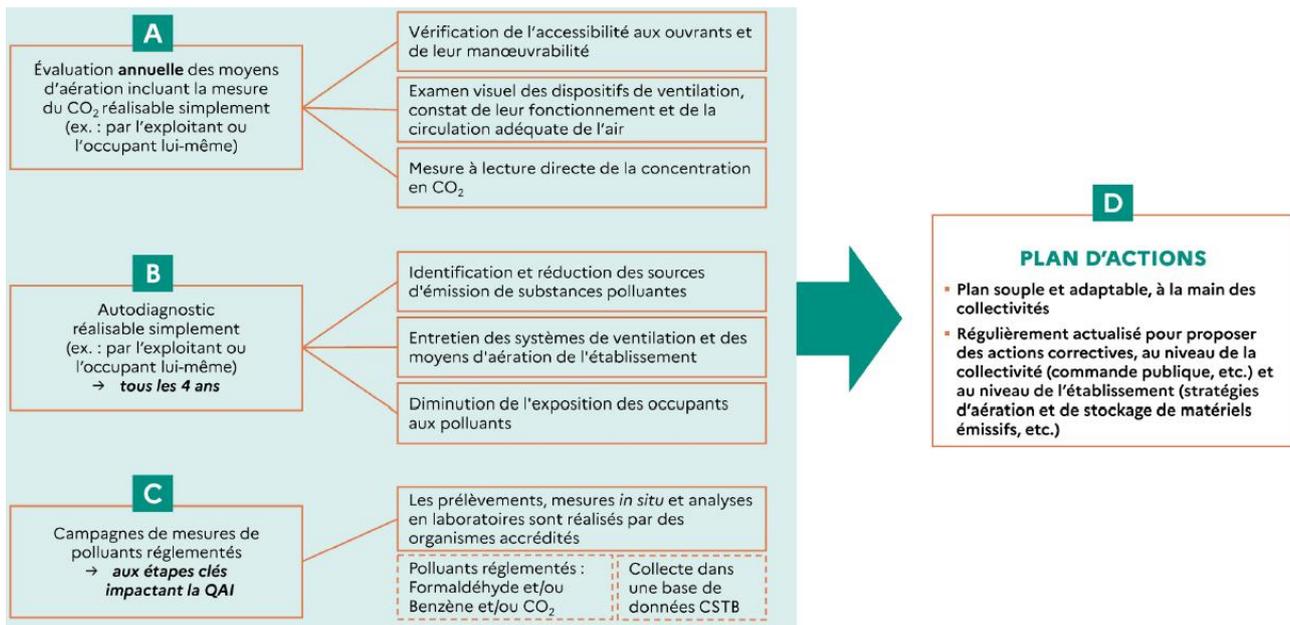
Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1er janvier 2023 sont ceux accueillant des enfants :

- 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 :



10.4. Limites de prestation

10.4.1. 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.

10.4.2. 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.

10.4.3. 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 Toutes Dépenses Confondues (TDC) sur la base d'un programme de travaux complet.

10.4.4. 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 (Fonds Chaleur / AMI / Aides régionales / Aides locales) ne sont pas intégrées à ce stade.

10.4.5. 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

10.4.6. 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).