



CCI LYON METROPOLE
SAINT-ETIENNE ROANNE

CCI LYON METROPOLE SAINT-ETIENNE ROANNE

Bâtiment Gates



Audit énergétique



CCI LYON METROPOLE
SAINT-ETIENNE ROANNE



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

Maîtrise d'ouvrage

Jeff Lavagne – Responsable Patrimoine &
Moyens généraux
Palais du Commerce Place de la Bourse
21 Rue de la République, 69 002 Lyon
T. : 04 72 40 59 19
@ : j.lavagne@lyon-metropole.cci.fr

Assistant MOA

ALTEREA – Agence Lyon - SE
83-85 Bd Vivier Merle
69 003 Lyon
T. : 04 87 91 26 15

Edmond Commare

Chef de projet
@ : ecommarel@alterea.fr

SUIVI DU DOCUMENT

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	24/10/2024	Rapport d'audit : 1 ^{ère} version	CMIL	EDCO	EDCO

SOMMAIRE

1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE	4
2. ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS	9
2.1. Objectifs d'un audit énergétique et étapes méthodologiques	9
2.2. Conditions de réalisation de la visite et des relevés techniques du site	10
2.3. Documents mis à disposition	10
2.4. Hypothèses posées dans le cadre de l'étude	11
2.5. Paramètres d'étude	11
3. PRÉSENTATION DU SITE	12
3.1. Fiche identité	12
3.2. Plan du site et périmètre de l'audit énergétique	12
3.3. Informations détaillées d'occupation du site	13
3.4. Historique des travaux du site	14
4. ANALYSE ÉNERGETIQUE ET CARBONE	15
4.1. Usages énergétiques du site	15
4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage	15
4.2.1. Électricité	15
4.3. Analyse des consommations d'énergie	17
4.3.1. Consommations d'électricité	17
5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES	19
5.1. Enveloppe du bâti	20
5.2. Systèmes énergétiques	24
5.2.1. Décret BACS	24
5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance	24
5.2.3. Chauffage	25
5.2.4. Climatisation	29
5.2.5. Ventilation	31
5.2.6. Eau Chaude Sanitaire	32
5.2.7. Éclairage	33
5.2.8. Autres usages	35
5.3. Synthèse état des lieux techniques	36
6. MODELISATION ÉNERGETIQUE DU SITE	37
6.1. Analyse des déperditions thermiques	37
6.2. Analyse des consommations énergétiques simulées	40
7. OPPORTUNITÉ D'INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES SUR LE SITE	41

8. PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES	44
9. SCENARIOS DE TRAVAUX.....	46
9.1. Scénario 1 « Optimisation énergétique »	47
9.2. Scénario 2 « Maximisation énergétique »	48
9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux	49
9.4. Analyse relative au Décret Tertiaire	52
9.4.1. Positionnement des scénarios de travaux au regard du « Décret Tertiaire »	52
9.4.2. Identification des contraintes spécifiques	52
10. ANNEXES	54
10.1. Fiches descriptives des interventions.....	54
10.1.1. Intervention 1 : Mise en place d'une GTC	54
10.1.2. Intervention 2 : Mise en place d'une ITE	56
10.1.3. Intervention 3 : Nettoyage des naissances et des descentes d'eau de pluie	57
10.1.4. Intervention 4 : Remplacement des menuiseries	58
10.1.5. Intervention 5 : Remplacement des radiateurs et mise en place d'une programmation performante	59
10.1.6. Intervention 6 : Remplacement des luminaires éconergivores	60
10.1.7. Intervention 7 : Mise en place d'un système de ventilation mécanique	61
10.1.8. Intervention 8 : Mise en place de panneaux photovoltaïques	62
10.1.9. Intervention 9 : Mise en place d'un système de chauffage central de type VRV	63
10.2. Détails des résultats de l'étude	64
10.2.1. Consommation en énergie primaire	64
10.3. Méthodologie d'étude.....	65
10.3.1. Déroulé de la prestation.....	65
10.3.2. Méthodologie de simulation énergétique.....	65
10.3.3. Stratégie d'économies d'énergie	66
10.3.4. Coefficients de conversion des énergies.....	67
10.4. Aide à la compréhension de l'étude	70
10.4.1. Lexique	70
10.4.2. Légende de notation	76
10.5. Récapitulatif des réglementations	79
10.5.1. Réglementation thermique des bâtiments existants.....	79
10.5.2. Décret Tertiaire	80
10.5.3. Décret BACS.....	82
10.5.4. Règlementation F-GAZ	83
10.5.5. Traitement de l'air	85
10.6. Limites de prestation.....	87
10.6.1. Niveau de détail de l'étude	87
10.6.2. Exhaustivité des informations	87
10.6.3. Chiffrage des préconisations	87

10.6.4. Chiffrage des subventions	87
10.6.5. Calcul en coût global	88
10.6.6. Evolutions réglementaires	88

1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

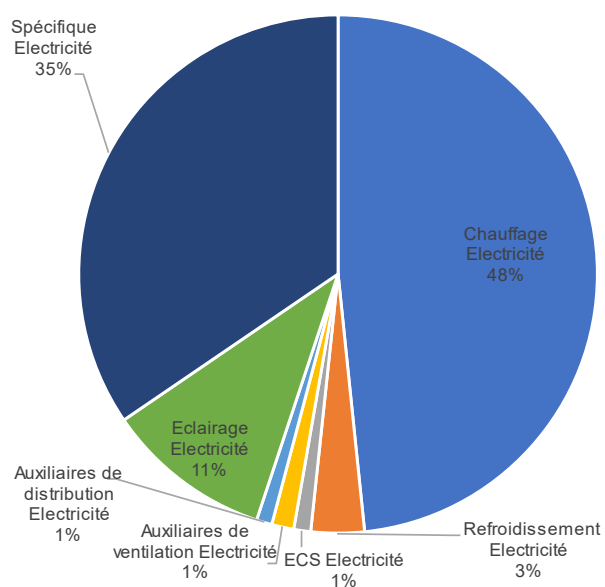
IDENTITÉ DU SITE		
	Nom du site :	GATE Lyon-Saint-Etienne
	Adresse :	93 Chemin des Mouilles, 69130 Écully
	Année de construction :	1977
	Année de rénovation :	-
	Nombre de bâtiments :	1
	Nombre de niveaux :	2
	Surface de plancher (SDP) :	3 358 m ² _{SDP}
	Usage du site :	Enseignement universitaire et recherche
	Effectifs du site :	450 personnes
	Horaires d'ouverture :	8h – 18h

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DE L'ENVELOPPE ET DES SYSTÈMES		
Poste technique	Points forts	Points faibles
Enveloppe du bâti	Les toitures terrasses ont été refaites au cours des dix dernières années Les menuiseries du R+1 ont été remplacées entre 2010 et 2013. Elles sont performantes.	Murs sur extérieurs faiblement isolés Menuiseries du RDC d'origines et peu performantes
Systèmes thermiques	Production de chaleur et de climatisation de la partie école performante	Production de chaleur électrique : plancher chauffant hors service et radiateurs électriques d'ancienne technologie
Systèmes de ventilation	Quelques locaux sont ventilés mécaniquement	La majorité du renouvellement d'air se fait naturellement par ouverture de fenêtres et défaut d'étanchéité. Sensation d'humidité rapportée par l'accompagnant en visite.
Pilotage énergétique	Régulation et pilotage des planchers chauffants par des thermostats (programmation horaire et pilotage des températures de consignes)	Absence de programmation horaire sur la ventilation et les radiateurs électriques

ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE - ETAT INITIAL

Années considérées :	2018/2019				
Consommation d'énergie :	294 663	<i>kWh EF/PCI</i>			
	88	<i>kWh EF/PCI/m²SP .an</i>			
Emission carbone :	6,3	<i>kgCO2/m²SP .an</i>			
Dépenses énergétiques (P1) :	40 074	€ TTC/an	Dont électricité	40 074	€ TTC/an
Dépenses de maintenance (P2) :	0	€ TTC/an			
Dépenses de renouvellement (P3) :	0	€ TTC/an			

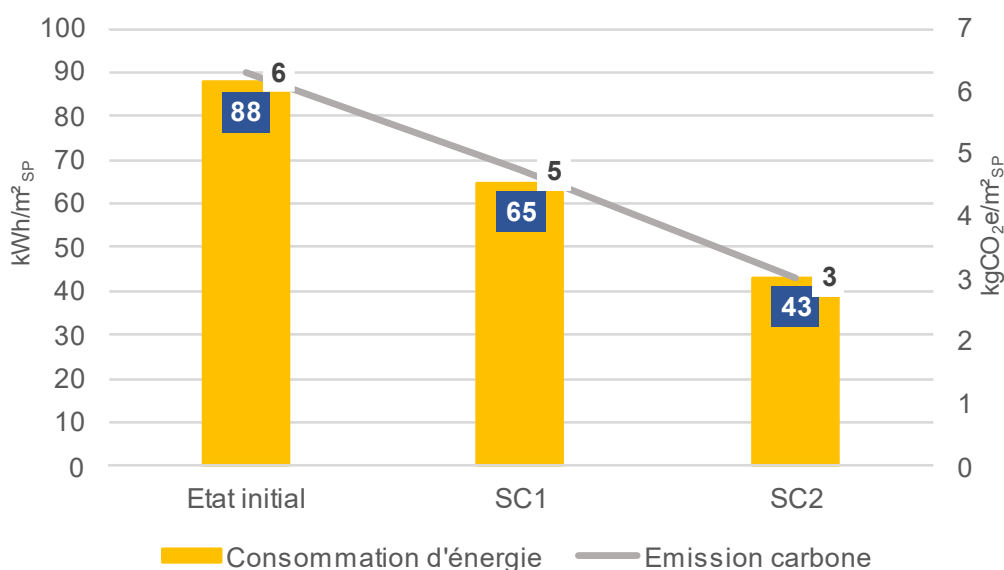
Répartition des consommations d'énergie finale par poste :



PRECONISATIONS D'AMELIORATION				
Programmes de travaux			SC1	SC2
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'une GTC	X	X
	2	Mise en place d'une ITE	Hors scénario	Hors scénario
TRAVAUX SUR LE BATI	3	Nettoyage des naissances et des descentes d'eau de pluie	X	X
	4	Remplacement des menuiseries		X
	5	Remplacement des radiateurs et mise en place d'une programmation performante	X	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	6	Remplacement des luminaires énergivores		X
	7	Mise en place d'un système de ventilation mécanique		X
	8	Mise en place de panneaux photovoltaïque	X	X
	9	Mise en place d'un système de chauffage central de type VRV		X

SYNTHESE DES SCENARIOS DE TRAVAUX

Indicateurs de performance		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	kWh_{EF}/m^2_{SP}	88	65	43
	<i>Ecart annuel %</i>		-26%	-51%
Emission carbone	kg_{CO_2}/m^2_{SP}	6	5	3
	<i>Ecart annuel %</i>		-25%	-52%
Coûts travaux	€ ^{HT} travaux		482 000	1 086 000
Dépenses énergie (P1)	€ ^{TTC} /an	40 074	26 536	16 566
	<i>Ecart annuel %</i>	-	-34%	-59%
Retour sur investissement	Années Evolution P1 4%/an		29	>30
	Années Evolution P1 10%/an		18	21
Réglementation thermique		Etat initial	SC1	SC2
Réglementation thermique applicable			RT Eléments	RT Eléments
Atteinte du Niveau de performance BBC Effinergie Rénovation			Non	Non

Plan de progrès


DECRET BACS	
Le site est-il assujetti au décret BACS ?	Oui
Une mise en conformité avant le 1er janvier 2025 ou le 1er janvier 2027 est-elle nécessaire ?	Mise en place d'un système de pilotage central à l'horizon 2027.

DECRET TERTIAIRE			
Le site est-il assujetti au Décret Tertiaire ?			Oui
Situation de référence			
Année de référence :		Non connue	
Consommation de référence :		104	kWh _{EF.PCI} /m ² _{SP} .an
Ecart entre l'année de référence et l'état initial :		19%	%
Objectifs de consommation 2030 / 2040 / 2050 et comparaison avec les scénarios de travaux			
	2030	2040	2050
Ecart cible à l'état initial pour respecter les objectifs décret tertiaire (%)	-	-41%	-52%
Scénario 1	✓	✗	✗
Scénario 2	✓	✓	✓

CONCLUSION
<p>Le bâtiment a été construit en 1977. L'enveloppe du bâti est moyennement performante bien que des rénovations courantes ces dix dernières années ont permis de limiter les déperditions (menuiseries du R+1 remplacées et toitures terrasses isolées). Les systèmes de chauffage sont majoritairement vétustes. En effet, le plancher chauffant électrique est hors d'usage et certains radiateurs électriques sont vieillissants. Le bâtiment est donc chauffé uniquement par les radiateurs. Aucune régulation centrale n'est présente sur les radiateurs afin d'éviter les dérives de consommations (oubli de coupure des radiateurs par les usagers la nuit). En revanche, les bureaux de l'école et les salles de travail sont chauffés et refroidis par des systèmes performants.</p> <p>La consommation du site est de 88 kWh_{EF}/m² pour l'état initial (en occupation normale). Le bâtiment étant actuellement vacant, le confort des usagers n'a pas pu être recueilli.</p> <p>L'optimisation de la régulation de chauffage constitue un levier d'action majeur. Ainsi, le scénario 1 propose le remplacement des radiateurs électriques qui arrivent à la fin de leur durée de vie par des radiateurs électriques plus performants équipés de fils pilote. Couplés à des thermostats d'ambiance dans chaque pièce, il sera possible de programmer l'allumage et la coupure du chauffage et de limiter les températures de consignes accessibles aux usagers. Ce système permettra de limiter les dérives de consommations. La mise en place d'une installation photovoltaïque est intégrée au scénario 1. En effet, le site présente des consommations électriques non négligeables hiver comme été. La mise en place de panneaux photovoltaïques en autoconsommation avec revente de surplus propose un temps de retour sur investissement intéressant.</p> <p>Le scénario 2 propose une réhabilitation complète du bâtiment. Il traite l'amélioration du bâti avec le remplacement des menuiseries afin de limiter les déperditions. Il traite également l'amélioration des systèmes (systèmes de production de chaleur, ventilation, éclairage ...).</p> <p>L'isolation thermique par l'extérieur ne sera pas incluse dans les scénarii du fait de la présence déjà existante d'une isolation par l'intérieur. Le gain énergétique et l'intérêt économique sont donc limités.</p> <p>Afin de répondre au décret BACS, il sera nécessaire de mettre en place une GTB à l'échelle du site.</p>

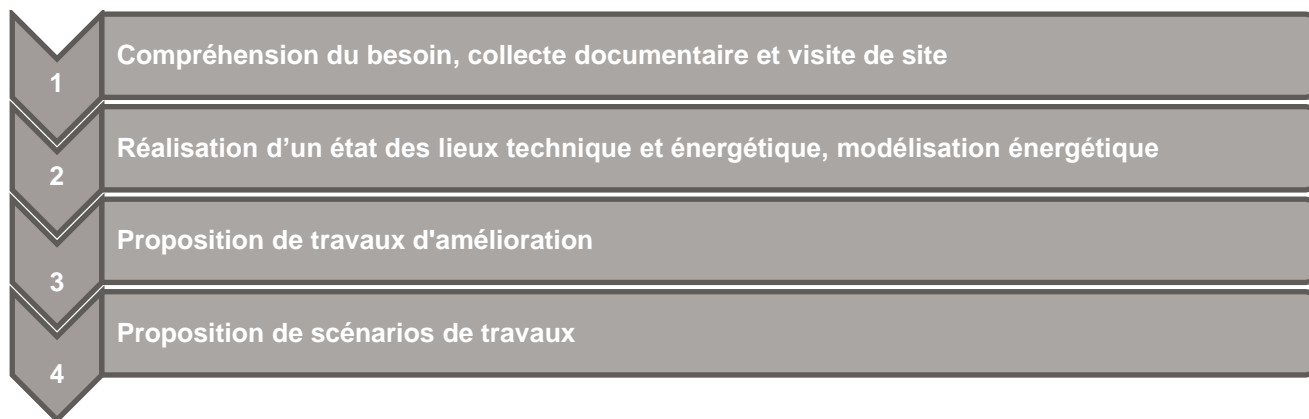
2. ELEMENTS METHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS

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 :	26/09/2024
Auditeur ALTEREA :	Corentin MILLET
Accompagnateur(s) :	Christophe GRELAIT – Coordinateur Sécurité Pôle Patrimoine et Moyens Généraux
Conditions climatiques :	Text. = 15°C, Pluvieux
Chauffage en fonctionnement lors de l'intervention :	Non
Climatisation en fonctionnement lors de l'intervention :	Non
Difficultés et anomalies rencontrées lors de la visite :	Site vacant et en partie inoccupé. L'accès à la toiture principale n'a pas été possible (nécessite une échelle et un temps non pluvieux)

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 2018-2020	X
	Consommations annuelles - période 2010-2022	
	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 et plans	X
	Etudes techniques et énergétiques antérieures : audits énergétiques	X

2.4. Hypothèses posées dans le cadre de l'étude

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

Informations manquantes	Hypothèses considérée	Source
Performance isolation toiture	R de 4,50 m².K/W	D'après l'année de rénovation (~2014)
Paramètres de régulation des radiateurs	22°C de 7h à 19h Réduit à 18°C en dehors de ces plages	Retour d'expérience

2.5. Paramètres d'étude

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

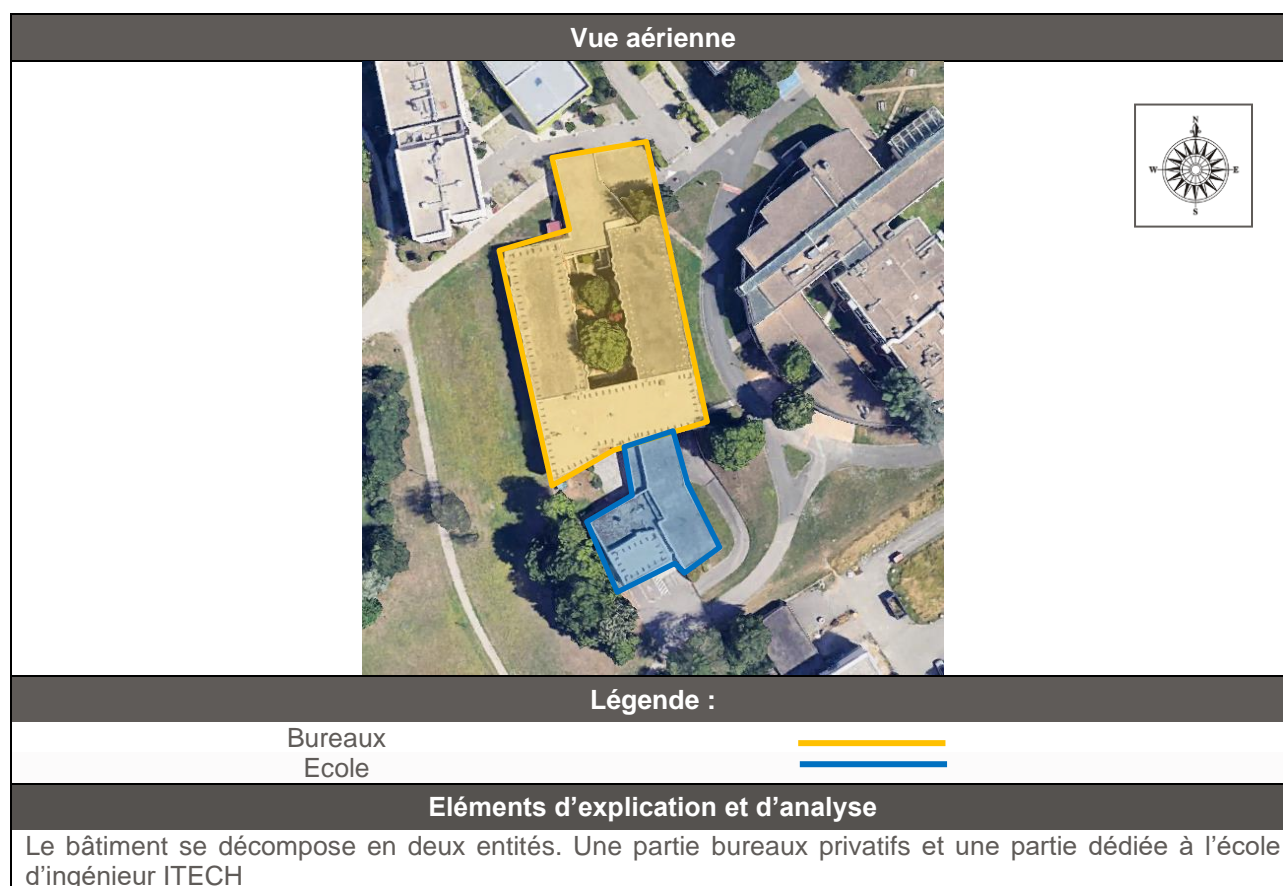
Donnée	Paramètres	Source
Station météo considérée	Lyon Bron – Eté chaud	
Outil de simulation utilisé	Outil de simulation thermique dynamique	
Prix unitaire de valorisation des CEE	7,25 €/MWh _{CUMAC}	Registre National des Certificats d'Economies d'Energie (EMMY)
Prix de l'énergie considéré préconisations et les scénarios	13,6c€/kWh	Prix moyen janvier à mai 2022
Evolution du prix de l'énergie pour le calcul en coût global – Hypothèse basse	4%	Cahier des charges UGAP
Evolution du prix de l'énergie pour le calcul en coût global – Hypothèse haute	10%	Cahier des charges UGAP
Evolution du prix maintenance/renouvellement	2%	Cahier des charges UGAP

3. PRESENTATION DU SITE

3.1. Fiche identité

Identité du site			
	Nom du site :	GATE	Lyon-Saint-Etienne
	Adresse :	93 Chemin des Mouilles, 69130 Écully	
	Année de construction :	1977	
	Année de rénovation :	-	
	Nombre de bâtiments :	1	
	Nombre de niveaux :	2	
	Surface de plancher (SDP) :	3 358 m ² _{SDP}	
	Usage du site :	Enseignement universitaire et recherche	
	Effectifs du site :	450 personnes	
Horaires d'ouverture :		8h – 18h	

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



3.3. Informations détaillées d'occupation du site

Catégorie	Effectifs	Commentaires
Personnel	250 personnes	
Etudiants	200 élèves	

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

Eléments d'explication et d'analyse	
Les locaux de bureaux et les salles de cours sont majoritairement occupés de 8h à 18h.	

3.4. Historique des travaux du site

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

Travaux réalisés ou programmés :	Localisation	Année de réalisation
Construction du site		1977
Remplacement des menuiseries du R+1		2011/2012
Reprise des toitures		Entre 2014 et 2024
Eléments d'explication et d'analyse		
Les menuiseries du R+1 et certaines menuiseries du RDC ont été remplacées entre 2011 et 2012. Les toitures ont été refaites au cours des dix dernières années.		

4. ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE

4.1. Usages énergétiques du site

Usage	Electricité
Chauffage	X
Refroidissement	X
ECS	X
Auxiliaires	X
Eclairage	X
Ventilation	X
Usages spécifiques	X

4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage

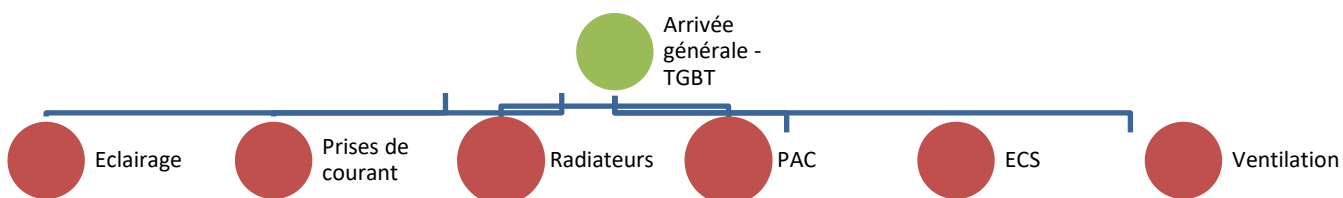
Ce chapitre présente, pour chaque vecteur énergétique :

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

4.2.1. Electricité

Titulaire contrat	N° PDL / PRM	Zones / Usages desservis	Fournisseur	Puissance souscrite	Contrat adapté
NC	30001911605039	Ensemble du bâtiment	Total Energies	226,52 kVa	Oui

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 seul compteur général qui dessert l'ensemble du bâtiment. Aucune présence de sous-compteur pour l'électricité.

Dans le cadre du décret BACS, il sera nécessaire de monitorer la performance réelle des radiateurs et des PAC. Afin d'identifier les éventuelles dérives de consommations, il est préconisé la mise en place de sous-compteurs électriques dans chaque TD.

Les données des sous-compteurs seront remontées sur la GTB.

4.3. Analyse des consommations d'énergie

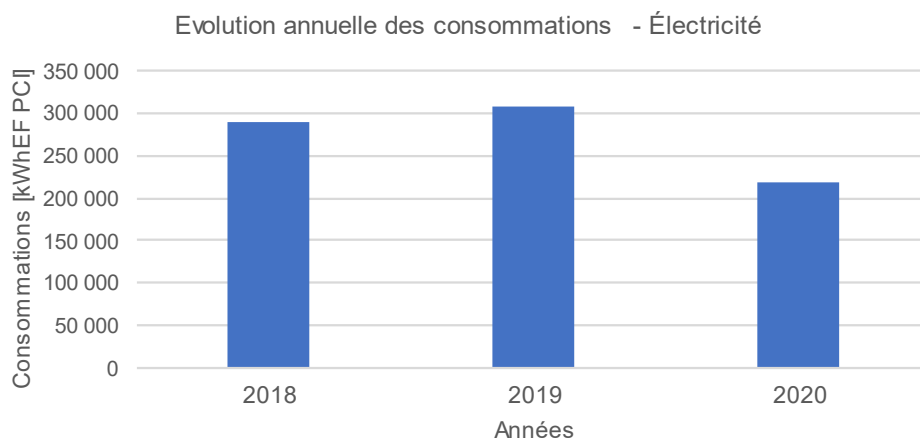
Les consommations d'énergie historiques du site sont présentées dans ce chapitre, sur la base des données transmises par la MOA dans le cadre de cette étude. Elles sont complétées par plusieurs indicateurs, avec par exemple les émissions carbone ou encore les dépenses énergétiques.

Dans la plupart des cas, les consommations d'énergie sont présentées brutes, c'est-à-dire telles qu'elles apparaissent sur les factures énergétiques. Elles n'ont pas été corrigées des variations climatiques. Pour quelques situations particulières (par exemple pour le bois-énergie), les données d'entrée transmises ont été transformées en kWh_{EF} à partir des coefficients de conversion présentés en annexe (10.3.4 Coefficients de conversion des énergie).

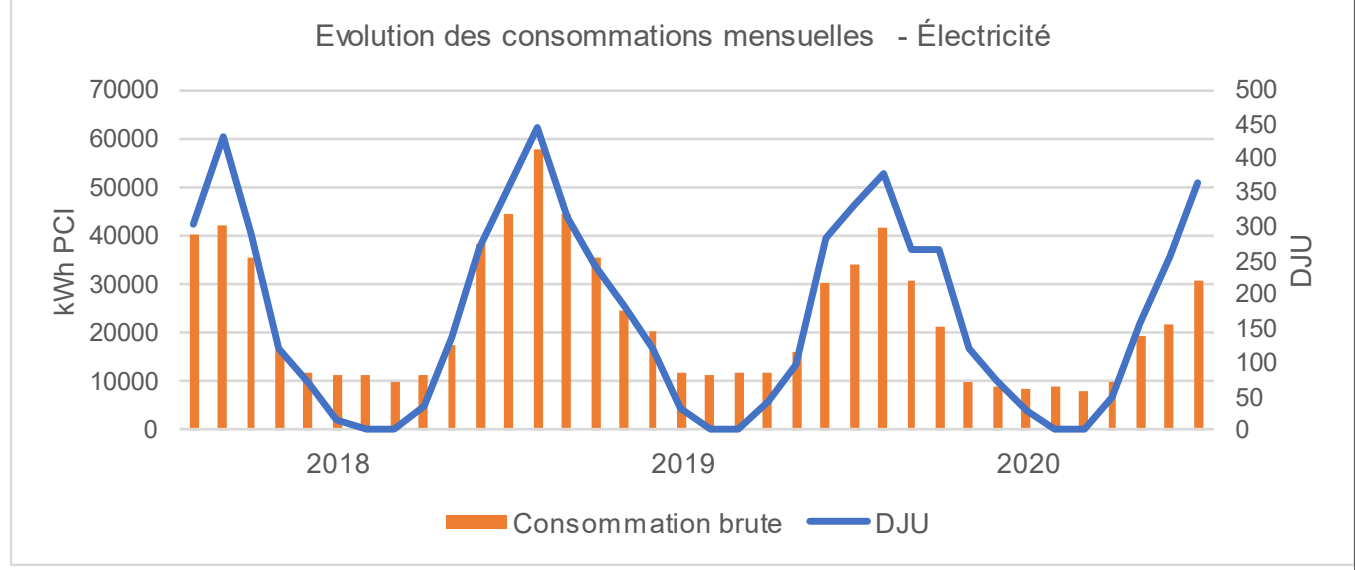
4.3.1. Consommations d'électricité

Consommations énergétiques réelles	2018	2019	2020	Moyenne classique
Consommations (kWh _{EF PCS})	289 986	308 999	217 930	272 305
Consommations (kWh _{EF PCI})	289 986	308 999	217 930	272 305
Ratio surfacique de consommation (kWh _{EF PCI} /m ² _{SDP})	86	92	65	81
Emissions de CO ₂ (kg _{éq-CO2})	18 559	19 776	13 948	17 428
Dépenses (€ ^{TTC})	39 287 €	39 287 €	39 287 €	39 287 €
Abonnement - R2 (€ ^{TTC})				
Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh _{PCI})	0,14 €	0,13 €	0,18 €	0,15 €

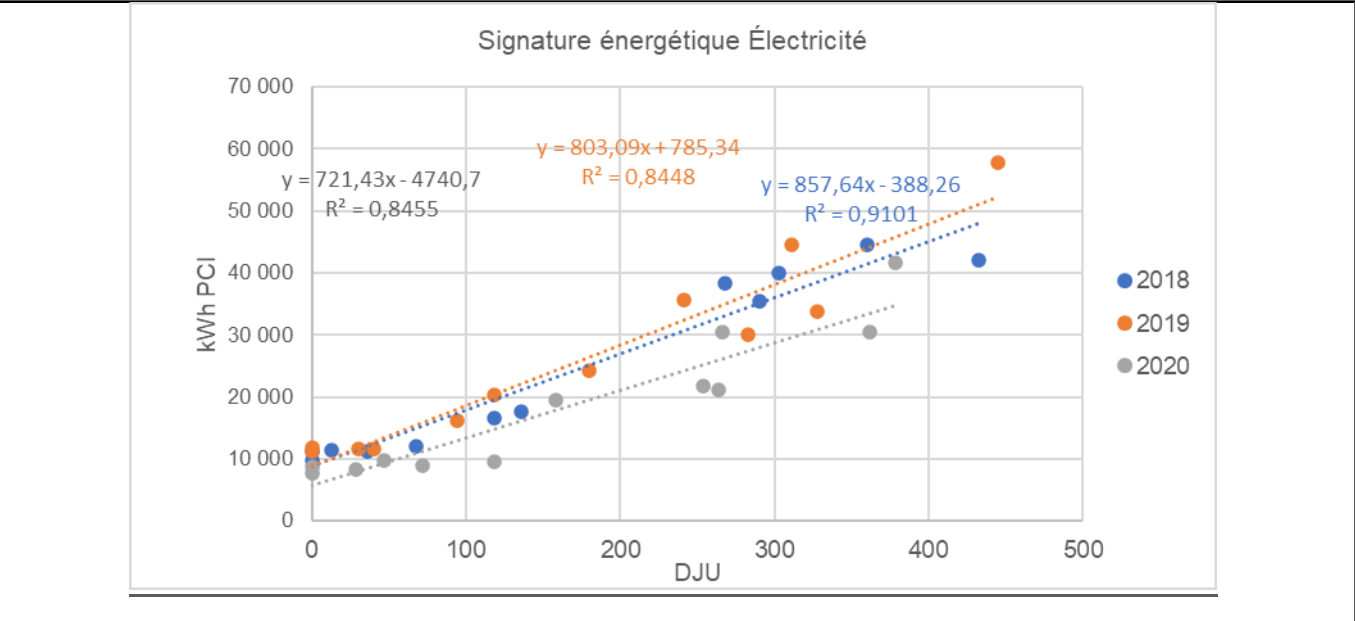
Evolution historique des consommations énergétiques réelles annuelles



Evolution historique des consommations mensuelles



Signature énergétique



Éléments d'explication et d'analyse

L'analyse des consommations a été réalisée sur les années 2018 à 2020. En revanche, le modèle a été simulé à partir des années 2018 et 2019 afin de se baser sur des consommations correspondantes à une utilisation normale du bâtiment. L'année 2020 a été écartée en raison de la crise du COVID-19.

Les consommations ont légèrement augmenté entre 2018 et 2019. Cette hausse peut s'expliquer par une légère hausse des DJU et par un potentiel changement de comportement des usagers.

On constate, grâce à la signature énergétique du site, que la variation des consommations est principalement liée à la variation des DJU.

Le coût unitaire de l'électricité est conforme à celui rencontré habituellement.

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	R	P	V
	Type :	Béton plein	1 238m²	1,84	1
	Epaisseur :	16 cm			
	Année :	1977			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	8 cm			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			
	Localisation :	Ensemble du site			

Menuiserie					
Fenêtre sur extérieur - 4/16/4		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage	271m²	1.60	3
		lame d'air 16 mm			
	Etanchéité :	Bonne			
	Remplissage :	Argon			
	Année :	2012			
	Occultation :	Volet roulant			
	Matériau occultation :	Textile			
	Position :	Nu intérieur			
	Fermeture :	Battante			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9			
Localisation :		Bureaux R+1 et certains bureaux du RDC (école)			
Fenêtre sur extérieur - 4/6/4		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Bois / Double vitrage	182m²	3.20	1
		lame d'air 6 mm			
	Etanchéité :	Faible			
	Remplissage :	Air			
	Année :	Non déterminée			
	Occultation :	Volet roulant			
	Matériau occultation :	Aluminium			
	Position :	Nu intérieur			
	Fermeture :	Battante			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9			
Localisation :		Bureaux RDC (hors école)			
Commentaire par équipement					
Fenêtre sur extérieur - 4/16/4		Les menuiseries du R+1 et de l'école ont été remplacées entre 2010 et 2013			

Plancher haut					
Toiture-terrasse		Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	1 997m ²	4,59	2
	Epaisseur :	16 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	18 cm (hypothèse)			
	Etanchéité :	Finition lourde (gravillons)			
	Année :	Non déterminée			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5			
	Localisation :	Toiture			

Commentaire par équipement	
Toiture-terrasse	<p>La plupart des toitures ont été reprises ces dernières années. Il a été supposé qu'elles ont également été isolées selon la valeur des CEE.</p> <p>En revanche, il a été constaté que lors de fortes pluies, l'eau stagne et ne s'évacue pas correctement. De la mousse a également été constatée sur certaines toitures.</p>

Plancher bas						
Plancher bas sur terre-plein			Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	1 904m²	0,09	1	1
	Epaisseur :	16 cm				
	Présence d'une isolation :	Non				
	Année :	1977				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	Sans objet				
	Localisation :		Ensemble du site			
Plancher bas sur extérieur			Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	60m²	1,84	1	1
	Epaisseur :	16 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Fibralith				
	Epaisseur d'isolation :	7 cm				
	Année :	Non déterminée				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3				
Localisation :		Plancher bas du R+1				

5.2. Systèmes énergétiques

5.2.1. Décret BACS

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

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


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

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

5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance

L'entretien du site ne se fait pas via une société externe.



5.2.3. Chauffage


Production de chaleur			
Production identique à l'émission		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du site	
	Energie :	Electricité	
	Technologie :	Production électrique (voir émission)	
	Utilisation :	Chauffage	
	Localisation :	Ensemble du site	
Pompe à chaleur		P	V
	Locaux desservis :	Salles de travail de l'école	
	Energie :	Electricité	
	Plage de performance :	3,5 > COP chaud >= 2,5	
	Type d'échange :	Air/air	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Type :	Détente directe	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Multiple	
	Nombre :	8	
	Utilisation :	Chauffage, Climatisation	
Localisation :		Salles de travail de l'école	

Commentaire par équipement	
Production identique à l'émission	L'étage du bâtiment, les amphithéâtres et les bureaux sont chauffés par un plancher chauffant et des radiateurs. Seule la partie école ne dispose pas de plancher chauffant
Pompe à chaleur	Les bureaux de l'école et les salles de travail du RDC sont chauffés et refroidis par des pompes à chaleur situées en toiture

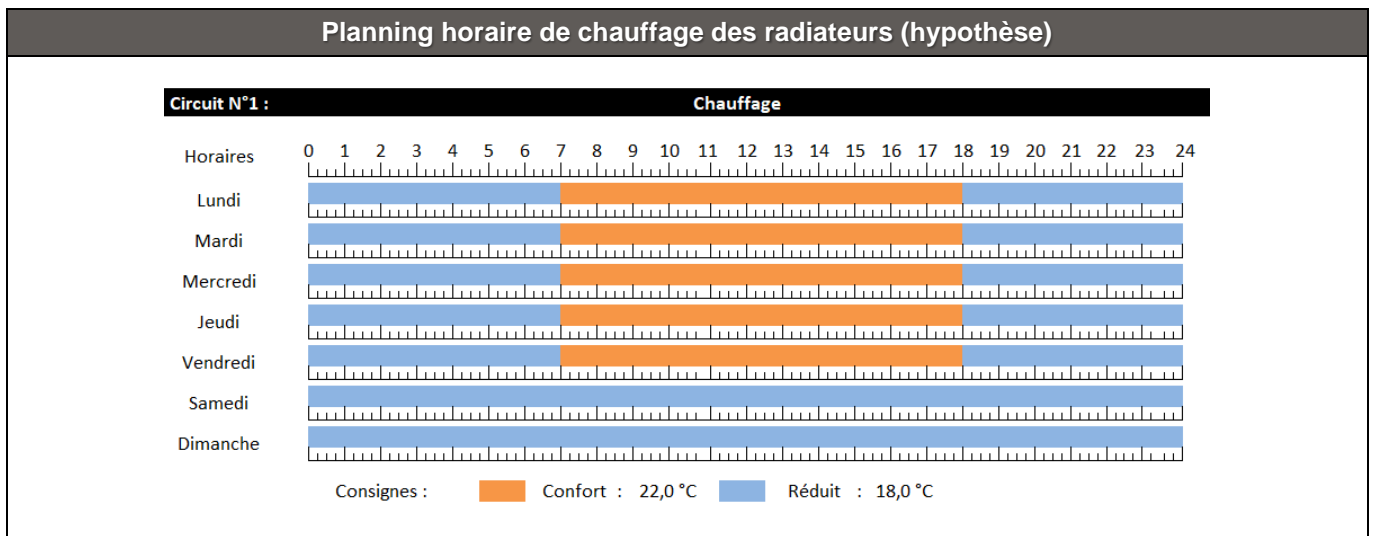
Emission de chaleur			
Plancher chauffant		P	V
	Locaux desservis :	Bureaux et circulation (hors école)	
	Energie :	Electrique	
	Technologie :	Plancher chauffant basse température	
	Année :	1977	
	Localisation :	Bureaux et circulation (hors école)	
Emetteurs électriques		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble des locaux	
	Technologie :	Convecteur NF	
	Puissance électrique unitaire :	1.5 kW	
	Localisation :	Ensemble des locaux	
Rideaux d'air chaud		P	V
	Locaux desservis :	Entrées du R+1	
	Energie :	Electrique	
	Technologie :	2 tubes (chauffage seul)	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	FRICO	
	Nombre :	2	
	Localisation :	Entrées du R+1	
Ventilo-convecteurs chaud		P	V
	Locaux desservis :	Salles de travail et bureaux de l'école	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Murale	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Multiple	
	Localisation :	Salles de travail de l'école	

Commentaire par équipement	
Plancher chauffant	Le plancher chauffant est hors service. A l'origine, il servait de système de chauffage de base et les émetteurs permettaient l'appoint si nécessaire. Actuellement, seuls les radiateurs permettent de chauffer les locaux.


Régulation terminale chauffage			
Régulation terminale - Radiateur		P	V
	Technologie :	Molette de réglage simple	
	Locaux desservis :	Ensemble des locaux	
	Localisation :	Ensemble des locaux	
Régulation terminale - Thermostat d'ambiance		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance programmable	
	Année :	Non déterminée	
	Locaux desservis :	Salles de travail de l'école	
	Localisation :	Salles de travail de l'école (ventilo-convecteurs)	


Régulation centrale chauffage			
Régulation centrale - Plancher chauffant		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance avec horloge	
	Programmation :	Information non disponible	
	Locaux desservis :	Ensemble des locaux (hors école)	
	Localisation :	Armoires divisionnaires	


Commentaire par équipement	
Régulation centrale Plancher chauffant	Des organes de régulation ont été repérés dans certaines armoires divisionnaires. Ils permettaient à l'origine de définir une température de consigne et une plage horaire de régulation. Les organes de régulation étaient à l'arrêt lors de la visite et le plancher chauffant plus utilisé sur les années d'étude. Les radiateurs ne possèdent aucune régulation centrale.






5.2.4. Climatisation

Production de froid			
Unité de climatisation		P	V
	Type :	Multisplit	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse, Façade	
	Locaux desservis :	Certains bureaux du R+1, salles serveur et les salles de travail de l'école	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Multiple	
	Nombre :	8	
Localisation :		Toitures et extérieur	

Emission de froid			
Ventilo-convecteurs froid		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Locaux desservis :	Certains bureaux du R+1, salles serveur et les salles de travail de l'école	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Murale	
	Marque :	Multiple	
	Localisation :	Certains bureaux du R+1, salles serveur et les salles de travail de l'école	



Régulation terminale froid			
Régulation terminale - Thermostat d'ambiance		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance programmable	
	Année :	Non déterminée	
	Locaux desservis :	Salles de travail de l'école	
	Localisation :	Salles de travail de l'école	

5.2.5. Ventilation




Equipement de ventilation			
Extracteurs simple flux - Locaux RDC 1/2		P	V
	Technologie :	Autoréglable	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	ATLANTIC	
	Modèle :	CRITAIR M9 N	
	Locaux desservis :	Locaux RDC	
	Nombre :	1	
Localisation :		Toiture	
Extracteurs simple flux - Locaux RDC 2/2		P	V
	Puissance électrique totale :	0.205 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	ATLANTIC	
	Modèle :	CRITAIR M7 I	
	Locaux desservis :	Locaux RDC	
Localisation :		Toiture	
Extracteurs simple flux - Bureaux CNRS R+1		P	V
	Puissance électrique totale :	0.115 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	France Air	
	Modèle :	C200	
	Locaux desservis :	Bureaux CNRS R+1	
Localisation :		Local technique	


Commentaire par équipement	
Extracteurs simple flux	Seuls les bureaux du RDC et les bureaux du CNRS au R+1 sont ventilés mécaniquement. Les autres locaux sont ventilés naturellement. L'extracteur « Locaux RDC 1/2 » est en mauvais état. La gaine d'aspiration est trouée.

5.2.6. Eau Chaude Sanitaire



Production ECS			
Ballon électrique - 200L		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	1	
	Type de production :	Production centralisée	
	Puissance électrique unitaire :	2.2 kW	2
	Volume :	200 L	2
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Sanitaires et douche R+1	
	Localisation :	Sanitaires RDC	
Ballon électrique - 15L		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	1	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Puissance électrique unitaire :	2 kW	2
	Volume :	15 L	2
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Laboratoire entrée RDC	
	Localisation :	Laboratoire entrée RDC	

5.2.7. Eclairage

Source d'éclairage			
Source éclairage intérieur - LED		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle, Ampoule	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	22 W	
	Position :	En saillie	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Electronique	
	Localisation :	Majorité des bureaux	
Source éclairage intérieur - Fluocompacte		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Technologie :	Lampe fluocompacte	
	Type de luminaire :	Ampoule	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	14 W	
	Position :	En saillie	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Localisation :	Ponctuellement dans quelques bureaux du R+1	
Source éclairage intérieur - T8		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Technologie :	Tube fluorescent T8	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	2	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	36 W	
	Position :	En saillie	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Localisation :	Certains bureaux (notamment au RDC)	

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

5.2.8. Autres usages

Autres usages			
Equipements de bureautique		P	V
	Type : Serveur informatique, PC fixe, Vidéoprojecteur, imprimante, photocopieur	2	2
	Localisation : Bureaux		
Equipements de cuisine		P	V
	Energie : Electricité		
	Type d'équipement : Lave-vaisselle, Micro-onde, Réfrigérateur	2	2
	Localisation : Salle de pause		

5.3. Synthèse état des lieux techniques

Synthèse

Le bâtiment a été construit en 1977. Il est vieillissant mais reste en bon état général. Actuellement, les bureaux du RDC et du R+1 sont inoccupés. Seule la partie école d'ingénieur est occupée.

Les toitures ont été reprises récemment, en revanche l'eau stagne régulièrement en toiture et de la mousse a été constatée sur certaines toitures. Il est nécessaire de venir, à minima, nettoyer les descentes d'eaux pluviales et si nécessaire de reprendre la pente des toitures.

D'un point de vue thermique, le bâtiment est moyennement déperditif. Le niveau de performance des murs est celui de l'époque avec la présence d'une légère isolation par l'intérieur.

Néanmoins, des travaux d'isolation et le remplacement de la moitié des menuiseries ont été entrepris au cours des 10 dernières années, contribuant à améliorer la performance globale de l'enveloppe.

A l'origine, le bâtiment est chauffé par un plancher électrique servant de système de base et par des radiateurs électriques servant d'appoint. Des thermostats d'ambiance et des horloges permettaient de régler les consignes de températures et les plages horaires de fonctionnement des planchers chauffants. Les planchers chauffants sont hors d'usage. Le bâtiment est donc chauffé uniquement par les radiateurs électriques sans régulation centrale. Ce système est énergivore et peut engendrer des dérives de consommations (radiateurs en fonctionnement permanent toute la journée et la nuit par exemple).

Les salles de travail et les bureaux de l'école sont chauffés et refroidis par des pompes à chaleur situées en toiture.

Certains locaux sont refroidis par des pompes à chaleur air/air : deux salles au R+1, les salles de travail des élèves, les bureaux de l'école et les salles serveur.

Le bâtiment est ventilé principalement de manière naturelle par ouverture des fenêtres et défaut d'étanchéité du bâtiment. Certains locaux sont ventilés mécaniquement par des VMC simple flux (les sanitaires, les salles de pause, bureaux du CNRS, les bureaux du RDC et de l'école).

Enfin, le bâtiment est majoritairement équipé de luminaires LED même si une proportion non négligeable de bureaux est équipée de luminaires T8 énergivores.

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)

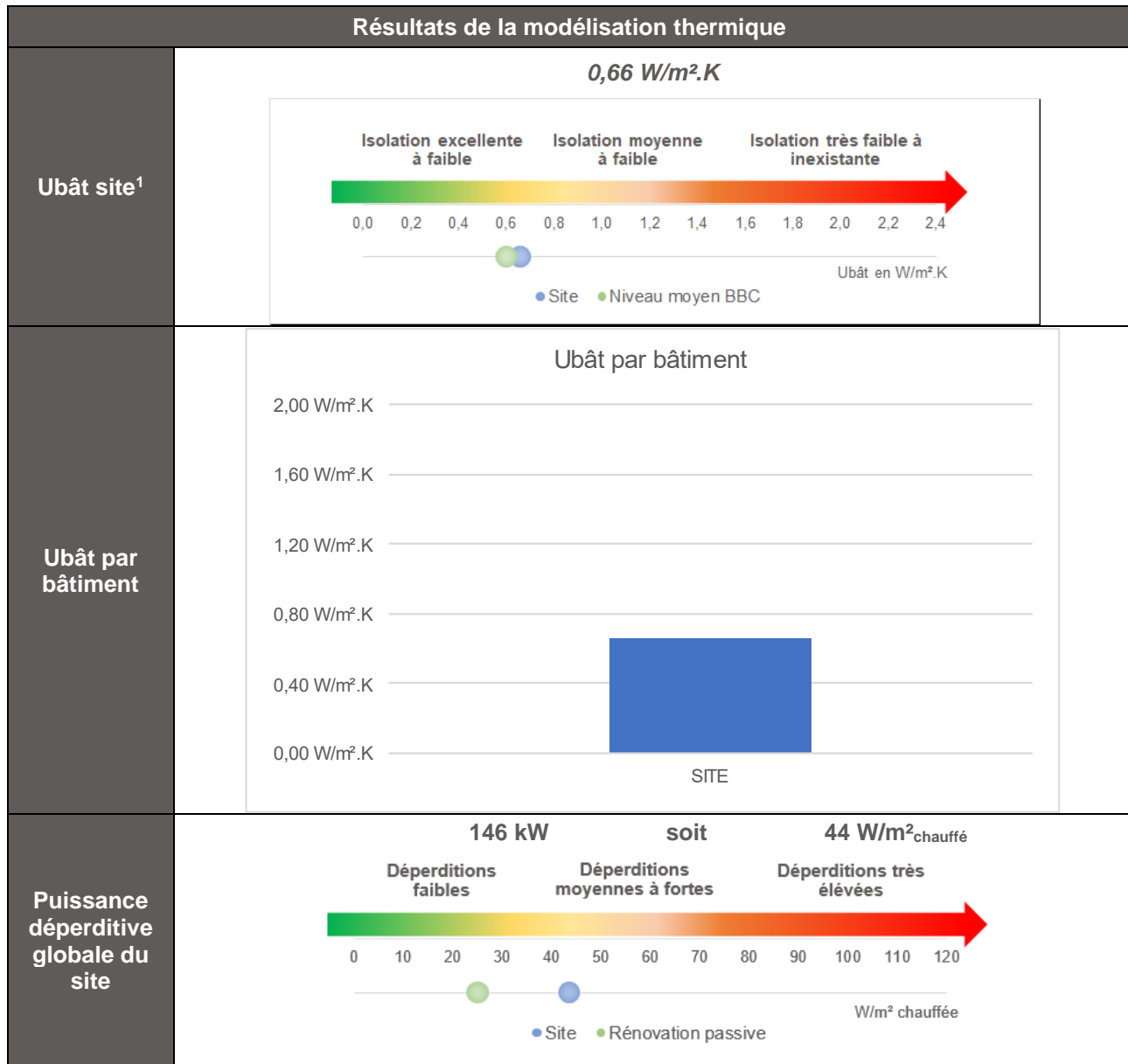
Cette modélisation intègre les caractéristiques techniques (bâti et système) collectées et relevées lors de la visite du site ainsi que l'usage du site décrits dans les précédents chapitres.

6.1. Analyse des déperditions thermiques

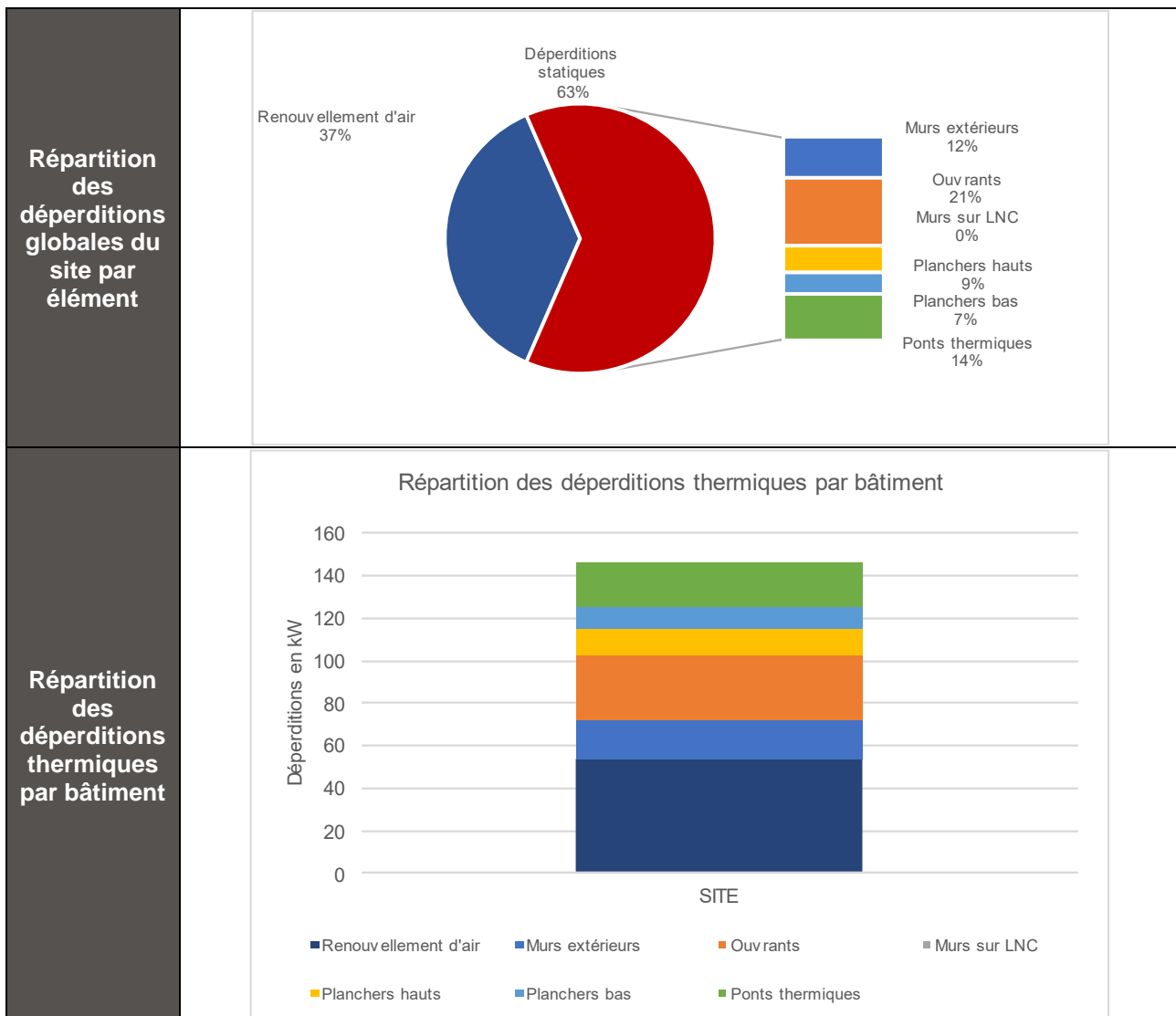
Les caractéristiques thermiques de chaque paroi sont décrites dans le chapitre précédent. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques complémentaires prises en compte dans la modélisation thermique :

Caractéristiques thermiques de l'enveloppe		
Surface chauffée	3 358 m ²	La surface chauffée représente 100% de la surface de plancher
Volume chauffé	8 676 m ³	Hauteurs sous plafond standard plutôt faibles
Inertie thermique	Moyenne	Inertie moyenne à cause de la présence d'une isolation par l'intérieur.
Ratio surface vitrée / façade	27%	Surface vitrée relativement importante.
Étanchéité à l'air	Faible	Faible étanchéité à l'air. Une forte proportion des menuiseries est d'ancienne technologie.
T° de chauffage	19 °C	Le calcul de déperdition prend en compte : $\Delta T = T_{\text{chauffage}} - T_{\text{base}}$
T° de base	-11 °C	

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



¹ Le Ubât est le coefficient standardisé de déperdition statique d'un bâtiment (hors pertes liées au renouvellement d'air). Il traduit la capacité d'un bâtiment à perdre sa chaleur à travers ses parois. Il est calculé à l'échelle d'un bâtiment en pondérant la performance thermique de chaque paroi par leurs surfaces. Le Ubât moyen constaté pour les projets tertiaires neufs respectant la RT2012 est de 0.4 W/m².K (source : étude CEREMA Performance du Bâti – 2018). Il est de 0.6 W/m².K pour les projets tertiaires labellisés BBC rénovation (source Observatoire BBC, sur un panel de 370 projets à l'échelle nationale).



Eléments d'explication et d'analyse

L'isolation récente des toitures terrasses, la bonne performance d'une majeure partie des menuiseries, la présence d'isolation au niveau des murs extérieurs et le plancher bas donnant sur terre-plein confèrent au site une performance d'enveloppe correcte.

Les points faibles du site résident au niveau des ponts thermiques, pouvant être traités par une isolation thermique par l'extérieur, et au niveau du renouvellement d'air du site qui est réalisé mécaniquement par des extracteurs simple flux ou par ouverture des fenêtres (renouvellement d'air non maîtrisé).

6.2 Analyse des consommations énergétiques simulées

Ce modèle a été calibré par rapport à la moyenne des consommations des années 2018 et 2019 pour refléter l'état initial (avec un écart maximal admissible de $\pm 5\%$ par rapport aux consommations réelles corrigées du climat). Pour rappel, les années 2020 et 2021 n'ont pas été considérées car jugées non fiables en raison du faible taux d'occupation des locaux.

Le coût de l'énergie pris en compte pour la suite de l'étude est de 0,136 €TTC /KWh, correspondant aux 5 premiers mois de l'année 2022.

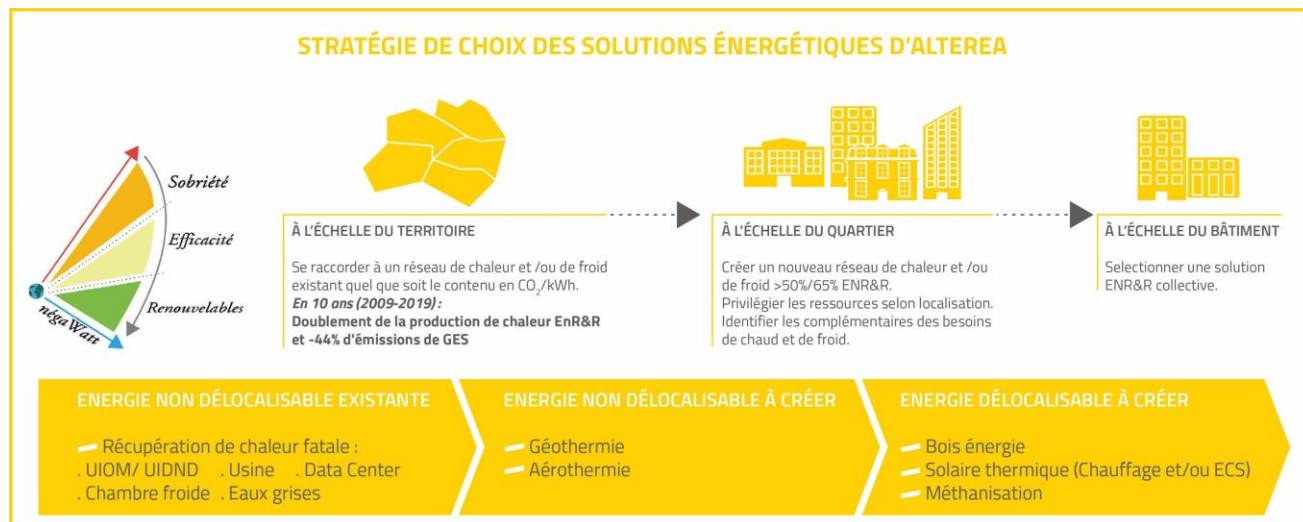
Le tableau ci-dessous présente la répartition des consommations énergétiques modélisées :

Résultats de la modélisation énergétique : répartition des consommations par poste					
Usage	Energie	kWh EF/PCI	kWh EF/PCI/m²SDP	Kg CO ₂	€TTC
Chauffage	Electricité	142 513	42	11 259	19 382
Refroidissement	Electricité	9 791	3	627	1 332
ECS	Electricité	3 103	1	202	422
Auxiliaires de ventilation	Electricité	4 061	1	260	552
Auxiliaires de distribution	Electricité	2 858	1	183	389
Eclairage	Electricité	30 598	9	2 111	4 161
Spécifique	Electricité	101 739	30	6 511	13 837
TOTAL		294 663	88	21 152	40 074

Eléments d'explication et d'analyse
<p>La part la plus importante de consommations est représentée par le chauffage, ce qui est lié à un manque de maîtrise de l'émission de chaleur associé à une enveloppe thermique améliorable. Aucune régulation n'est présente sur les radiateurs. Les températures de consignes ne sont pas bridées et aucune programmation horaire n'est présente ce qui peut engendrer des dérives de consommations.</p> <p>Pour réduire les consommations de chauffage, il est important de mettre en place un système de régulation permettant de limiter les plages horaires de chauffage et de limiter les températures accessibles aux usagers.</p> <p>Les consommations spécifiques sont importantes et sont principalement engendrées par les ordinateurs portables, les serveurs et les installations des salles d'expériences au RDC.</p> <p>La part de l'éclairage peut être réduite en remplaçant les luminaires T8 restants par des luminaires LED.</p> <p>La part électrique d'eau chaude sanitaire est très faible étant donné que les besoins en ECS sont faibles sur un site composé principalement de bureaux.</p>

7. OPPORTUNITE 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	
Biomasse	
Capacité de livraison	Envisageable
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Non
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	80 m²
Surface disponible pour le silo	80 m²
Adéquation au besoin	Oui
Potentiel	Modéré
Commentaires	La chaufferie et le silo pourrait être implanté dans l'ancien local abritant les CTA. Cette solution nécessite de créer des réseaux et des émetteurs hydrauliques. D'un point de vue économique, cette solution n'est pas viable.
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	Non
Site situé dans une zone de développement prioritaire (ZDP)	NC
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Non
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la sous-station	80 m²
Adéquation au besoin	Oui
Potentiel	Inexistant
Commentaires	Il n'y a pas de RCU à proximité. En revanche, le réseau Lyon la Duchère semble être voué à être étendu
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Non
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	80 m²
Surface disponible au sol	80 m²
Adéquation du régime basse température	Bâti faiblement isolé
Potentiel	Modéré
Commentaires	D'après le site géothermies.fr le potentiel sur : - Nappe : Potentiel non connu - Sondes : ressource à priori favorable. En revanche, la surface disponible semble insuffisante et l'investissement économique très élevé.
Aérothermie (PAC)	
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	80 m²
Surface extérieure disponible (sol, toiture)	1 660 m²
Zone climatique favorable	Oui
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Non
Potentiel	Fort
Commentaires	La surface en toiture est importante et permet accueillir des pompes à chaleur. Cette solution permet de réduire fortement les consommations. Elle sera étudiée

Evaluation du potentiel EnR	
Solaire thermique	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Besoin d'ECS en période estivale	Faible
Type de toiture/du pan envisagé	Toiture terrasse
Orientation de la toiture/du pan envisagé	Est-Ouest
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	Entre 0° et 15°
Masques solaires	Inexistants
Surface de captage nécessaire	-
Surface disponible en chaufferie/pour la création d'un local	80 m²
Potentiel	Faible
Commentaires	Les besoins en ECS du site sont trop faibles pour envisager ce type d'installation.
Solaire photovoltaïque	
Type de toiture/du pan envisagé	Toiture terrasse
Orientation de la toiture/du pan envisagé	Est-Ouest
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	Entre 0° et 15°
Masques solaires	Inexistants
Surface de captage disponible	566 m²
Potentiel	Fort
Commentaires	La toiture présente peu de masques solaires. La mise en place d'une installation en autoconsommation avec revente de surplus sera étudiée. Il a été simulé la mise en place de 566m² de panneaux pour une puissance totale de 116kWc.
Récupération de chaleur sur Eaux grises	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Présence d'un stockage ECS	Non
Type de captage du système	-
Etat des appareils sanitaires (douches/baignoires)	Bon
Potentiel	Faible
Commentaires	Les besoins en ECS du site sont trop faibles pour envisager ce type d'installation.
Récupération de chaleur sur groupe froid	
Présence d'une chambre froide au sein du bâtiment	Non
Zone d'implantation de la production de froid accessible	Oui
Surface disponible à proximité de la production de froid	Oui
Etat de la production de froid	Bon
Adéquation au besoin	Non
Potentiel	Inexistant
Commentaires	Les systèmes de production de froid ne permettent pas d'envisager une récupération de chaleur.

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 :

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

Les « **ACTIONS REGLEMENTAIRES** » visent la mise en conformité du bâtiment d'un point de vue réglementaire, par exemple la mise en place de garde-corps en toiture. Elles n'impactent pas les conclusions de l'étude sur ces aspects thermiques/énergétiques.

Les « **ACTIONS URGENTES** » concernent des interventions à réaliser à très court terme pour maintenir le bâti dans un contexte d'utilisation correct (par exemple le remplacement d'une chaudière ne fonctionnant plus), ou encore des préconisations à très faible temps de retour sur investissement (optimisation des équipements de régulation pour réduire la température de consigne, par exemple).

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

Les « **TRAVAUX SUR LE BATI** » comprennent les interventions sur l'enveloppe du bâtiment (parois opaques et vitrées : isolation des murs ou de la toiture, remplacement des menuiseries, ...)

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

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

			Economie annuelle Énergie FINALE		CO ₂ évité annuellement		Coût des travaux €HT	Valorisation CEE €	Dépense énergie (P1) Ecart à l'état initial €TTC	Retour sur investissement années	SC1	SC2
			kWh EF/PCI	%	kgCO ₂	%						
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'une GTC	0	0%	0	0%	135 000	0	0	>30	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	2	Mise en place d'une ITE	12 251	4%	965	5%	314 000	16 161	1 666	>30	Hors scénario	Hors scénario
TRAVAUX SUR LE BATI	3	Nettoyage des naissances et des descentes d'eau de pluie	0	0%	0	0%	64 000	0	0	>30	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Remplacement des menuiseries	20 294	7%	1 604	8%	137 000	4 203	2 760	28		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	5	Remplacement des radiateurs et mise en place d'une programmation performante	22 355	8%	1 769	8%	99 000	0	3 040	21	X	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	6	Remplacement des luminaires éconergivores	3 402	1%	202	1%	37 000	990	463	>30		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	7	Mise en place d'un système de ventilation mécanique	-1 656	-1%	-80	0%	229 000	12 721	-1 285	>30		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Mise en place de panneaux photovoltaïque ²	55 781	19%	3 570	17%	184 000	0	9 037	15	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	9	Mise en place d'un système de chauffage central de type VRV	86 998	30%	6 851	32%	300 000	18 582	9 332	21		X

² Les gains énergétiques affichés correspondent à l'énergie autoconsommée, les gains économiques intègrent en plus la revente de surplus

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 « Optimisation énergétique »** : 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 « Maximisation énergétique »** : rénovation énergétique globale de l'enveloppe et des systèmes, réfléchi et cohérent, permettant une réduction de consommations d'énergie conséquente par une efficacité énergétique maximisée.

9.1. Scénario 1 « Optimisation énergétique »

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'une GTC	135 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	2	Nettoyage des naissances et des descentes d'eau de pluie	64 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	3	Remplacement des radiateurs et mise en place d'une programmation performante	99 000 €HT
	4	Mise en place de panneaux photovoltaïque	184 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			482 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			144 €/m ²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	294 663	►	217 954	-26%
	kWhEF/m ² SP	88		65	
Consommation d'énergie	kgCO2/an	21 152	►	15 904	-25%
	kgCO2/an/m ² SP	6		5	

9.2. Scénario 2 « Maximisation énergétique »

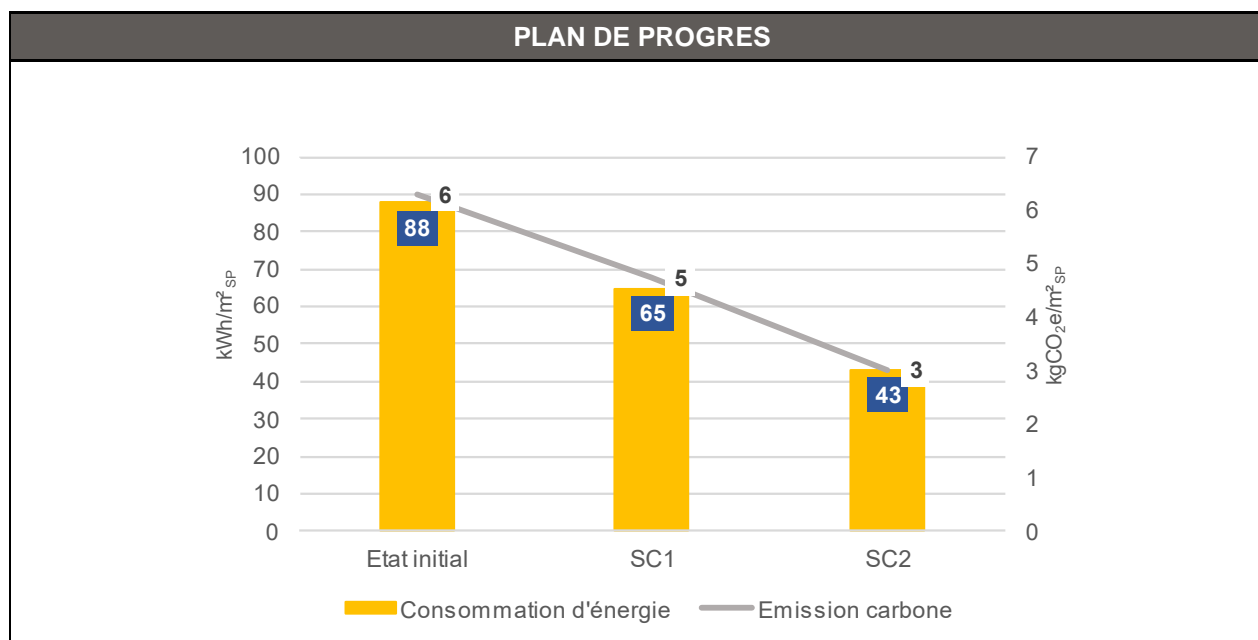
		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise en place d'une GTC	135 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	2	Nettoyage des naissances et des descentes d'eau de pluie	64 000 €HT
	3	Remplacement des menuiseries	137 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	4	Remplacement des luminaires énergivores	37 000 €HT
	5	Mise en place d'un système de ventilation mécanique	229 000 €HT
	6	Mise en place de panneaux photovoltaïque	184 000 €HT
	7	Mise en place d'un système de chauffage central de type VRV	300 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			1 086 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			323 €/m ²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 2	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	294 663	►	144 700	-51%
	kWhEF/m ² SP	88		43	
Consommation d'énergie	kgCO2/an	21 152	►	10 146	-52%
	kgCO2/an/m ² SP	6		3	

9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux

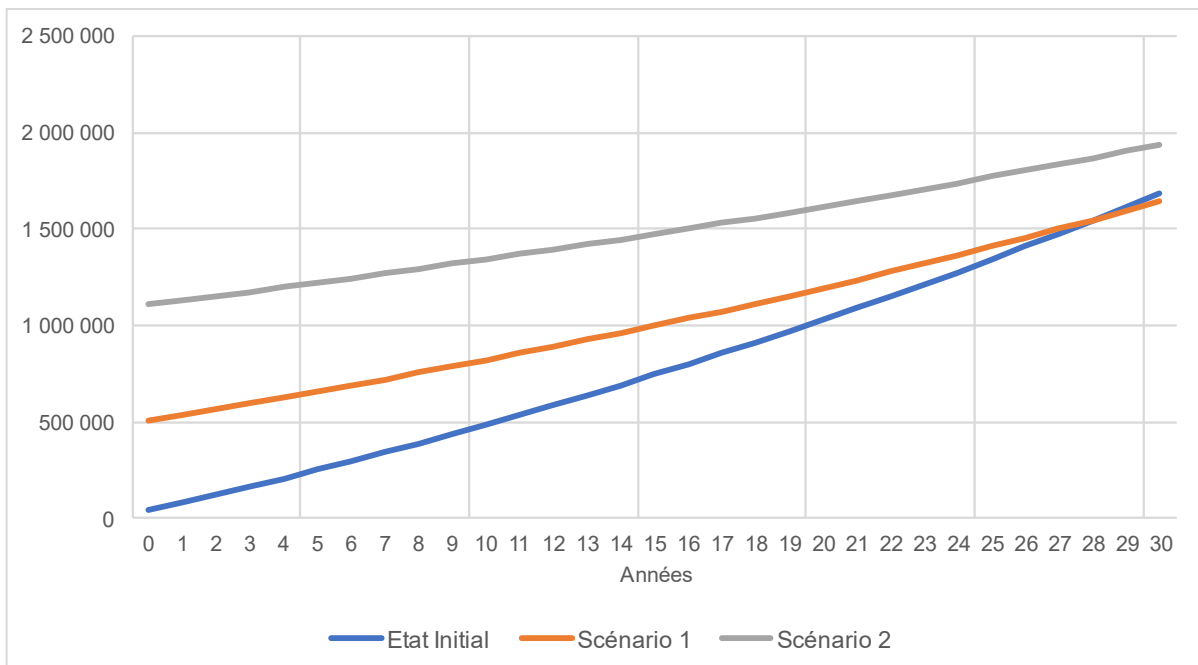
CONSTITUTION DES SCENARIOS DE TRAVAUX		SC1	SC2
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1 Mise en place d'une GTC	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	2 Mise en place d'une ITE	Hors scénario	Hors scénario
	3 Nettoyage des naissances et des descentes d'eau de pluie	X	X
	4 Remplacement des menuiseries		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	5 Remplacement des radiateurs et mise en place d'une programmation performante	X	
	6 Remplacement des luminaires énergivores		X
	7 Mise en place d'un système de ventilation mécanique		X
	8 Mise en place de panneaux photovoltaïque	X	X
	9 Mise en place d'un système de chauffage central de type VRV		X

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	kWh_{EF}/m^2_{SP}	88	65	43
	Ecart annuel %		-26%	-51%
Emission carbone	$kgCO_2/m^2_{SP}$	6	5	3
	Ecart annuel %		-25%	-52%

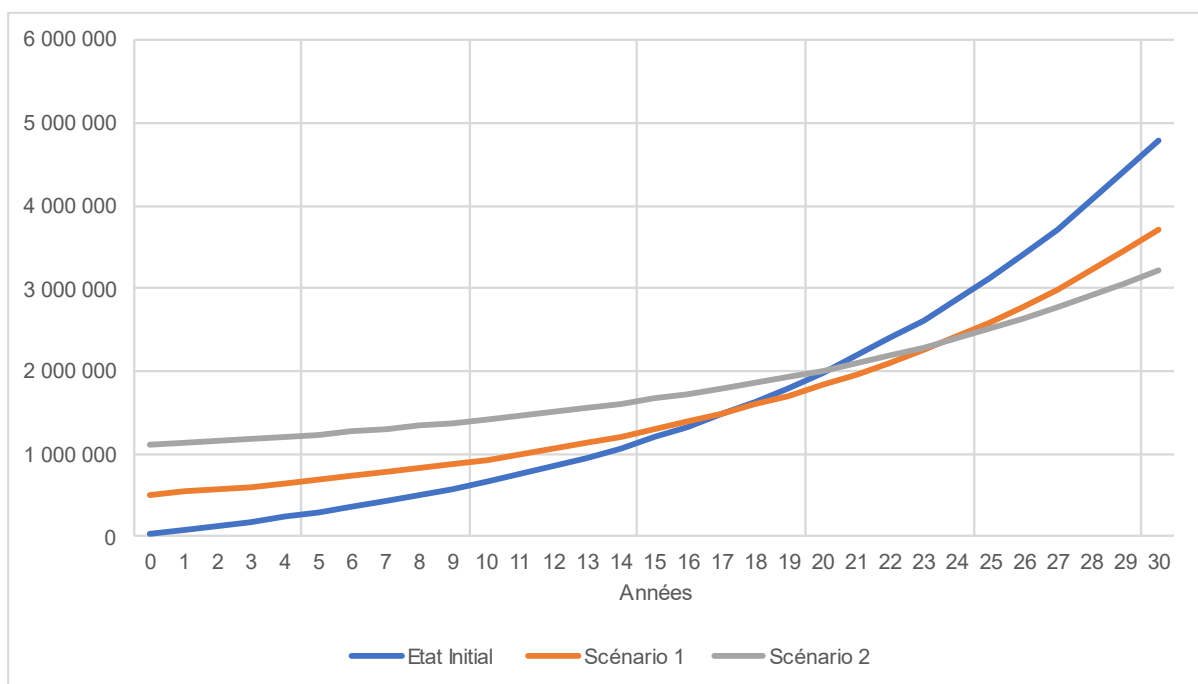


INDICATEURS ECONOMIQUES		Etat initial	SC1	SC2
Coûts travaux	€HT travaux	-	482 000	1 086 000
CEE mobilisables	kWhcumac	-	0	5 034 007
	€	-	0	36 497
Dépenses énergie (P1)	€TTC/an	40 074	26 536	16 566
	Ecart à l'état initial %	-	34%	59%
Dépenses maintenance (P2)	€TTC	0	1 500	5 060
Dépenses renouvellement (P3)	€TTC	0	0	0
INDICATEURS FINANCIERS		Etat initial	SC1	SC2
Dépenses énergie (P1)	€TTC sur 30 ans	2 377 532	1 574 334	982 844
	Evolution P1 4%/an			
	€TTC sur 30 ans	7 291 228	4 828 042	3 014 108
Dépenses maintenance (P2) et renouvellement (P3)	Evolution P1 10%/an			
	€TTC sur 30 ans	0	63 569	214 440
Coût global y compris coûts travaux	€TTC sur 30 ans	1 687 540	1 645 940	1 940 469
	Evolution P1 4%/an			
	€TTC sur 30 ans	4 797 195	3 705 065	3 225 964
Retour sur investissement actualisé	Evolution P1 10%/an			
	Années	-	29	>30
	Evolution P1 4%/an			
	Années	-	18	21
	Evolution P1 10%/an			
	Années	-	18	21
INDICATEURS D'EFFICIENCE		Etat initial	SC1	SC2
Coût de l'énergie économisée	€HT travaux / kWh	-	6	7
Coût du carbone évité	€HT travaux / kgCO2	-	92	99

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



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



9.4. Analyse relative au Décret Tertiaire

9.4.1. Positionnement des scénarios de travaux au regard du « Décret Tertiaire »

	2030	2040	2050
Objectifs Décret Tertiaire Ecart ciblé par rapport à l'état initial (%)	-	-41%	-52%
Scénario 1	✓	✗	✗
Scénario 2	✓	✓	✓

Eléments d'explication et d'analyse
Entre l'année de référence et l'état initial pris en compte dans l'audit énergétique (moyenne des consommations 2018-2019), les consommations ont diminué de 19%. Ces gains énergétiques déjà réalisés sont considérés comme « bonus » dans l'atteinte des objectifs 2030/2040/2050.
En l'état actuel, le site respecte déjà l'objectif 2030 du décret tertiaire. Le scénario 2 permet d'atteindre l'objectif 2040 et 2050 du décret tertiaire.

9.4.2. 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	
Façade incompatible avec ITE ?	Non
Façade perspirante / en pans de bois	Non
Impossibilité de placer un équipement sur façade (conduit fumée, groupe ext., ...)	Non
Plancher non isolable (tel voute en pierre/moellon, plancher métallique...)	Non
Retour d'isolant sur fenêtre complexe ?	Non
Pas de surface extérieure pour technologie potentiel/nécessaire (ex : forage géothermique, silos bois...)	Non
HSP<2.7m	Oui
Contraintes architecturales	
Problème de surplomb de la parcelle voisine	Non
Façade ouvragée/complexe ?	Non
Homogénéité des menuiseries ?	Non
Descente EP complexe à modifier	Non
Absence d'entrée d'air ?	Non
Contraintes patrimoniales	
Bâtiments classés ?	Non
Bâtiment d'avant 1930 (bâtiment qualitatif) ou matériaux noble (pierre de taille/brique/ardoise/zinc)	Non
Présence de surélévation ou d'extension ?	Non
Environnement du bâtiment à valeur patrimoniale importante ?	Non

10. ANNEXES

10.1. Fiches descriptives des interventions

10.1.1. Intervention 1 : Mise en place d'une GTC

Mise en place d'une Gestion Technique Centralisée

Problématique traitée et points de vigilance

- > La mise en place d'une GTB permet de réaliser des économies d'énergie en réalisant des actions régulières de correction des paramètres de régulation.
- > L'installation d'une supervision permet également de réaliser du télérelève, qui permet de suivre et de faciliter le plan de comptage énergétique envisagé.
- > La mise en place d'une supervision permet à la maîtrise d'ouvrage d'effectuer un suivi des consommations, des paramètres de régulation et des alarmes techniques.
- > L'installation d'une GTB permet de faire remonter les alarmes techniques pour optimiser et compléter le travail de l'exploitant de maintenance.
- > Respect du décret BACS, en respectant au minimum la classe C (classe de référence qui répond aux exigences réglementaires) avec la mise en place de fonctions standards.

Mise en œuvre proposée

- > Mise en place d'une GTC sur les équipements de chauffage, climatisation, ventilation, d'éclairage, d'eau chaude sanitaire et sur la production d'électricité sur site le cas échéant (photovoltaïque).
- > Mise en place d'une connexion ADSL dans les locaux techniques.
- > Raccordement des compteurs énergétiques.
- > Établissement de la liste des points d'entrées et de sorties.
- > Mise en place et programmation d'un automate central et de son interface.
- > Mise en place et branchement des capteurs et des actionneurs adéquats (sonde de température intérieure et extérieure, registres de motorisation de la ventilation...)
- > Les fonctionnalités de base prévues sont les suivantes :
 - > Sur les installations de chauffage et climatisation : bridage de la régulation individuelle sur les émetteurs par pièce
 - > Sur les installations de ventilation (extraction simple) : mise en place d'une programmation horaire.
 - > Sur les installations de ventilation (centrale de traitement d'air) : raccordement des Vannes 3 Voies (régulation du chauffage), des registres de motorisation des caissons de mélange, des sondes CO2 et programmation horaire du fonctionnement des moteurs (régulation du taux de renouvellement d'air).
 - > Sur les installations d'eau chaude sanitaire : commande automatique de mise en marche/arrêt et programmation du temps de charge
 - > Sur les installations d'éclairage : mise en place d'une coupure généralisée
 - > Photovoltaïque : suivi du productible et alertes dysfonctionnements

Remarques

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

Chiffrage :

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

10.1.2. Intervention 2 : Mise en place d'une ITE

Mise en place d'une ITE

Problématiques traitées et points de vigilance :

- > Réduction des déperditions par l'enveloppe et diminution des consommations de chauffage.
- > Mise en conformité vis-à-vis de la réglementation thermique dans l'existant.
- > Amélioration du confort thermique par suppression de l'effet de parois froides.
- > Les façades du bâtiment sont bien adaptées pour la mise en place d'une isolation par l'extérieur. Les travaux d'isolation seront l'occasion de réaliser l'entretien de la façade et de revoir son aspect architectural.

Mise en œuvre proposée :

- > Pose d'un échafaudage.
- > Préparation des surfaces (lavage et décontamination) des supports et réparation des dégradations.
- > Dépose et repose après intervention des descentes d'eau pluviale, avec ajustement des regards si nécessaire.
- > Mise en œuvre d'une isolation thermique extérieure. La solution choisie est une isolation thermique extérieure sous enduit. **L'isolant possède un $R = 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.**
- > Traitement des encadrements de baies par retour de l'isolation des façades courantes. L'isolation sera plus fine (quelques centimètres d'épaisseur) en fonction du cadre des menuiseries extérieures.

Remarque :

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

Chiffrage :

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

10.1.3. Intervention 3 : Nettoyage des naissances et des descentes d'eau de pluie

Nettoyage des naissances et des descentes d'eau de pluie
<p><u>Problématiques traitées et points de vigilance :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > L'évacuation des eaux de pluie se fait difficilement lors de fortes pluies. > Il est nécessaire de traiter ce problème afin d'éviter toute fuite dans le bâtiment. <p><u>Mise en œuvre proposée :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Nettoyage des naissances en toitures. > Nettoyage de l'ensemble des descentes d'eau pluviale.

10.1.4. Intervention 4 : Remplacement des menuiseries

Remplacement des menuiseries

Problématique traitée et points de vigilance

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

Mise en œuvre proposée

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

Remarque

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

Chiffrage

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

10.1.5. Intervention 5 : Remplacement des radiateurs et mise en place d'une programmation performante

Remplacement des radiateurs et mise en place d'une programmation performante
<p><u>Problématique traitée et points de vigilance</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Réduction des consommations de chauffage par optimisation de la régulation. > Renouvellement des radiateurs vieillissants. <p><u>Mise en œuvre proposée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Dépose de l'ensemble des radiateurs. > Mise en place de nouveaux radiateurs électriques équipés de fils pilote. > Mise en place de thermostats d'ambiance par pièce et d'une programmation centralisée : <ul style="list-style-type: none"> > 20°C de 5h à 19h et coupure en inoccupation. <p><u>Chiffrage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Le chiffrage comprend les prestations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> o La dépose et la pose des radiateurs o La mise en place si besoin d'un fil pilote o La mise en place de thermostats dans chaque pièce o La mise en place d'un automate central

10.1.6. Intervention 6 : Remplacement des luminaires énergivores

Remplacement des luminaires énergivores
<p><u>Problématique traitée et points de vigilance</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Une partie de l'éclairage du bâtiment est assuré par des éclairages d'ancienne technologie qui absorbent une grande puissance électrique et est consommatrice. > Réduction des puissances absorbées et des temps d'allumage, diminution des consommations de l'éclairage. <p><u>Mise en œuvre proposée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Remplacement des luminaires existants par des pavés LED avec plaque diffusante. > Pilotage de l'éclairage par un interrupteur dans pièces occupées de manière continue, avec mise en place d'une gradation en fonction des apports de lumière naturelle. > Pilotage de l'éclairage par détection de présence dans les circulations, sanitaires et locaux de stockage. > Les détecteurs de présence dans les circulations posséderont une couverture rectangulaire. Il faut faire attention à ne pas mettre ces détecteurs dans les coins mais plutôt au milieu de la circulation > Les détecteurs de présence dans les sanitaires auront un rayon de détection de 8 m. <p><u>Remarques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Un calcul d'éclairement devra être effectué afin de valider l'implantation des luminaires. > Le niveau d'éclairement devra prendre en compte les problématiques d'accessibilité. > Une attention particulière doit être portée sur le réglage des seuils de détection, des temporisations et sur le placement des détecteurs. > La mise en place de LED améliore le confort thermique d'été puisque la LED dissipe très peu de chaleur. <p><u>Chiffrage :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Le chiffrage comprend les prestations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Pose de détecteurs de présence dans les sanitaires, circulations et stockages ○ Remplacement des luminaires existants par des technologies LED ○ Mise en place de gradateurs dans les bureaux et les classes

10.1.7. Intervention 7 : Mise en place d'un système de ventilation mécanique

Mise en place d'un système de ventilation mécanique
<p><u>Problématiques traitées et points de vigilance :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Le site est majoritairement ventilé de manière naturelle. > Certains locaux sont équipés de VMC simple flux. > Amélioration de la qualité de l'air intérieur. <p><u>Mise en œuvre proposée :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Dépose des centrales de ventilation et des réseaux existants. > Mise en place de VMC simple flux dans l'ensemble des bureaux du RDC et du R+1 et des VMC double flux dans les amphithéâtres et les salles de travail des élèves. > Création d'un réseau aéraulique pour l'air extrait (et l'air soufflé le cas échéant) et raccordement aux caissons. > Mise en place de pièges à son. > Mise en place de bouches d'extraction (et de soufflage le cas échéant) au niveau des cloisons. > Mise en place de registres d'équilibrage par pièce pilotée par les équipements de régulation. > Mise en place d'une programmation horaire adaptée au fonctionnement du site. > Réalisation et mesure de l'équilibrage de l'installation de renouvellement d'air. <p><u>Remarque :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Les hauteurs sous plafond des bureaux et des circulations sont faibles (2,5m) et ne permettent pas la mise en place des réseaux de ventilation double flux. Les réseaux simple flux chemineront en apparent dans les circulations au plafond. > La hauteur sous plafond des amphithéâtres et des salles de travail est suffisante pour envisager l'installation d'une VMC double flux. > Les débits de renouvellement d'air à respecter sont précisés dans la réglementation sanitaire départementale. > Une augmentation des consommations électriques est à prévoir en raison de l'ajout des caissons de ventilation et/ou en raison de l'augmentation du débit de renouvellement d'air. > Il sera nécessaire de prévoir un contrat de maintenance pour l'entretien des VMC. > Une étude de structure devra valider la faisabilité du placement des équipements.

10.1.8. Intervention 8 : Mise en place de panneaux photovoltaïques

Mise en place de panneaux photovoltaïques
<p><u>Problématique traitée et points de vigilance</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > L'ensemble de la toiture présente un potentiel intéressant pour la mise en place d'une installation solaire photovoltaïque. > Valorisation d'une énergie renouvelable. <p><u>Mise en œuvre proposée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Mise en place de panneaux photovoltaïques polycristallins. > Mise en place d'un local ventilé permettant d'accueillir les onduleurs. > Raccordement au réseau de distribution électrique. <p><u>Remarques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > La faisabilité de cette intervention pourrait être compromise si le bâtiment est classé ou situé à proximité d'un bâtiment classé. > Le site est utilisé en été, il est envisageable de créer une installation en autoconsommation avec revente de surplus. > Les prix de rachat sont fixés chaque trimestre par la CRE (Commission de Régulation de l'Energie), suivant l'arrêté du 4 mars 2011. Le coût de rachat du kWh est de 10,88 c€^{TTC} pour une puissance supérieure à 100 kWc. > Une attention particulière devra être portée à l'espace entre les panneaux. > Un surcôt de maintenance est à prévoir. <p><u>Chiffrage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Le chiffrage comprend les prestations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Fourniture et pose des panneaux photovoltaïques et d'un onduleur ○ Création d'un local dédié à l'accueil de l'onduleur ○ Raccordement au réseau de distribution > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Sans objet

10.1.9. Intervention 9 : Mise en place d'un système de chauffage central de type VRV

Mise en place d'un système de chauffage central de type VRV
<p><u>Problématique traitée et points de vigilance</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > La production de chaleur actuelle du site est peu performante. <ul style="list-style-type: none"> > La pompe à chaleur est un équipement de chauffage électrique de haute performance. Le besoin en énergie primaire et le prix de l'énergie lié à l'utilisation de l'électricité sont compensés par les très faibles consommations de la pompe à chaleur. > Valorisation d'une énergie renouvelable. > Diminution des consommations d'énergie primaire et de la facture énergétique. > Diminution des émissions de gaz à effet de serre.
<p><u>Mise en œuvre proposée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Dépose des radiateurs électriques actuels. > Mise en place d'une pompe à chaleur air/air pour le chauffage du bâtiment. La pompe à chaleur doit être dimensionnée pour les besoins actuels de chauffage. Le coefficient de performance (COP) annualisé est attendu supérieur à 3. Dans le cas d'une rénovation thermique avec des travaux d'isolation, la puissance devra être vue à la baisse. > Création d'un réseau de distribution circulant en plafond. > Mise en place d'unités intérieures (cassettes plafonnières) pour l'émission de chauffage. > Mise en place de thermostats d'ambiance pièce par pièce pour la régulation terminale.
<p><u>Remarques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > L'évacuation des condensats doit être correctement prévu. > La pompe à chaleur air/air peut également fonctionner pour produire du froid. L'extension de l'usage de la climatisation au-delà de l'usage actuel n'a pas été considéré.
<p><u>Chiffrage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Le chiffrage comprend les prestations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> o Mise en place de la pompe à chaleur o Création d'un réseau de distribution o Mise en place des unités intérieures pour l'émission de la chaleur o Mise en place des thermostats d'ambiance pour la régulation > Le chiffrage ne comprend pas les prestations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> o Une éventuelle étude structure.

10.2. Détails des résultats de l'étude

10.2.1. Consommation en énergie primaire

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

Consommations primaires	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2
Consommation brute annuelle [kWh _{EP.an}]	677 725	501 294	332 809
Consommation surfacique annuelle [kWh _{EP.m²SP.an}]	202	149	99
Ecart par rapport à l'état initial [%]	-	-26%	-51%

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.

10.3. Méthodologie d'étude

10.3.1. Déroulé de la prestation

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

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

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

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

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

3. Proposition de travaux d'amélioration

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

4. Proposition de scénarios de travaux

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

10.3.2. Méthodologie de simulation énergétique

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

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

2 méthodes de modélisation énergétique coexistent :

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

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

Simulation 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 30 minutes ou 1h. Il est notamment possible de faire varier les paramètres d'occupation et/ou de régulation, et de visualiser le comportement thermique et énergétique par zone ou à l'échelle du site sur ce même pas de temps. De plus, cet outil permet une meilleure prise en compte des données climatiques (fichier météo précis) et de l'environnement proche du site (modélisation des masques solaires...). Cette méthode a une plus-value certaine dans l'évaluation des problématiques de confort d'été et de mi-saison, et de mise en température des locaux.



PLEIADES

Simulation Energétique Statique (SES)

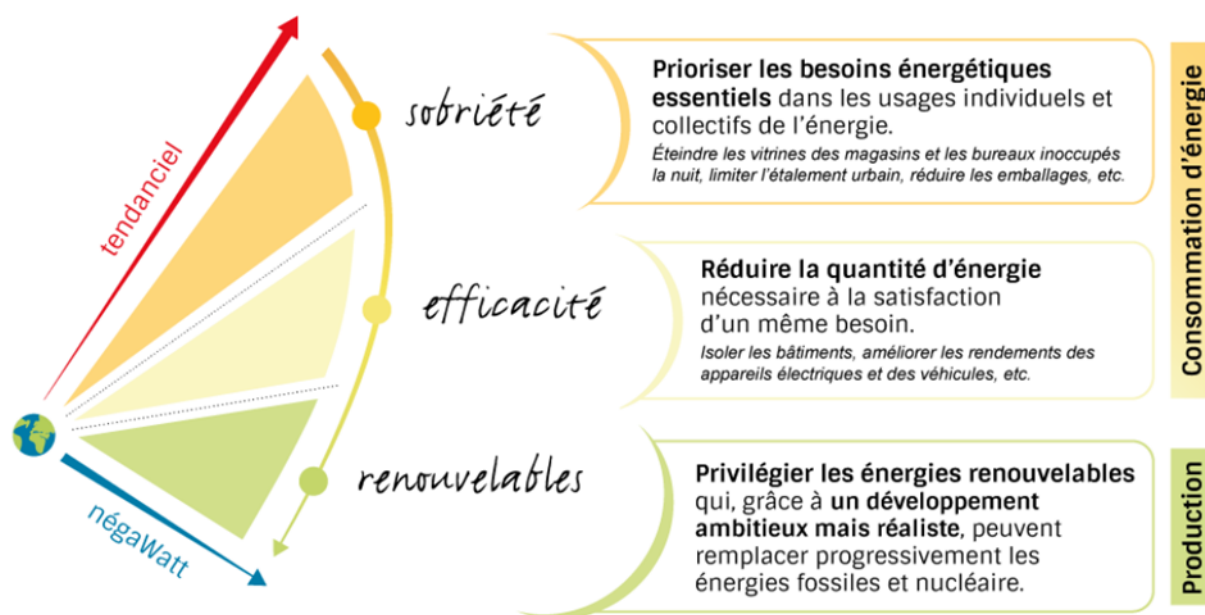
Contrairement à la modélisation SED, cette modélisation ne s'appuie pas sur un logiciel, mais sur un outil de calcul développé en interne conformément aux règles de l'art reconnues par le COSTIC. Aucune modélisation 3D n'est réalisée, les paramètres (enveloppe / systèmes / usages) sont rentrés à la main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

10.3.3. Stratégie d'économies d'énergie

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

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

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



©Association négaWatt - www.negawatt.org

10.3.4. Coefficients de conversion des énergies

Coefficients de conversion des vecteurs énergétiques

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

Énergie	Unité d'origine facturation	Facteur de conversion en kWh _{EF.PCI}
Biomasse – bois bûches	1 stère	1 680
Biomasse - Bois déchiqueté – plaquette forestière	1 kg	2,7
Biomasse – Granulés (pellets) ou briquettes	1kg	4,6
Biomasse – Déchets verts	1kg	3 à 4.2 (selon type et taux d'humidité)
Electricité	1 kWh	1
Gaz naturel réseau (méthane)	1 kWh _{PCS}	0.9
Gaz naturel liquéfié	1 kg	12,553
Gaz propane	1 kg	12,8
	1m ³	23.7
Gaz butane	1 kg	12,57
	1m ³	30,45
Fioul domestique	1 litre	9,97
Réseau de chaleur ou froid	1 kWh	1

Coefficients de conversion émissions CO2

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

Énergie	RT existant et cahier des charges audit Ademe ³	DT ⁴
	Conversion [kgCO ₂ /kWh _{EF.PCI}]	Conversion [kgCO ₂ /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.

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.

³ 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.

⁴ 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.

Énergie	RT existant et cahier des charges audit Ademe ⁵	DT ⁶
	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

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

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

10.4. Aide à la compréhension de l'étude

10.4.1. 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 maître d'ouvrage pour apporter un conseil et contribuer à la définition des besoins, à la vérification de leur prise en compte et à l'accompagnement des utilisateurs, dans le cadre de projets

Energétique :

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

Surfaces :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Surface Hors Œuvre Brute	SHOB	m²SHOB	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	m²SHON	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	m²SDP	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	m²SRT	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	m²SURT	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	m²SUB	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	m²SUN	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	m²SHAB	La surface Habitable est la surface de référence pour l'habitat. Elle correspond à la surface de plancher construite, après déduction des surfaces occupées par les murs, cloisons, marches et cages d'escaliers, gaines, embrasures de portes et de fenêtres [...] Il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R.111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.

Thermique du bâtiment :

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

Technique bâtiment :

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

Polyuréthane	PU	-	Tout comme le polystyrène, le polyuréthane appartient à la famille des polymères issu de la pétrochimie (plastique). Le polyuréthane peut avoir une texture souple ou rigide selon la façon dont il est travaillé.
Eau Chaude Sanitaire	ECS	-	L'eau chaude sanitaire est une eau utilisée pour le quotidien, lavabos, cuisine, ... Elle est indépendante de l'eau chaude réservée au chauffage, qui se présente en circuit fermé dans les chaudières et radiateurs. L'eau chaude sanitaire est produite de 2 façons : - Instantanée : pour la chaudière, le chauffe-eau ou le chauffe-bain ; - Accumulée : l'eau est maintenue au chaud dans un réservoir prévu à cet effet, associé à la chaudière ou à un accumulateur indépendant.
Menuiserie extérieure	MEX	-	Ensemble Menuisé présent en façade d'un bâtiment, en contact entre l'extérieur et l'intérieur. Les MEX peuvent être vitrées (fenêtres, portes fenêtres).
Simple vitrage	SV	-	Terme employé pour caractériser le vitrage d'une menuiserie vitrée / fenêtre. Le simple vitrage se caractérise par la présence d'une unique couche de verre, ne permettant pas réduire efficacement les déperditions
Double vitrage	DV	-	Le simple vitrage se caractérise par la présence de deux couches de verres séparées par de l'air ou du gaz. Cela lui confère une bonne isolation thermique, évitant ainsi la déperdition de chaleur.
Gestion Technique du Bâtiment	GTB	-	La Gestion Technique de Bâtiment est un système informatique connecté permettant de contrôler et de superviser l'ensemble des lots d'un même bâtiment. Par exemple l'électricité, le chauffage, la climatisation et la ventilation.
Gestion Technique Centralisé	GTC	-	Gestion Technique Centralisée est un système informatique connecté permettant de contrôler et de superviser l'ensemble des paramètres d'un seul lot technique. Par exemple, pour le lot « électricité », la GTB permettra d'avoir le contrôle sur les détecteurs de présence, les chauffages électriques, les volets roulants...
Pompe à Chaleur	PAC	-	Une pompe à chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un milieu à basse température (source froide) vers un milieu à haute température (source chaude). Ce dispositif permet donc d'inverser le sens naturel du transfert spontané de l'énergie thermique. Selon le sens de fonctionnement du dispositif de pompage, une pompe à chaleur peut être considérée comme un système de chauffage ou de réfrigération. Ces systèmes peuvent être réversibles.
Groupe Froid	GF	-	Groupe Froid : système thermodynamique permettant la production d'eau glacée pour le refroidissement ou le rafraîchissement.
Débit de Réfrigérant Variable	DRV	-	La DRV est un système de chauffage / refroidissement thermodynamique à détente directe de type air/air. Ce système permet un modulation des débits de réfrigérants selon les besoins terminaux, et présente d'excellent 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'au consommateurs finaux. Ce mode de chauffage permet de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation, notamment en zones urbaines (bois-énergie, géothermie, chaleur de récupération...).
Réseau de Froid Urbain	RFU	-	Les Réseaux de Froid Urbain, mis en place à l'échelle territoriale, permettent la distribution de froid depuis des productions centralisées jusqu'au consommateurs finaux. Ce mode de chauffage permet de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation, notamment en zones urbaines (géothermie...).
Eaux Grises	EG	-	Les eaux grises sont des eaux usées faiblement polluées (par exemple eau d'évacuation d'une douche ou d'un lavabo) et pouvant être utilisées pour des tâches ne nécessitant pas une eau absolument propre. Pour certains bâtiments, la récupération de chaleur sur eaux grises est pertinente pour alimenter d'autres usages.

Réglementation bâtiment énergie :

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

Exploitation maintenance :

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

10.4.2. Légende de notation

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

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

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

Référentiel de cotation de l'état de vétusté :

3 : Le matériel ou matériau est considéré comme neuf.

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

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

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

Référentiel de cotation de la performance thermique :

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

Référentiel de cotation de la performance des systèmes :

Eléments	3	2	1	0
	Très Performant	Performant	Energivore	Très Energivore
Production chaleur	Chaudière gaz à condensation	Chaudière gaz basse température	Chaudière gaz classique	Chaudière fioul
	Sous-station secondaire			Chaudière électrique
	Chaudière bois		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

10.5. Récapitulatif des réglementations

10.5.1. 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.

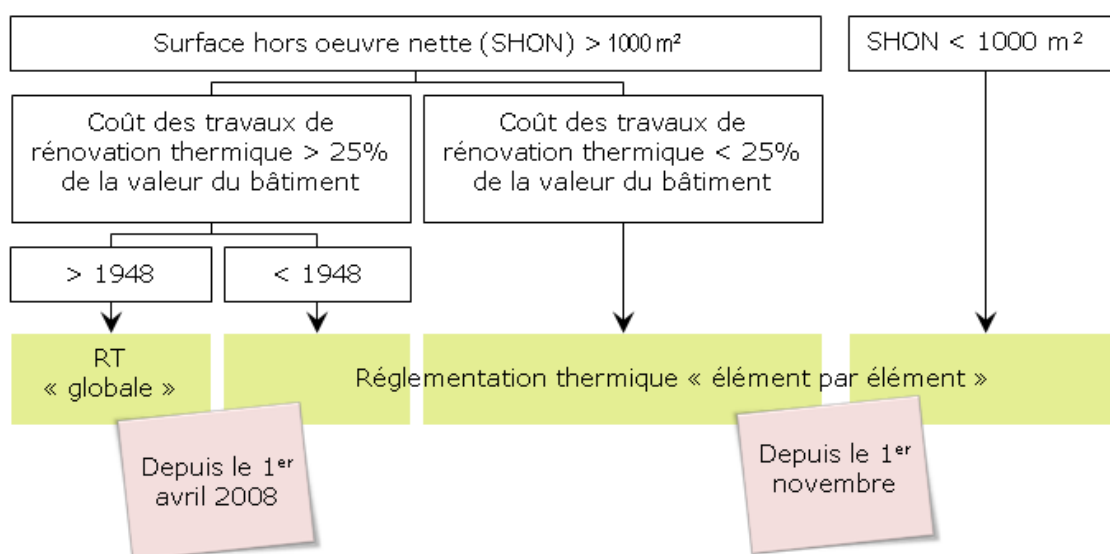
L'objectif général de cette réglementation est de fixer de prérequis et des garde-fous sur la performance énergétique d'un bâtiment lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend telle amélioration. L'objectif global étant d'apporter une amélioration significative de la performance des bâtiments.

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 €/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} semestre 2024⁹).

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



10.5.2. Décret Tertiaire

Contexte législatif :

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

Périmètre d'assujettissement :

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

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

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

Précisions sur le dispositif :

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

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

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

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

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

- Sur les consommations d'énergie réelles et ciblées, en fonction de la rigueur climatique (DJU) et de l'intensité d'usage
- Sur les objectifs de consommations d'énergie, en tenant compte d'éventuelles contraintes techniques, architecturales et patrimoniales
- Sur les objectifs de consommations d'énergie, pour disproportion manifeste du coût des interventions à partir d'un critère de rentabilité maximum : 30 ans pour les actions sur l'enveloppe du bâti, 15 ans pour celles sur les systèmes et 6 ans pour celles relevant de l'optimisation de l'exploitation des systèmes.

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

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

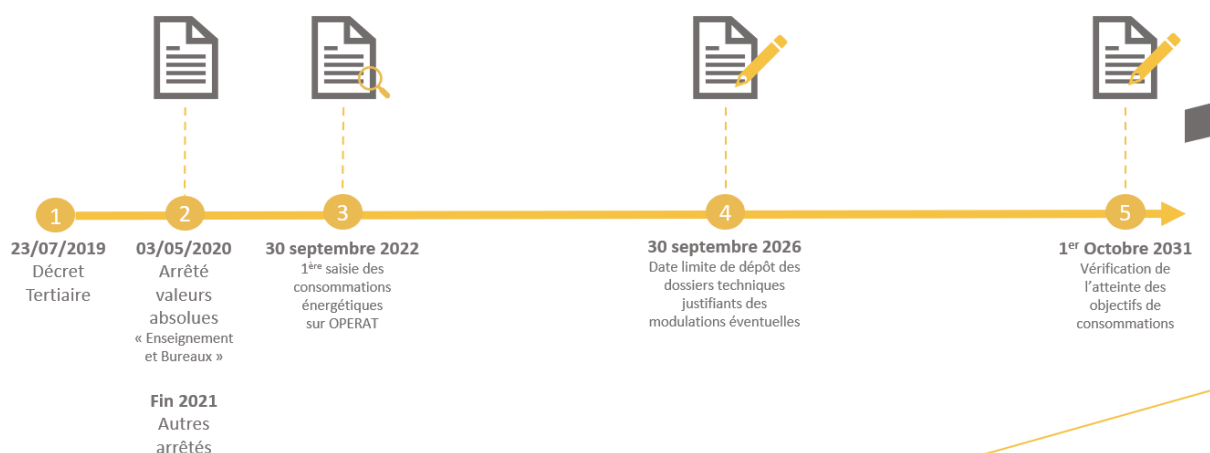
¹¹ Décret tertiaire : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251>

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

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

Echéances :

Calendrier des échéances réglementaires



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

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

10.5.3. Décret BACS

Contexte législatif

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

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

Périmètre du décret BACS

Sont concernés les bâtiments neufs et les bâtiments existants :

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

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

Précisions sur les systèmes d'automatisation à mettre en œuvre

Les systèmes d'automatisation et de contrôle doivent :

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

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

Échéances :

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

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

10.5.4. 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.

Liste des réfrigérants	GWP	Autorisés dans les installations neuves en 2020	Autorisés dans les installations neuves entre 2022 et 2025	Autorisés dans les installations neuves en 2030
R507	3985	✗	✗	✗
R 404a	3922	✗	✗	✗
R 422a	3143	✗	✗	✗
R 422d	2729	✗	✗	✗
R 407a	2107	✓	✗	✗
R 407f	1825	✓	✗	✗
R 407c	1774	✓	✗	✗
R 410a	2088	✓	✗	✗
R 452a	2141	✓	✗	✗
R32	675	✓	✓	✗
R 134a	1430	✓	✓	✗
R 448a	1273	✓	✓	✗
R 449a	1397	✓	✓	✗
R 450a	600	✓	✓	✗
R 513	631	✓	✓	✗

Dès 2030, les installations neuves devront utiliser un fluide de PRG <150.
De même, la recharge d'un circuit de fluide ayant un PRG >750, même par un fluide recyclé, ne sera plus autorisée.

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

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.

Le texte complet est disponible ici :

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

10.5.5. 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.

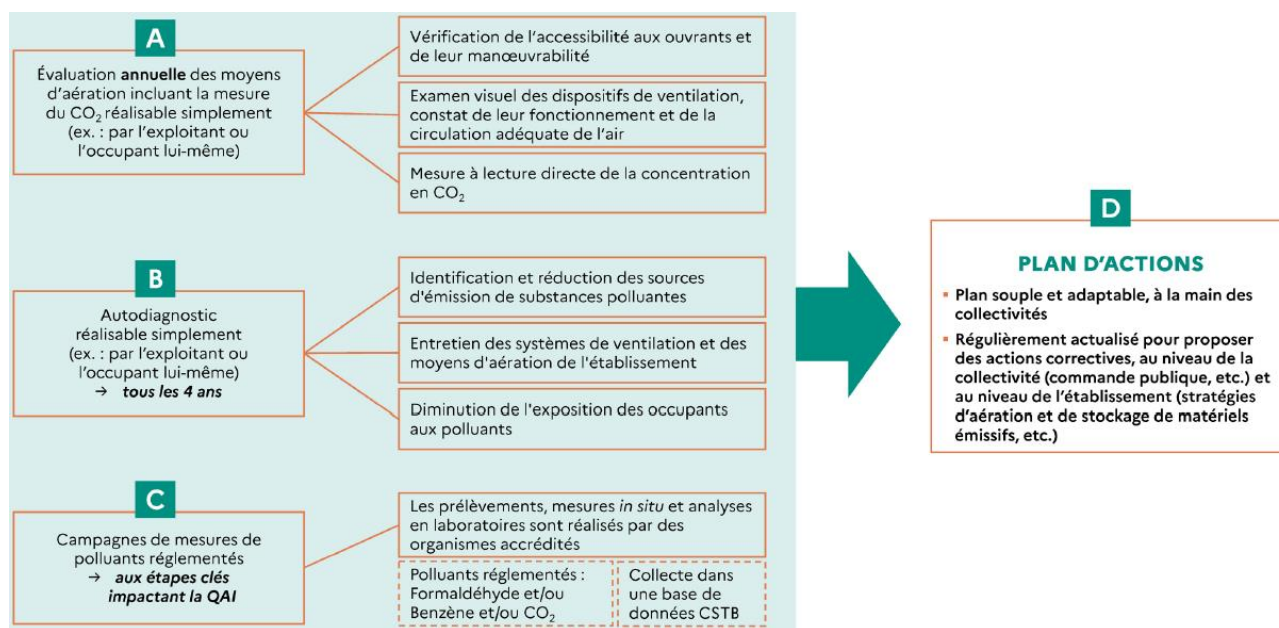
Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1er janvier 2023 sont ceux accueillant des enfants :

- 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 :



10.6. Limites de prestation

10.6.1. 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 Maîtrise d'Ouvrage lors de la réalisation de la prestation. La Maîtrise d'Ouvrage porte la responsabilité de la transmission des données d'entrées pré-requises.

10.6.2. 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.

10.6.3. Chiffrage des préconisations

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

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

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

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

Il est rappelé que les fiches standardisées peuvent être amenées à être révisées / supprimées. De même, le prix de rachat des CEE dépend du cours du marché. Tout écart observé a posteriori de la réalisation de cette étude ne saurait être la responsabilité d'Alterea et ne pourra faire l'objet d'une correction du présent rapport. Les autres subventions éventuellement mobilisables (Fond Chaleur / AMI / Aides régionales / Aides locales /) ne sont pas intégrées à ce stade.

10.6.5. 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

10.6.6. 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).