



CCI LYON METROPOLE  
SAINT-ETIENNE ROANNE

# CCI LYON METROPOLE SAINT-ETIENNE ROANNE

*Bâtiment C*



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	04/12/2024	Rapport d'audit : 1 <sup>ère</sup> version	SSIM	EDCO	EDCO

# SOMMAIRE

<b>1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS .....</b>	<b>7</b>
2.1. Objectifs d'un audit énergétique et étapes méthodologiques .....	7
2.2. Conditions de réalisation de la visite et des relevés techniques du site .....	8
2.3. Documents mis à disposition .....	8
2.4. Hypothèses posées dans le cadre de l'étude .....	9
2.5. Paramètres d'étude .....	10
<b>3. PRÉSENTATION DU SITE .....</b>	<b>11</b>
3.1. Fiche identité .....	11
3.2. Plan du site et périmètre de l'audit énergétique .....	11
3.3. Informations détaillées d'occupation du site .....	12
3.4. Historique des travaux du site .....	13
<b>4. ANALYSE ÉNERGETIQUE ET CARBONE .....</b>	<b>14</b>
4.1. Usages énergétiques du site .....	14
4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage .....	14
4.2.1. Electricité .....	14
4.2.2. Energie thermique (GAZ) .....	16
4.3. Analyse des consommations d'énergie .....	17
4.3.1. Consommations d'électricité .....	17
4.3.2. Consommations d'énergie thermique (Gaz) .....	19
4.3.3. Synthèse des consommations d'énergie .....	20
<b>5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES .....</b>	<b>21</b>
5.1. Enveloppe du bâti .....	22
5.2. Systèmes énergétiques .....	24
5.2.1. Décret BACS .....	24
5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance .....	24
5.2.3. Schéma de principe de la chaufferie .....	25
5.2.4. Analyse de la conformité de la chaufferie .....	26
5.2.5. Chauffage .....	27
5.2.6. Climatisation .....	31
5.2.7. Ventilation .....	34
5.2.8. Eau Chaude Sanitaire .....	35
5.2.9. Eclairage .....	35
5.2.10. Autres usages .....	37
5.3. Synthèse état des lieux techniques .....	39

<b>6. MODELISATION ENERGETIQUE DU SITE .....</b>	<b>40</b>
6.1. Analyse des déperditions thermiques .....	40
6.2. Analyse des consommations énergétiques simulées .....	42
<b>7. OPPORTUNITE D'INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LE SITE.....</b>	<b>43</b>
<b>8. PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES .....</b>	<b>46</b>
<b>9. SCENARIOS DE TRAVAUX.....</b>	<b>51</b>
9.1. Scénario 1 « Optimisation énergétique » .....	52
9.2. Scénario 2 « Maximisation énergétique » .....	53
9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux .....	54
<b>10. ANNEXES .....</b>	<b>57</b>
10.1. Détails des résultats de l'étude .....	57
10.1.1. Consommation en énergie primaire .....	57
10.2. Méthodologie d'étude.....	58
10.2.1. Déroulé de la prestation.....	58
10.2.2. Méthodologie de simulation énergétique.....	58
10.2.3. Stratégie d'économies d'énergie .....	59
10.2.4. Coefficients de conversion des énergies.....	60
10.3. Aide à la compréhension de l'étude .....	63
10.3.1. Lexique .....	63
10.3.2. Légende de notation .....	69
10.4. Récapitulatif des réglementations .....	72
10.4.1. Réglementation thermique des bâtiments existants.....	72
10.4.2. Décret Tertiaire .....	73
10.4.3. Décret BACS.....	75
10.4.4. Réglementation F-GAZ .....	76
10.4.5. Traitement de l'air .....	78
10.5. Limites de prestation.....	80
10.5.1. Niveau de détail de l'étude .....	80
10.5.2. Exhaustivité des informations.....	80
10.5.3. Chiffrage des préconisations .....	80
10.5.4. Chiffrage des subventions .....	80
10.5.5. Calcul en coût global .....	81
10.5.6. Evolutions réglementaires .....	81

## 1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

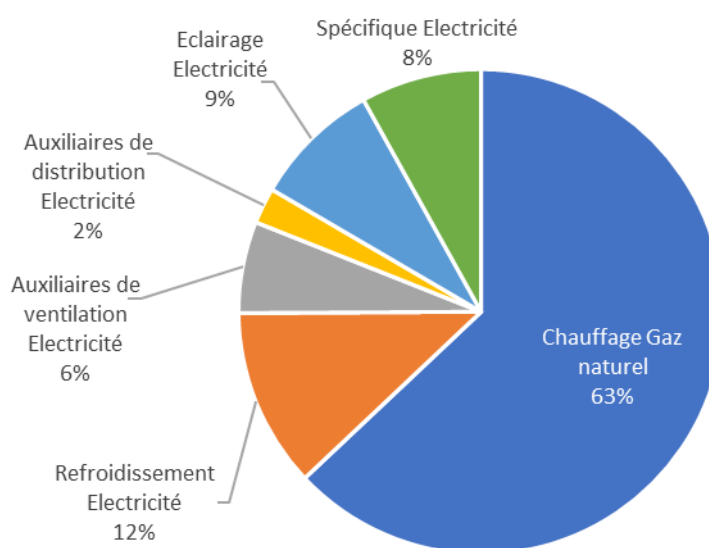
IDENTITÉ DU SITE		
	Nom du site :	<b>Bâtiment C</b> <b>CCI Site d'Ecullly</b>
	Adresse :	23 Avenue Guy de Collongue, 69 130 Ecullly
	Année de construction :	1976
	Année de rénovation :	NC
	Nombre de bâtiments :	1
	Nombre de niveaux :	2,5 (Mezzanine)
	Surface de plancher (SDP) :	3 000 m <sup>2</sup> <sub>SDP</sub>
	Usage du site :	Enseignement Universitaire, Recherche
	Effectifs du site :	~ 300
	Horaires d'ouverture :	Du lundi au vendredi, de 09h00 à 20h00 Fermeture week-end et vacances.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DE L'ENVELOPPE ET DES SYSTÈMES		
Poste technique	Points forts	Points faibles
Enveloppe du bâti	La toiture terrasse et les planchers bas sur sous-sol / vide sanitaire sont légèrement isolés.	Les menuiseries de la façade rideau sont en double vitrage ancien, et les allèges sont d'origine. Certaines menuiseries présentent des défauts d'étanchéité.
Systèmes thermiques	Les émetteurs ont été remplacés récemment, et fonctionnent à basse température.  Présence d'un départ régulé.	Chaudières standard vétustes, production de chaleur au gaz, générant des émissions importantes de CO <sub>2</sub>  Régime à 70°C – 50°C pour des émetteurs fonctionnant à basse température, nécessitant la présence d'un échangeur à plaques, non isolé.  Absence d'EnR.
Systèmes de ventilation	La CTA est récente et performant, et dessert l'ensemble du site.	Régulation non connue.
Pilotage énergétique	Régulation par GTC, complétée par la présence de thermostats d'ambiance programmables dans chaque pièce.  Détection de présence dans les sanitaires et une partie des circulations.	GTC vieillissante d'après le mainteneur.

### ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE - ETAT INITIAL

Années considérées :	Moyenne 2022 - 2023				
Consommation d'énergie :	139 197	<i>kWh EF/PCI</i>			
	45	<i>kWh EF/PCI/m²SP .an</i>			
Emission carbone :	7,5	<i>kgCO2/m²SP .an</i>			
Dépenses énergétiques (P1) :	24 803	€ TTC/an	Dont électricité	17 013	€ TTC/an
			Dont gaz	7 791	€ TTC/an
Dépenses de maintenance (P2) :	-	€ TTC/an			
Dépenses de renouvellement (P3) :	-	€ TTC/an			

Répartition des consommations d'énergie finale par poste :

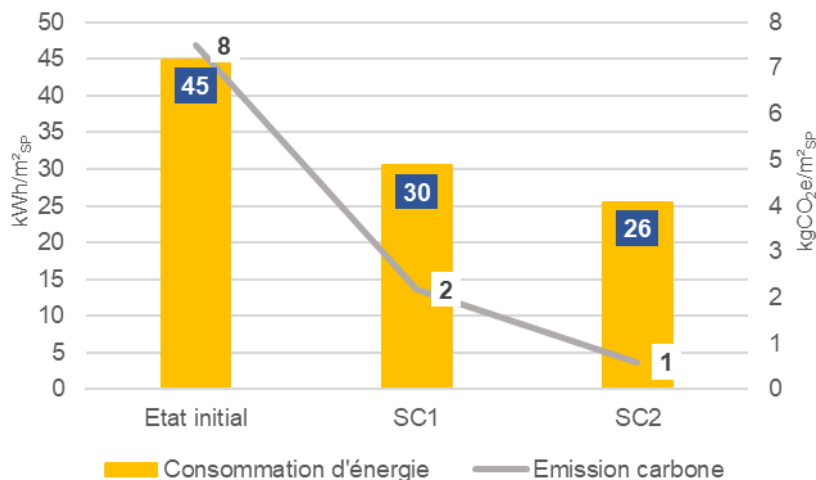




PRECONISATIONS D'AMELIORATION, SCENARIOS DE TRAVAUX ET INDICATEURS DE PERFORMANCE				
Programmes de travaux			SC1	SC2
<b>ACTIONS REGLEMENTAIRES</b>	1	Mise aux normes Décret BACS : Remplacement de la GTC actuelle vieillissante	X	X
<b>ACTIONS DE PILOTAGE</b>	2	Mise en place de sous-compteurs électriques	X	X
<b>TRAVAUX SUR LE BATI</b>	3	Reprise de l'isolation des toitures terrasses et végétalisation d'une partie de la toiture		X
	4	Réfection des parois verticales	X	X
<b>TRAVAUX SUR LES SYSTEMES</b>	5	Remplacement des chaudières - 1 Par une PAC air/eau	X	
	6	Mise en place d'une coque isolante sur l'échangeur		X
<b>ENERGIES RENOUVELABLES</b>	7	Remplacement des chaudières - 2 Raccordement au RCU		X
	8	Confort d'été Mise en place de BSO sur la façade Ouest Mise en place de brasseurs d'air dans les salles de classe orientées Sud	X	X
	9	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation collective		X

SYNTHESE DES SCENARIOS DE TRAVAUX				
Indicateurs de performance		Etat initial	SC1	SC2
<b>Consommation d'énergie</b>	<i>kWh<sub>EF</sub>/m<sup>2</sup><sub>SP</sub></i>	45	30	26
	<i>Ecart annuel %</i>		-32%	-43%
<b>Emission carbone</b>	<i>kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup><sub>SP</sub></i>	8	2	1
	<i>Ecart annuel %</i>		-71%	-92%
<b>Coûts travaux</b>	<i>€<sup>HT</sup> travaux</i>		940 000	1 265 000
<b>Dépenses énergie (P1)</b>	<i>€<sup>TTC</sup>/an</i>	24 803	31 161	10 596
	<i>Ecart annuel %</i>		26%	-57%
<b>Retour sur investissement</b>	<i>Années</i>		>30	>30
	<i>Evolution P1 4%/an</i>		>30	>30
	<i>Années</i>		>30	27
	<i>Evolution P1 10%/an</i>			

## Plan de progrès



## DECRET BACS

Le site est-il assujéti au décret BACS ?	Oui
Une mise en conformité avant le 1er janvier 2025 ou le 1er janvier 2027 est-elle nécessaire ?	Mise en conformité avec adaptation des systèmes existants

## CONCLUSION

Le bâtiment C a été construit dans les années 1970. L'enveloppe est moyennement performante : les menuiseries sont en double vitrage d'origine, et présentent des défauts d'étanchéité, et les niveaux d'isolation sont faibles. En revanche, dans l'ensemble, la performance des systèmes est plutôt bonne : si les chaudières sont anciennes, la CTA est neuve et les émetteurs ont été remplacés récemment. Les systèmes de production de froid ont également moins de dix ans, et les consommations témoignent d'une bonne gestion globale.

Les consommations du site apparaissent ainsi comme très raisonnables, largement en deçà des objectifs valeurs absolues du décret tertiaire. D'un point de vue consommations et exigences réglementaires, aucune intervention ne serait à prévoir. Aussi, les gisements d'économie et donc la rentabilité des interventions énergétiques sont très limités. La performance du bâti n'est toutefois pas conforme aux normes actuelles, et une reprise de l'enveloppe et des systèmes de production de chaleur notamment doivent être envisagées, en anticipation de l'utilisation des locaux par une autre entité.

Le premier scénario permet donc la remise en conformité et l'optimisation de l'enveloppe et des systèmes actuels. Au niveau du bâti, d'importants travaux de réfection des parois verticales sont prévus. Les chaudières gaz actuelles sont vieillissantes, et un remplacement rapide est conseillé ; l'échéance du projet d'extension du RCU n'étant pas connue, et les déperditions globales ayant été limitées, la mise en place d'une Pompe à Chaleur air/eau a donc été proposée. Aussi, afin de faciliter le pilotage et la gestion des différents systèmes, et pour respecter les exigences du Décret BACS, la mise en place d'un plan de comptage et d'une GTC sont prévus.

En complément des travaux mentionnés en scénario 1, le scénario 2 ambitionne une décarbonation majeure du mode de production de chauffage, avec un raccordement au Réseau de Chaleur Urbain. Dans un objectif de maximisation des performances du bâti, une reprise de l'étanchéité et de l'isolation des toitures terrasses est également programmée. En cohérence avec cette intervention, l'installation de panneaux solaires photovoltaïques est envisagée, avec une exploitation en autoconsommation collective sur le site.



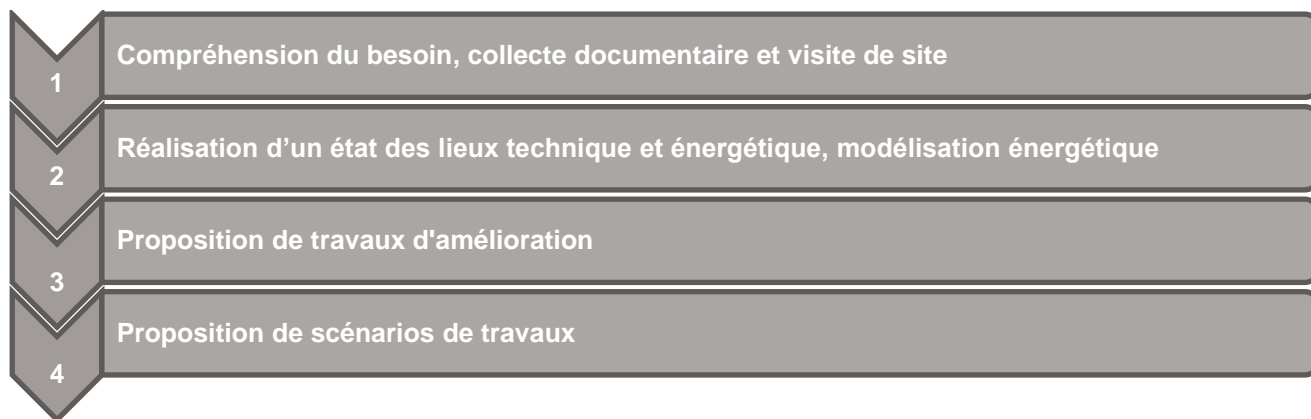
## 2. ELEMENTS METHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS

### 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 :	23/10/2024
Auditeur ALTEREA :	Suzon SIMONNEAU
Accompagnateur(s) :	M. Roche-Thynn PUTH Coordinateur du site d'Ecully – HUB des sécurités
Conditions climatiques :	Text. = 19°C, Ensoleillé
Chauffage en fonctionnement lors de l'intervention :	Non
Climatisation en fonctionnement lors de l'intervention :	Non
Difficultés et anomalies rencontrées lors de la visite :	Le site étant inexploité, l'ensemble des systèmes sont à l'arrêt et de nombreux locaux sont vides. De nombreuses hypothèses ont dû être prises sur l'exploitation passée du site en l'absence d'informations et d'éléments à relever sur site.

## 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		
<b>Plans et surfaces</b>	Plans (masse, niveaux, coupes, évacuation, ...)	X
	Tableau de surface	-
<b>Consommations et dépenses d'énergie</b>	Factures d'énergie détaillées mensuelles – période 2017-2022	-
	Présentation ENGIE des consommations par bâtiment depuis 2019	X
	Consommations annuelles - période 2010-2022	-
	Points 10 minutes sur les 2 dernières années	-
<b>Exploitation / Maintenance</b>	Contrats d'exploitation maintenance et annexes	-
	Récapitulatif des dépenses annuelles P2 / P3	-
	Fiche chaufferie	X
<b>Divers documents</b>	Horaires d'ouvertures du site	X
	Dossiers techniques des travaux antérieurs : DOE / Etudes de sols / études préalables / diagnostics structure / ...	-
	Etudes techniques et énergétiques antérieures : audits énergétiques, Pré-diagnostics, DPE, calculs thermiques	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 du bâti	<p>Toiture :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 cm de polystyrène expansé (R de 2,67)</li> </ul> <p>Isolation des murs (allèges) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quelques cm de polystyrène expansé</li> </ul> <p>Isolation des planchers bas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 cm de polystyrène extrudé (sur sous-sol et vide sanitaire)</li> </ul> <p>Performance des menuiseries :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>U_w = 3</math></li> </ul>	<p>D'après les réglementations thermiques de l'année de construction.</p> <p>Caractéristiques usuelles des menuiseries – RT 2005</p>
Paramètres de régulation	<p>Consigne : 19°C Réduit : 16°C Hors-gel : 14°C Programmation de 6h à 18h en semaine</p>	Bâtiments similaires + faibles niveaux de consommation annoncés
Zones climatisées	L'ensemble du bâtiment est climatisé	Zones desservies par les nouveaux émetteurs, année d'installation des nouveaux groupes froids.

## 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	MeteoNorm V2
Outil de simulation utilisé	Outil de simulation thermique dynamique	Pléiades Comfie
Prix unitaire de valorisation des CEE	8.00 €/MWh <sub>CUMAC</sub>	Registre National des Certificats d'Economies d'Energie (EMMY), indice M-1 du coût moyen pondéré CEE classiques du dernier mois, à date de réalisation de l'étude
Prix de l'énergie considéré préconisations et les scénarios	Electricité : 0,33 €/kWh Gaz : 0,077 €/kWh	Prix moyen de l'année 2023, issu de l'audit Energie3ProWatt (octobre 2024)
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 :	<b>Bâtiment C CCI Site d'Ecully</b>
	Adresse :	23 Avenue Guy de Collongue, 69 130 Ecully
	Année de construction :	1976
	Année de rénovation :	NC
	Nombre de bâtiments :	1
	Nombre de niveaux :	2,5 (Mezzanine)
	Surface de plancher (SDP) :	3 000 m <sup>2</sup> <sub>SDP</sub>
	Usage du site :	Enseignement, Recherche
	Effectifs du site :	~ 300
	Horaires d'ouverture :	Du lundi au vendredi, de 09h00 à 20h00 Fermeture week-end et vacances.

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



### 3.3. Informations détaillées d'occupation du site

Catégorie	Effectifs	Commentaires
Etudiants	~ 300	-

		Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Bureaux	Ouverture	13h00	09h00	13h00	09h00	09h00	-	-
	Fermeture	20h00	18h00	20h00	18h00	18h00	-	-

Eléments d'explication et d'analyse	
<p>Les informations renseignées dans cette partie correspondent aux données d'utilisation du Makers Lab de l'EM Lyon. Elles sont représentatives des habitudes d'occupation des précédents locataires.</p> <p>L'étude étant à isopérimètre, les mêmes paramètres seront retenus par la suite, lors des simulations des interventions.</p> <p><i>D'après les informations communiquées par la MOA, le bâtiment est fermé le week-end et en période de vacances scolaires (2 premières semaines d'août et semaine entre Noël et le jour de l'an).</i></p> <p><i>L'occupation est plus faible en période estivale (2 dernières semaines de juillet et 3<sup>ème</sup> semaine d'août).</i></p>	



### 3.4. Historique des travaux du site

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

Travaux réalisés ou programmés :	Localisation	Année de réalisation
Construction du site		1976
Installation de groupes froids supplémentaires		~ 2015
Remplacement des émetteurs		Relativement récent
Rénovation intérieure et restructuration des locaux		Relativement récent
Réfection des toitures terrasses		NC
Eléments d'explication et d'analyse		
<p><i>Les informations renseignées sont issues de l'audit TCE réalisé par Theop en 2022 ou ont été communiquées par la MOA lors de la visite.</i></p> <p>D'importants travaux de rénovation intérieure ont été effectués, et les émetteurs ont été remplacés. La toiture terrasse a probablement été refaite (généralement, ces travaux sont effectués tous les 15– 20 ans), mais aucun DOE n'a été transmis pour confirmer cette hypothèse.</p>		

## 4. ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE

### 4.1. Usages énergétiques du site

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

### 4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage

Ce chapitre présente, pour chaque vecteur énergétique :

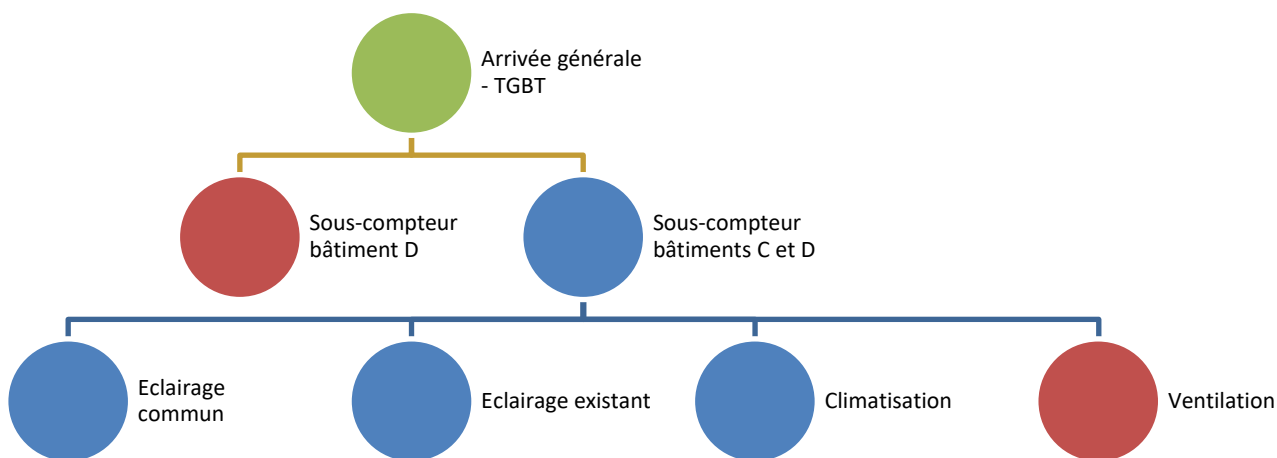
- Les informations relatives aux contrats de fourniture d'énergie : l'objectif est de vérifier l'adéquation des contrats de fourniture à l'usage du site ;
- Les architectures des réseaux existants (plan de comptage) : l'objectif est d'analyser l'opportunité / l'intérêt de compléter le plan de comptage,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

#### 4.2.1. Electricité

Titulaire contrat	N° PDL / PRM	Zones / Usages desservis	Fournisseur	Puissance souscrite	Contrat adapté
EM Lyon	30001910393618	Bâtiments A, B, C, D	Engie Solutions	485 kVa	Oui

Au besoin, il pourra être pertinent de réviser les contrats, afin d'être en adéquation avec l'activité des futurs occupants du site.

## 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

*Afin d'en faciliter la lecture, l'architecture présentée est un zoom sur le bâtiment C. D'autres sous-compteurs sont présents au niveau de l'arrivée générale, pour les autres bâtiments du site.*

*L'arrivée générale est commune à l'ensemble des bâtiments du site, excepté le bâtiment E qui dispose de son propre compteur. Les consommations des bâtiments C et D sont sous-comptées ensemble. L'analyse sera donc réalisée à cette échelle globale.*

*Il est recommandé de vérifier le comptage, et préciser les zones desservies, afin de fiabiliser les futurs relevés.*

Quelques sous-compteurs sont présents dans le tableau de l'entrée, mais l'année d'installation et la fréquence des relevés n'a pas été communiquée. Ils comptent l'éclairage et la climatisation, et donnent un ordre de grandeur de la répartition des consommations entre ces postes.

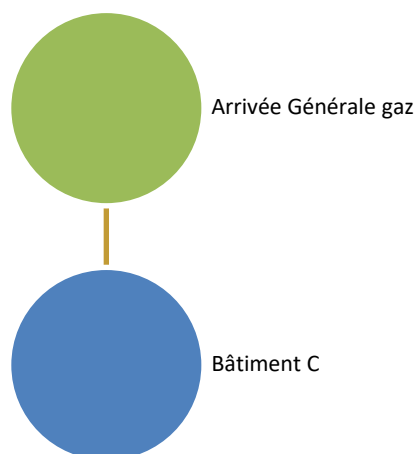
Le plan actuel peut-être complété par l'ajout d'un compteur au niveau du gymnase, de compteurs sur la ventilation (bâtiment C), et la mise en place d'une télérelève périodique reliée à la GTC. Ce suivi régulier des consommations facilitera l'identification d'éventuelles dérives.

La connaissance précise des consommations d'électricité est d'autant plus importante dans le cadre d'un projet d'installation de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation, cela permet de dimensionner l'installation photovoltaïque au plus proche des consommations réelles.

#### 4.2.2. Energie thermique (GAZ)

Porteur contrat	N° PCE	Zones / Usages desservis	Fournisseur	Type contrat	Contrat adapté
EM Lyon	NC	Ensemble du site	NC	NC	NC

#### 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

*Afin d'en faciliter la lecture, l'architecture présentée est un zoom sur le bâtiment C. D'autres sous-compteurs sont présents au niveau de l'arrivée générale, pour les autres bâtiments du site.*

Les consommations de gaz ont été transmises à l'échelle du site. Un sous-comptage par bâtiment est déjà présent. Aucun sous-compteur supplémentaire n'est envisagé sur ce bâtiment.

### 4.3. Analyse des consommations d'énergie

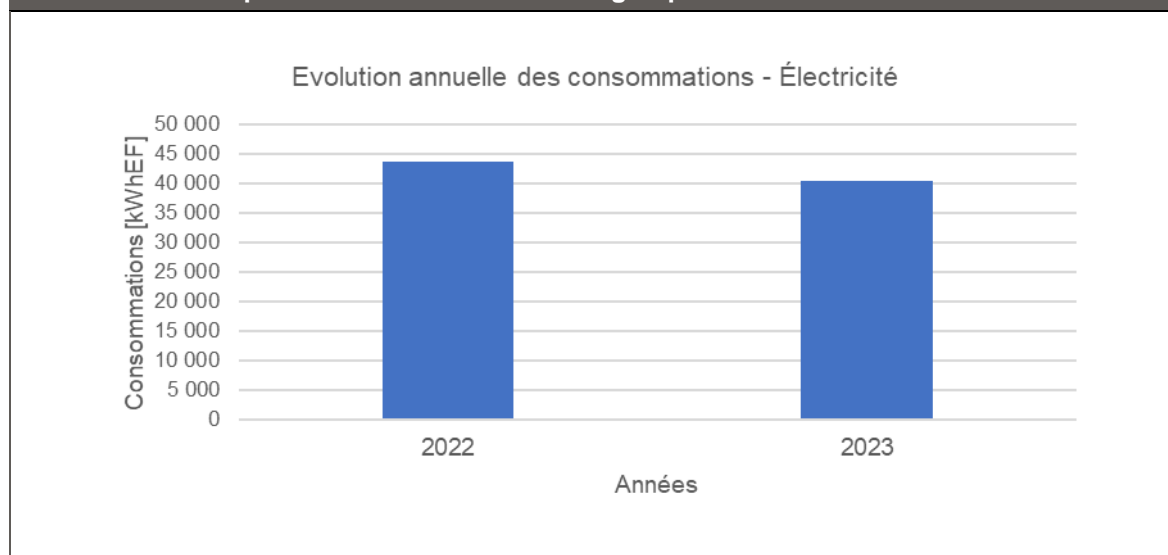
Les consommations d'énergie historiques du site sont présentées dans ce chapitre, sur la base des données transmises par la MOA dans le cadre de cette étude. Elles sont complétées par plusieurs indicateurs, avec par exemple les émissions carbone ou encore les dépenses énergétiques.

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<sub>EF</sub> à partir des coefficients de conversion présentés en annexe (10.3.4 Coefficients de conversion des énergie).

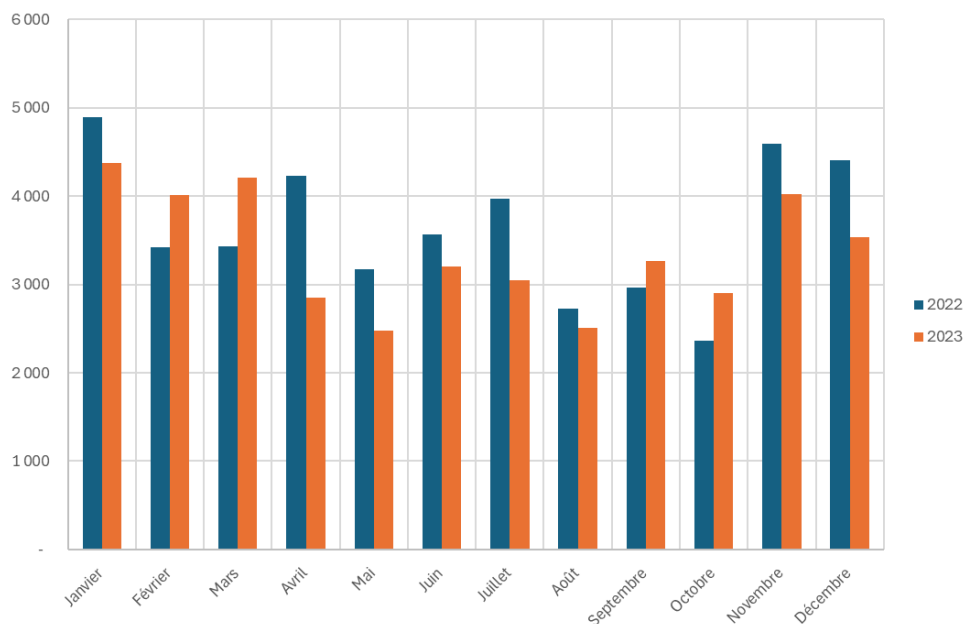
#### 4.3.1. Consommations d'électricité

Consommations énergétiques réelles	2022	2023	Moyenne classique
Consommations (kWh <sub>EF</sub> )	43 737	40 416	42 077
Ratio surfacique de consommation (kWh <sub>EF</sub> /m <sup>2</sup> <sub>SDP</sub> )	10,4	9,6	10,0
Emissions de CO <sub>2</sub> (kg <sub>éq</sub> -CO <sub>2</sub> )	2 799	2 587	2 693
Dépenses (€ <sup>TTC</sup> )	14 856 €	13 728 €	14 292 €
Coût unitaire (€ <sup>TTC</sup> /kWh <sub>PCI</sub> )	0,34 €	0,34 €	0,34 €

#### Evolution historique des consommations énergétiques réelles annuelles



### Evolution historique des consommations mensuelles



### Eléments d'explication et d'analyse

*Les factures n'ont pas été transmises ; les coûts unitaires considérés sont issus du rapport d'octobre 2024 d'Energie3ProWatt, basé sur les tarifs de l'année 2023.*

Les consommations ont été fournies à l'échelle du site. Un sous-comptage est présent, englobant les bâtiments C et D. L'analyse a donc été réalisée à l'échelle de ces deux bâtiments.

Les ratios surfaciques sont assez faibles, au regard des consommations attendues (présence d'une salle serveur, de groupes froids, et bâtiment hébergeant le Fablab de l'école, ce qui suggère une utilisation régulière). L'intensité d'usage réelle du site n'est pas connue, mais les plages d'horaires d'ouverture sont étendues.

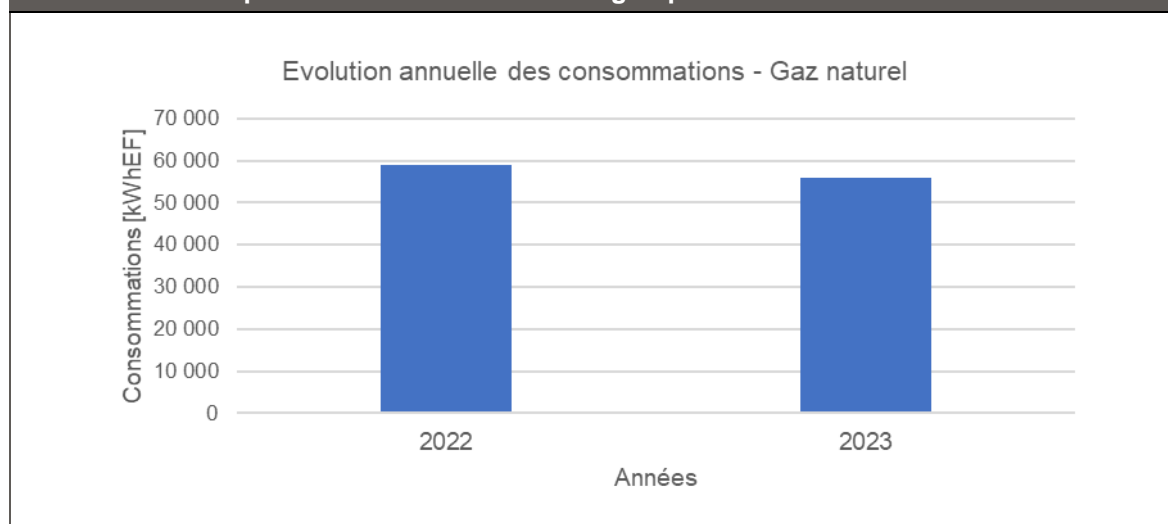
*Il a été considéré un usage modéré de ces deux bâtiments, ainsi qu'une fermeture estivale, justifiant de consommations relativement peu élevées*



#### 4.3.2. Consommations d'énergie thermique (Gaz)

Consommations énergétiques réelles	2022	2023	Moyenne classique
Consommations [kWh <sub>EF PCS</sub> ]	65 622	62 100	63 861
Consommations [kWh <sub>EF PCI</sub> ]	59 060	55 890	57 475
Ratio surfacique de consommation [kWh <sub>EF PCI</sub> /m <sup>2</sup> <sub>SDP</sub> ]	14	13	14
Emissions de CO <sub>2</sub> (kg <sub>éq-CO2</sub> )	14 896	14 097	14 496
Dépenses (€ <sup>TTC</sup> )	4 725 €	4 471 €	4 598 €
Coût unitaire (€TTC/kWh <sub>PCI</sub> )	0,08 €	0,08 €	0,08 €

#### Evolution historique des consommations énergétiques réelles annuelles



#### Eléments d'explication et d'analyse

*Les factures n'ont pas été transmises ; les coûts unitaires considérés sont issus du rapport d'octobre 2024 d'Energie3ProWatt, basé sur les tarifs de l'année 2023.*

Les consommations ont été fournies pour chaque sous-compteur. L'analyse a donc été réalisée à l'échelle du bâtiment.

Les données de sous-comptage transmises par l'exploitant donnent des ratios de consommations thermiques incohérents : 15kWh/m<sup>2</sup>, soit plus performant qu'un bâtiment passif. Les consommations de gaz sont définies par bâtiment en considérant la répartition de consommations de l'audit de 2024 et les résultats de nos simulations énergétiques dynamiques.

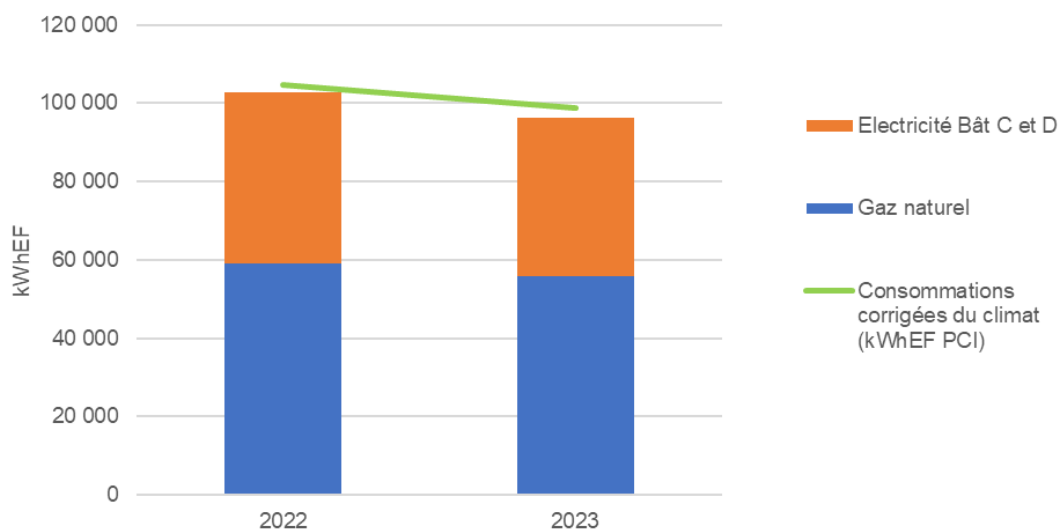
#### 4.3.3. Synthèse des consommations d'énergie

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

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

Consommations énergétiques réelles [kWh <sub>EF</sub> PCI]	2022	2023	Moyenne classique
Consommations réelles de Gaz naturel	59 060	55 890	57 475
Consommations réelles d'Électricité	43 737	40 416	42 077
Consommations corrigées du climat (kWh <sub>EF</sub> PCI)	104 690	98 759	101 724
Emissions de CO <sub>2</sub> (kg <sub>éq</sub> -CO <sub>2</sub> )	17 695	16 683	17 189
Dépenses (€ <sup>TTC</sup> )	19 580 €	18 199 €	18 890 €
Coût unitaire (€ <sup>TTC</sup> /kWh <sub>PCI</sub> )	0,19 €	0,19 €	0,19 €

#### Evolution historique des consommations énergétiques annuelles réelles et corrigées du climat



#### Eléments d'explication et d'analyse

Les données présentées ci-dessus correspondent aux données de sous-comptage transmises par l'exploitant et qui seront requestionnées pour l'analyse de la performance actuelle des bâtiments C et D

L'évolution des consommations du site est en cohérence avec l'évolution de la rigueur climatique pour les années 2022 et 2023.

## 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 rideau (allège béton)		Surface	R	P	V
	Type :	Allège pleine / Double vitrage lame d'air 6 mm	1,5	1	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	5 cm de polystyrène expansé (hypothèse)			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			

Commentaire par paroi	
Mur sur extérieur	Mur rideau, structure poteaux-poutres en béton. Les allèges ont été supposées légèrement isolées.

Menuiserie					
Porte sur extérieur		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 12 mm	30 m²	2.60	1
	Etanchéité :	Faible			
	Année :	Non déterminée			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	Sans objet			
Mur rideau (Fenêtre sur extérieur)		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 6 mm	570 m²	3.36	1
	Etanchéité :	Moyenne			
	Remplissage :	Air			
	Année :	1976			
	Occultation :	Volet roulant			
	Matériau occultation :	PVC			
	Fermeture :	Coulissante, Fixe			
	Pathologies :	Présence de défauts d'étanchéité à l'air généralisés au niveau du cadre			
Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :		1.9			

Commentaire par paroi	
Fenêtre sur extérieur	Les menuiseries sont probablement d'origine, et présentent des défauts d'étanchéité à l'air.

Plancher haut					
Toiture-terrasse		Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	1 260 m²	2,3	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	10 cm			
	Etanchéité :	Finition lourde (gravillons)			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5			

Plancher bas					
Plancher bas sur vide sanitaire		Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	900 m²	1,5	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face			
	Isolant :	Flocage coupe-feu			
	Epaisseur d'isolation :	4 cm			
	Nature du local non chauffé :	Archives / Vide sanitaire			
	Position :	Sur vide sanitaire enterré			
	Ventilation du local non chauffé :	Local ventilé			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3			
Plancher bas sur terre-plein		Surface	R	P	V
-	Type :	Dalle béton	380 m²	0,3	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Position :	En sous-sol			
	Ventilation du local non chauffé :	Local ventilé			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3			

Commentaire par paroi	
Plancher bas sur vide sanitaire	L'épaisseur de dalle est une hypothèse.

## 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.

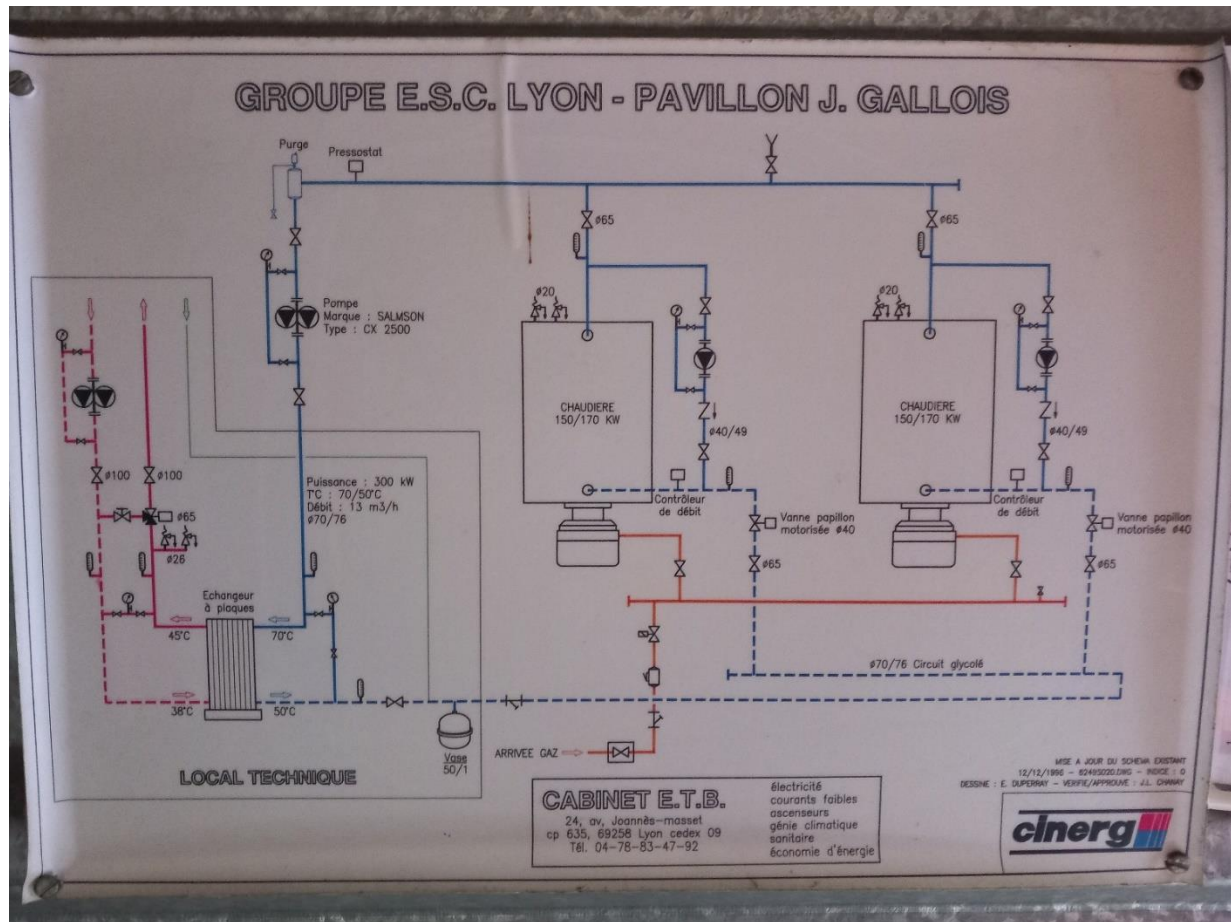
Décret BACS	
Assujettissement	
Le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale >70kW	Oui
Le site est-il assujetti au décret BACS ?	Oui
Mise en conformité	
Action à réaliser avant le 1er janvier 2025 ou le 1er janvier 2027 :	Mise en conformité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

### 5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance

Contrat d'exploitation	
Titulaire du contrat (exploitant)	ENGIE
Type de marché	NC
Date de fin du contrat	Janvier 2025
Clause d'intéressement	NC
Périmètre de prestation	P1/P2/P3/P4
Coût annuel P2	NC
Coût annuel P3	NC
Avis sur l'exploitation	Exploitation adaptée : bonne maîtrise et conduite des installations permettant la réduction des consommations énergétiques



### 5.2.3. Schéma de principe de la chaufferie



Le schéma de principe date de 1996.



#### 5.2.4. Analyse de la conformité de la chaufferie

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




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

Les schémas de principe datent de 1996. Une mise à jour est recommandée, en particulier au regard du réagencement intérieur du bâtiment et du remplacement des émetteurs.


### 5.2.5. Chauffage

Production de chaleur			
Chaudière		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique totale :	340 kW	
	Rendement :	93.9 %	
	Technologie :	Standard	
	Cascade :	Oui	
	Position :	Au sol	
	Année :	1989	
	Marque :	Viessmann	
	Modèle :	Vitola-biferral-e	
	Nombre :	2	
	Brûleur intégré :	Oui	
	Année brûleur :	1989	
	Marque brûleur :	Cuenod	
	Modèle brûleur :	C22G257/8	
	Nombre de brûleur :	2	
	Performance brûleur :	1	
	Vétusté brûleur :	1	
	Utilisation :	Chauffage	
Localisation :		Chaufferie	
Echangeur à plaques		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Energie :	Eau chaude	
	Type :	Echangeur à plaques	
	Année :	2013	
	Marque :	Barriquand Echangeurs	
	Modèle :	UFX12	
	Isolation :	Absence de coque isolante	
	Nombre :	1	
	Utilisation :	Chauffage	
Localisation :		Local CTA	





Commentaire par équipement	
Chaudière	<p>La puissance thermique totale correspond à la somme des puissances des deux chaudières.</p> <p>Le rendement renseigné correspond au dernier test de combustion présent dans le carnet de chaufferie, et date du 02/12/2022.</p> <p>Un remplacement des chaudières, anciennes et peu performantes, est à prévoir.</p>

Auxiliaire de chauffage			
Pompe recyclage		P	V
	Puissance électrique totale :	140 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Recyclage chaudière	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	SXM32-35	
	Nombre :	2	
Pompe circuit secondaire		P	V
	Puissance électrique totale :	4000 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	JRC 406 20/2.2	
	Nombre :	1	
Pompe primaire		P	V
	Puissance électrique totale :	1500 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Primaire	
	Nom du départ :	Primaire	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	JRL 205-10 5/0.75	
	Nombre :	1	



Commentaire par équipement	
Pompe primaire	La puissance totale correspond à la somme des puissances unitaires
Pompe secondaire	Un seul circuit de chauffage desservant les différents émetteurs du bâtiment.

Distribution de chaleur			
Réseaux de chauffage		P	V
	Technologie :	Présence de calorifuge avec quelques défauts	
	Mise en œuvre de l'isolation :	Laine de verre revêtue d'un film PVC	
	Epaisseur :	4 cm	
	Localisation :	En locaux technique	
		2	2

Commentaire par équipement	
Réseaux de chauffage	En chaufferie : présence de calorifuge en bon état.

Emission de chaleur			
Ventilo-convecteurs chaud		P	V
	Locaux desservis :	Bureaux non rénovés, grande pièce R+1	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes (chauffage seul)	
	Position :	En allège	
	Marque :	CIAT	
	Modèle :	CV 29	
		2	1
Ventilo-convecteurs chaud		P	V
	Locaux desservis :	Grande salle RDC	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	4 tubes (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Plafonnière	
	Année :	2014	
	Marque :	CIAT	
	Modèle :	CDL 924T B	
	Nombre :	4	
		2	2
Cassettes Salles de classe		P	V
	Locaux desservis :	Salles langue et info	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	4 tubes (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Plafonnière	
	Marque :	Atlantic	
		2	2
Cassettes Circulation		P	V
	Locaux desservis :	Circulation	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	4 tubes (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Plafonnière	
	Marque :	Atlantic	
		2	2

Commentaire par équipement	
Ventilo-convecteurs chaud	Puissance ventilateurs : 82 W
Ventilo-convecteurs chaud	Puissance moteur : 51 W

Régulation terminale chauffage			
Régulation terminale		P	V
	Technologie :	Thermostats manuels (absence de sonde)	
	Année :	2014	
	Marque :	CIAT	
	Locaux desservis :	Grande pièce RDC	
	Nombre :	4	
Régulation terminale		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance programmable	
	Marque :	Fujitsu	
	Locaux desservis :	Ensemble des zones	


Régulation centrale chauffage			
Régulation centrale		P	V
	Technologie :	Loi d'eau avec horloge	
	Programmation :	Hebdomadaire	
	Nombre de départs régulés :	1	
	Température de confort :	19 °C	
	Température de réduit :	16 °C	
	Température d'hors-gel :	14 °C	
	Adéquation de la régulation :	Optimisée	





### 5.2.6. Climatisation

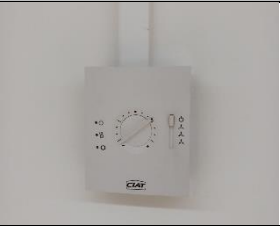

Production de froid			
Refrroidisseur		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance frigorifique totale :	104.4 kW	
	Puissance électrique totale :	38.9 kW	
	Plage de performance :	EER < 3	
	EER nominal :	2.68	
	Fluide frigorigène :	R407C	
	Position :	Terrasse	
	Locaux desservis :	Zone informatique	
	Année :	2010	
	Marque :	TRANE	
	Modèle :	CGAN 400	
	Nombre :	1	
Unité de climatisation		P	V
	Type :	Monosplit	
	Plage de performance :	EER >= 3,5	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Année :	2015	
	Marque :	HITACHI	
	Modèle :	RAS-6HNC1E	
	Nombre :	2	
Groupe froid 2		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance frigorifique totale :	45 kW	
	Puissance électrique totale :	14.17 kW	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	EER nominal :	3.17	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Année :	2014	
	Marque :	FUJITSU	
	Modèle :	AJY144LALH	
	Nombre :	3	
Groupe froid		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance frigorifique totale :	28 kW	
	Puissance électrique totale :	7.33 kW	
	Plage de performance :	EER >= 3,5	
	EER nominal :	3.8	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Année :	2015	
	Marque :	FUJITSU	
	Modèle :	AJYA90GALH	
	Nombre :	3	

Commentaire par équipement	
Production de froid	Il est recommandé de veiller au bon entretien/maintenance des systèmes en général, et des groupes et réseaux de froid en particulier (vigilance quant au Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) important des fluides frigorigènes). Un remplacement de ces systèmes devra être programmé pour se conformer à la réglementation F-Gaz, à horizon 10-15 ans



Distribution de froid			
Réseaux de froid		P	V
	Technologie : Présence ponctuelle de calorifuge	1	0

Commentaire par équipement	
Réseaux de froid	L'isolation des réseaux est dégradée par endroits Une révision ponctuelle de l'isolation des réseaux est à prévoir.


Emission de froid			
Ventilo-convecteurs froid		P	V
	Locaux desservis : Locaux serveur, Baie de brassage	2	2
	Energie : Fluide frigorigène		
	Technologie : 2 tubes (refroidissement seul)		
	Marque : Fujitsu		
Cassettes plafonnieres		P	V
	Energie : Hydraulique	2	2
	Technologie : 4 tubes (chauffage et refroidissement)		
	Position : Plafonnière		
	Marque : Atlantic		
	Locaux desservis : Salles de classe, une partie des zones de circulation		

Régulation terminale froid			
Régulation terminale		P	V
	Technologie :	Thermostats manuels (absence de sonde)	
	Année :	2014	
	Marque :	CIAT	
	Locaux desservis :	Grande pièce RDC	
	Nombre :	4	
Régulation terminale		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance programmable	
	Marque :	Fujitsu	
	Locaux desservis :	Ensemble des zones	

### 5.2.7. Ventilation


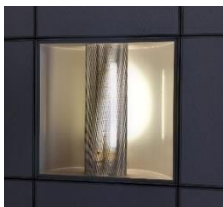

Equipement de ventilation			
Extraction sanitaires		P	V
	Puissance électrique totale :	0.75 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	ALDES	
	Modèle :	VEC 271 B	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
		1	1
CTA		P	V
	Puissance électrique totale :	6.5 kW	
	Technologie :	CTA DF avec échangeur et caisson de mélange	
	Echangeur :	Echangeur rotatif	
	Rendement échangeur :	78 %	
	Débit d'air soufflé :	10 000 m3/h	
	Débit d'air repris :	10 000 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Sans objet	
	Année :	2023	
	Marque :	VIM	
	Modèle :	CAD O Integral 100	
	Locaux desservis :	Ensemble du site	
	Nombre :	1	
	Localisation :	Local CTA	
		3	2
Régulation centrale ventilation			
Fonctionnement permanent		P	V
-	Technologie :	Fonctionnement permanent	
	Equipement associé :	Extracteur simple flux	
		0	0
Régulation sur sonde de température		P	V
-	Technologie :	Programmation horaire et sonde de température air soufflé (hypothèse)	
	Equipement associé :	CTA	
		2	2

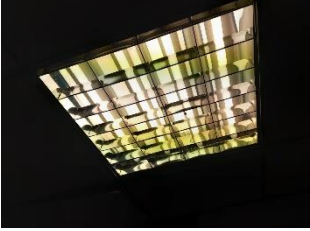

### 5.2.8. Eau Chaude Sanitaire


Production ECS			
Préparateur ECS indépendant		P	V
		2	2

Commentaire par équipement	
Préparateur ECS indépendant	Les besoins d'ECS du bâtiment sont faibles (sanitaires). Une douche est également présente dans le local SSI, alimentée par le préparateur ECS présenté.

### 5.2.9. Eclairage



Source d'éclairage			
Spots LED circulation		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Spot	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	2
	Localisation :	Circulation	
Tubes fluorescents entrée		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T8	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	2	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	18 W	1
	Type d'éclairage :	Eclairage indirect	
	Localisation :	Hall d'entrée du bâtiment	
Luminaires LED		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	40 W	2
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Localisation :	Locaux rénovés	


Tubes fluorescents 1		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T8	
	Type de luminaire :	Tube	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	4	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	18 W	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Localisation :	Locaux non rénovés	
		1	2
Tubes fluorescents 2		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T5	
	Type de luminaire :	Tube	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	2	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	36 W	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Localisation :	Locaux non rénovés	
		2	2

Pilotage terminal éclairage			
Détection de présence		P	V
	Technologie :	Détection de présence	
	Locaux desservis :	Une partie des circulations, Sanitaires	
		3	2
Interrupteur manuel		P	V
-	Technologie :	Interrupteur manuel	
		1	1

Commentaire par équipement	
Tubes fluorescents entrée	A l'entrée du site, luminaires anciens et énergivores. A remplacer.
Luminaires LED	Dalles dans 80% des salles, et luminaires "décoratifs" mais peu consommateurs à l'étage.
Tubes fluorescents 2	Locaux non rénovés (ponctuel)

### 5.2.10. Autres usages

Autres usages			
Process		P	V
	Energie :	Electricité	
	Type :	Machines courantes (fraiseuses, colonne à percer, ...)	
	Marque :	CNC	
		2	2
Equipements de bureautique		P	V
	Type :	Télévision	
	Extinction hors utilisation :	Fréquente	
	Durée de fonctionnement :	Ponctuelle	
		2	2

Baie de brassage		P	V
	Type :	Baie de brassage	
	Extinction hors utilisation :	Inexistante	
	Durée de fonctionnement :	Permanente	
	Nombre :	2	
Localisation : RDC			



### 5.3. Synthèse état des lieux techniques

#### Synthèse

L'enveloppe du bâtiment n'a bénéficié d'aucune rénovation majeure depuis sa construction (1976). La performance thermique globale du bâti est moyenne à faible : en particulier, les menuiseries de la façade rideau présentent des défauts d'étanchéité à l'air et sont en double vitrage ancien, générant d'importantes déperditions du fait de la très forte surface vitrée. Les toitures terrasses et planchers sont faiblement isolés.

Un traitement global de ces postes sera préconisé, afin de limiter les besoins de chauffage.

La production de chaleur est assurée par deux chaudières gaz anciennes, en cascade. Elles alimentent des émetteurs récents, fonctionnant à basse température (permis par la présence d'un échangeur en chaufferie).

En remplacement de ce système, le raccordement au RCU d'Ecully, en projet d'extension, sera étudié. Une PAC air/eau sera également proposée en alternative.

La régulation centrale est gérée via une GTC, dont la gestion est confiée au mainteneur ; elle est complétée par des thermostats d'ambiance programmables, installés dans chacune des pièces. Une mise en conformité du système de gestion pourra être nécessaire, dans le cadre du décret BACS.

Le refroidissement est géré par plusieurs groupes froid en toiture, relativement récents, et utilisant le fluide frigorigène R410A, actuellement conforme à la réglementation F-Gaz (se référer au paragraphe 10.5.4 pour plus d'informations).

Le bâtiment est équipé d'une CTA récente, qui assure les débits réglementaires des espaces, et de caissons d'extraction fonctionnant en continu pour les sanitaires.

L'éclairage a été remplacé récemment, dans le cadre d'une réfection complète des locaux intérieurs. Par conséquent, le bâtiment fonctionne principalement en LED, et des détecteurs de présence sont installés en circulation et sanitaires.

## 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)

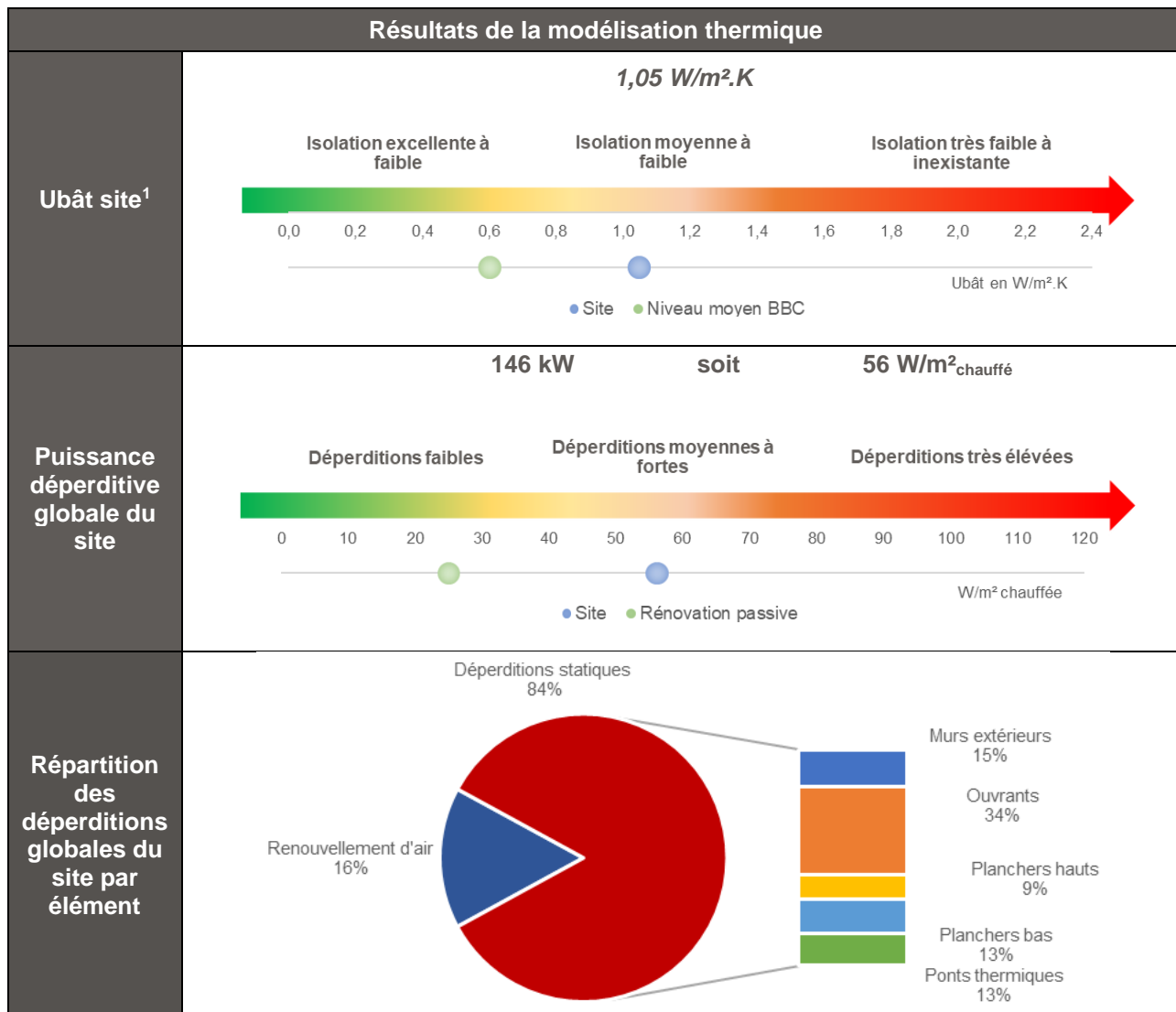
Cette modélisation intègre les caractéristiques techniques (bâti et système) collectées et relevées lors de la visite du site ainsi que l'usage du site décrits dans les précédents chapitres.

### 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	2 600 m <sup>2</sup>	La surface chauffée représente 84% de la surface de plancher
Volume chauffé	9 840 m <sup>3</sup>	Le volume chauffé est important, en particulier du fait des grandes hauteurs sous plafond des espaces de circulation du deuxième étage.
Inertie thermique	Faible	Le mode constructif du bâtiment (mur rideau) est caractéristique d'une faible inertie thermique.
Ratio surface vitrée / façade	44%	La surface vitrée est très importante ; le confort lumineux est très bon dans le bâtiment, et les consommations d'éclairage sont limitées. En revanche, les déperditions sont plus grandes par les menuiseries, et le bâtiment peut être sujet aux surchauffes en été.
Etanchéité à l'air	Moyenne	Une partie des menuiseries présente des défauts d'étanchéité à l'air. Une réfection complète de ce poste est recommandée.
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 :



### Eléments d'explication et d'analyse

Les performances thermiques du site sont plutôt faibles. Les déperditions sont principalement liées à la forte surface vitrée (34% des déperditions totales), et les ponts thermiques associés au mode constructif sont importants. Le traitement de ce poste constitue donc un axe d'amélioration important.

L'isolation des planchers, haut et bas, est également à renforcer : les investissements correspondants sont généralement modérés, et le potentiel de réduction des déperditions associés à ces actions est de l'ordre de 20% (9 + 13).

En cas de travaux d'envergure sur l'enveloppe, la puissance de chauffage devra être redimensionnée.

<sup>1</sup> 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).

## 6.2 Analyse des consommations énergétiques simulées

Ce modèle a été calibré par rapport à la moyenne des consommations réelles d'électricité et de gaz naturel du bâtiment C des années 2022 et 2023, fournies par la MOA, aux équipements identifiés sur place et aux hypothèses de fonctionnement formulées, à partir d'usages similaires pour refléter l'état initial.

Le coût de l'énergie pris en compte pour la suite de l'étude est 0,33€/kWh pour l'électricité et 0,08€/kWh pour le gaz (2023, Energi3ProWatt).

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 <sub>2</sub>	€TTC
Chauffage	Gaz naturel	87 644	28	19 895	7 791
Refroidissement	Electricité	16 637	5	1 065	5 490
Auxiliaires de ventilation	Electricité	8 499	3	544	2 805
Auxiliaires de distribution	Electricité	3 335	1	213	1 101
Eclairage	Electricité	11 859	4	818	3 914
Spécifique	Electricité	11 224	4	718	3 704
<b>TOTAL</b>		<b>139 197</b>	<b>45</b>	<b>23 254</b>	<b>24 803</b>

### Eléments d'explication et d'analyse

**Le chauffage représente la plus grande part des consommations.** Bien que la programmation du chauffage soit optimisée, cela s'explique par la faible performance du bâti, source de déperditions.

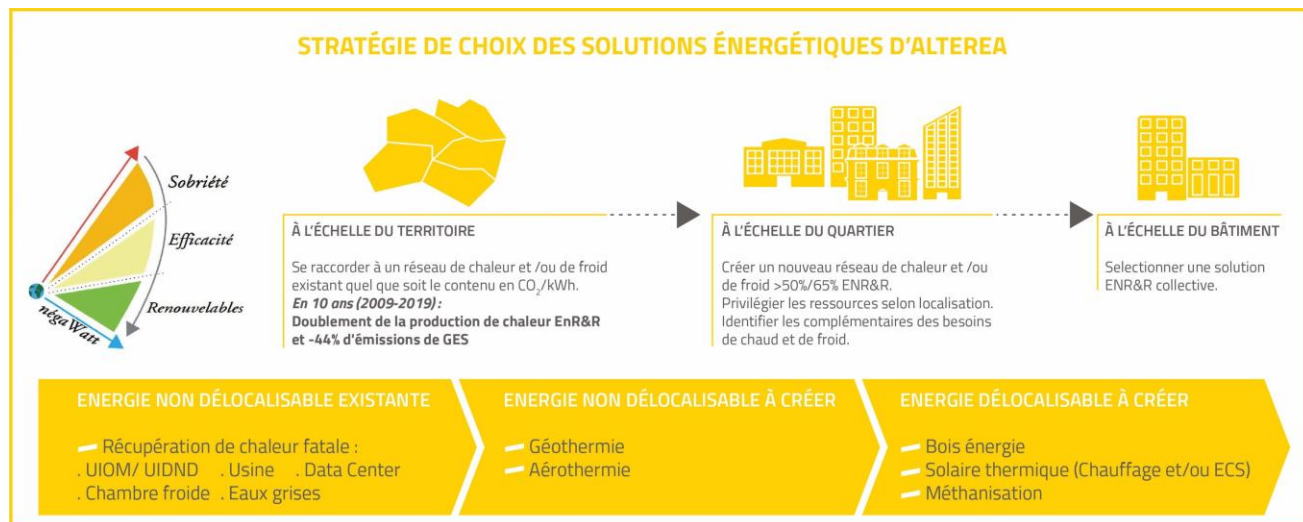
Ces consommations peuvent être réduites en agissant sur un levier principal : la **limitation des déperditions, en rénovant le bâti**. La maîtrise de la conduite des installations doit être maintenue.

Les autres postes (électricité) sont répartis de manière assez homogène ; un suivi régulier des données de comptage disponibles est recommandé, pour affiner l'analyse et connaître au mieux le comportement du bâtiment. La mise en place de sous-compteurs complémentaires, idéalement avec télérelève reliée à la GTC, est préconisée.

Néanmoins, les consommations du site apparaissent comme très raisonnables, largement en deçà des objectifs valeurs absolues du décret tertiaire. D'un point de vue consommations et exigences réglementaires, aucune intervention ne serait à prévoir. Aussi, les gisements d'économie et donc la rentabilité des interventions énergétiques sont très limités. La performance du bâti n'est toutefois pas conforme aux normes actuelles, et une reprise de l'enveloppe et des systèmes de production de chaleur notamment doivent être envisagées, en anticipation de l'utilisation des locaux par une autre entité.

## 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 :

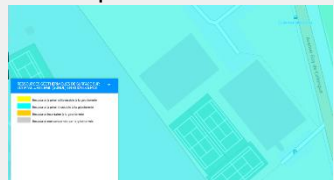



Ainsi, à l'échelle d'un bâtiment, le choix d'une énergie renouvelable se priorise comme suit :

- 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	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	25 m <sup>2</sup>
Surface disponible pour le silo	-
Adéquation au besoin	Non
Potentiel	-
Commentaires	La présence d'un réseau basse température ne justifie pas la mise en place d'une chaufferie biomasse. Cette solution ne sera donc pas retenue, et d'autres seront proposées dans cette étude (PAC et RCU)
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	Une extension du réseau de chaleur urbain à proximité du site est en projet.
Site situé dans une zone de développement prioritaire (ZDP)	-
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la sous-station	25 m <sup>2</sup> (chaufferie actuelle, en toiture) Une surface extérieure supplémentaire pourra éventuellement être réquisitionnée pour la création de la sous-station.
Adéquation au besoin	Oui
Potentiel	Inexistant à ce jour, mais en projet.
Commentaires	A plus long terme, il serait pertinent de raccorder les bâtiments du site à ce réseau. Des études complémentaires de faisabilité devront être menées, et un dimensionnement précis sera à prévoir en fonction des travaux d'amélioration énergétique engagés d'ici là.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	25 m <sup>2</sup> (chaufferie actuelle, en toiture)
Surface disponible au sol	100 m <sup>2</sup>
Adéquation du régime basse température	Actuellement, le bâti n'est pas isolé. Intervention à envisager après travaux sur l'enveloppe. Ressource à priori favorable sur sonde
Potentiel	
Commentaires	D'après le site géothermies.fr le potentiel sur : - Nappe : Non connu - Sondes : ressource à priori favorable
Aérothermie (PAC)	
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	25 m <sup>2</sup> (chaufferie actuelle, en toiture)
Surface extérieure disponible (sol, toiture)	100 m <sup>2</sup> (sol) 50 m <sup>2</sup> (toiture)
Zone climatique favorable	Oui
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Potentiel	Bon

Evaluation du potentiel EnR	
Commentaires	<p>La zone climatique est plutôt favorable à ce type d'installations.</p> <p>Le raccordement au RCU sera privilégié sur ce site, mais la PAC air/eau peut être une alternative fonctionnelle, décarbonée et performante en cas de modification du projet d'extension.</p>
Solaire thermique	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Besoin d'ECS en période estivale	Très faibles
Type de toiture/de pan envisagé	-
Orientation de la toiture/du pan envisagé	-
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	-
Masques solaires	-
Surface de captage nécessaire	-
Surface disponible en chaufferie/pour la création d'un local	-
Potentiel	Faible
Commentaires	Les besoins actuels d'ECS ne justifient pas la mise en place d'une telle installation.
Solaire photovoltaïque	
Type de toiture/de pan envisagé	Toiture terrasse
Orientation de la toiture/du pan envisagé	Sud
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	Entre 15° et 30°
Masques solaires	Inexistants
Surface de captage disponible	200 m <sup>2</sup> Environ 4x50 m <sup>2</sup> en toiture (surfaces laissées vierges pour la circulation en toiture et l'entretien des panneaux)
Potentiel	Fort
Commentaires	 <p>Une autoconsommation collective à l'échelle du site peut être pertinente. L'intervention sera simulée pour déterminer le productible attendu.</p> <p>/!\ Cette préconisation est valable sous réserve d'une étude structure attestant la faisabilité du projet.</p>

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



## 8. PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES

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

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

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

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

Les préconisations sont classifiées en 6 catégories :



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

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

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

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

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

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



			INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE				INDICATEURS ECONOMIQUES			INDICATEURS FINANCIERS	SCENARIOS	
			Economie annuelle		CO <sub>2</sub> évité		Coût des travaux	Valorisation	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles) Ecart à l'état initial	Retour sur investissement	SC1	SC2
			Énergie FINALE		annuellement			CEE				
			kWh EF/PCI	%	kgCO <sub>2</sub>	%	€HT	€	€TTC	années		
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise aux normes Décret BACS : Remplacement de la GTC actuelle vieillissante	-	-	-	-	78 000	-	-	>30	X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs électriques	-	-	-	-	2 000	-	-	>30	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	3	Reprise de l'isolation des toitures terrasses et végétalisation d'une partie de la toiture	6 738	5%	1 499	6%	213 000	15 834	645	>30		X
	4	Réfection des parois verticales	25 787	19%	5 754	25%	744 000	14 629	2 440	>30	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	5	Remplacement des chaudières 1 - Par une PAC air/eau	33 574	24%	15 624	67%	38 000	7 088	-10 052	>30	X	
	6	Mise en place d'une coque isolante sur l'échangeur	202	0%	46	0%	1 000	0	18	30		X
ENERGIES RENOUVELABLES	7	Remplacement des chaudières 2 - Raccordement au RCU	10 714	8%	19 895	86%	79 000	7 465	-4 518	>30		X

	8	Confort d'été Mise en place de BSO sur la façade Ouest Mise en place de brasseurs d'air dans les salles de classe orientées Sud	974	1%	63	0%	78 000	0	320	>30	X	X
	9	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation collective	22 473	16%	1 438	6%	70 000	0	12 893	5		X

			DETAILS DES PRECONISATIONS ET POINTS DE VIGILANCE
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise aux normes Décret BACS : Remplacement de la GTC actuelle vieillissante	Le site est soumis aux exigences décret BACS. Une mise en conformité est nécessaire, un audit complémentaire pourra être réalisé pour définir précisément les actions à mettre en place.
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs électriques	Mise en place de sous-compteurs électriques : 1 au niveau du TGBT (bâtiment A) pour séparer les consommations des bâtiments C et D 1 pour la climatisation 1 pour la ventilation (CTA) 1 pour les bornes de recharge de véhicules électriques (si reliés aux tableaux du bâtiment ; à contrôler)
TRAVAUX SUR LE BATI	3	Reprise de l'isolation des toitures terrasses et végétalisation d'une partie de la toiture	La réfection de l'étanchéité et de l'isolation des toitures terrasses a été prévue avec des panneaux isolants rigides en polystyrène expansé de résistance thermique 7,00 m².K/W. Cette intervention permettra de réduire considérablement les déperditions par l'enveloppe et ainsi de diminuer les consommations de chauffage  La végétalisation d'une partie de la toiture est également proposée, sous réserve d'une étude structure favorable ( <i>chiffrage : 400 m², pan Est de la toiture</i> )
	4	Réfection des parois verticales	Cette intervention prévoit le remplacement de l'ensemble des menuiseries par des menuiseries en double vitrage avec remplissage argon respectant une performance thermique minimale de $U_w = 1,50 \text{ W/m}^2.\text{K}$ et $U_p = 2,00 \text{ W/m}^2.\text{K}$ pour les portes. Elle doit être combinée avec la mise en place d'isolation afin de mutualiser l'échafaudage et de limiter les ponts thermiques à la jonction menuiseries / murs. Les nouvelles menuiseries installées seront sans entrée d'air. Les allèges pleines seront traitées en ITE, avec un R de 4,00 m².K/W.
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	5	Remplacement des chaudières - 1 Par une PAC air/eau	Mise en place d'une pompe à chaleur air/eau en remplacement des chaudières gaz actuelles. Le dimensionnement est dépendant des déperditions de l'enveloppe au moment de la mise en œuvre de la solution.
	6	Mise en place d'une coque isolante sur l'échangeur	-

<b>ENERGIES RENOUVELABLES</b>	<b>7</b>	Remplacement des chaudières - 2 Raccordement au RCU	Raccordement au Réseau de Chaleur du Quartier La Duchère pour la production de chauffage. Suite aux travaux d'extension et à la modification du mode de production, la performance du RCU tend à s'améliorer. Une hypothèse d'un futur taux de GES a été pris à 0,057 kgco2/kWh dans le cadre de cette étude. Le coût a également été estimé à 0,16 c€TTC/kWh.  Le dimensionnement est dépendant des déperditions de l'enveloppe au moment de la mise en œuvre de la solution.
	<b>8</b>	Confort d'été Mise en place de BSO sur la façade Ouest Mise en place de brasseurs d'air dans les salles de classe orientées Sud	Cette intervention a pour objectif de limiter l'usage de la climatisation, tout en améliorant le confort des occupants. Les gains simulés ne sont pas significatifs du fait des faibles niveaux de climatisation considérés à l'état initial. Cette proposition d'action sera à considérer avec attention, en particulier si les usages évoluent.
	<b>9</b>	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation collective	A réaliser en cohérence avec la réfection de la toiture. Installation en mezzanine de 200 m² de panneaux solaires, pour une installation de 40 kWc, sous réserve d'une étude structure favorable.  Cette intervention est envisagée en autoconsommation collective à l'échelle du site. La part de la production autoconsommée sur le bâtiment C est estimée à 52%, soit 22 055 kWh. Le reste est réinjecté sur le site.

## 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 aux normes Décret BACS : Remplacement de la GTC actuelle vieillissante	78 000 €HT
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs électriques	2 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	3	Réfection des parois verticales	744 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	4	Remplacement des chaudières 1 - Par une PAC air/eau	38 000 €HT
ENERGIES RENOUVELABLES	5	Confort d'été Mise en place de BSO sur la façade Ouest Mise en place de brasseurs d'air dans les salles de classe orientées Sud	78 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			940 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			303 €HT/m <sup>2</sup>

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	139 197	►	94 427	-32%
	kWhEF/m <sup>2</sup> SP	45		30	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO <sub>2</sub> /an	23 254	►	6 764	-71%
	kgCO <sub>2</sub> /an/m <sup>2</sup> SP	8		2	

## 9.2. Scénario 2 « Maximisation énergétique »

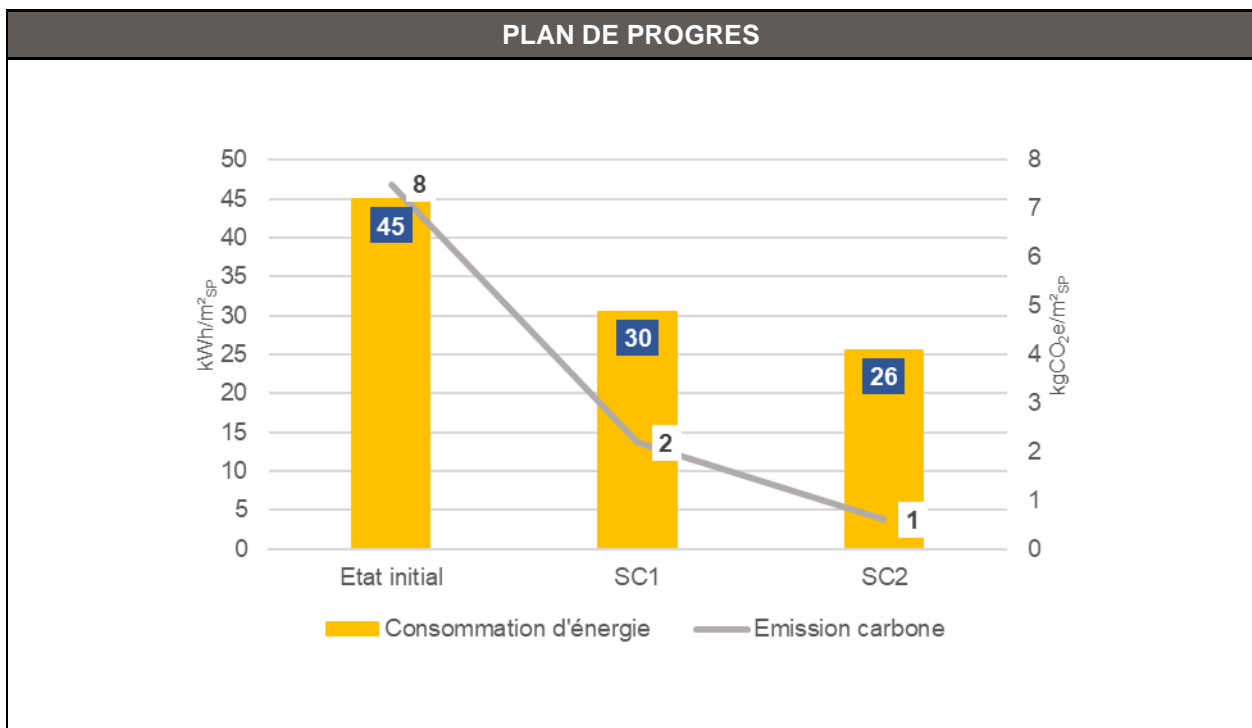
		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise aux normes Décret BACS : Remplacement de la GTC actuelle vieillissante	78 000 €HT
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs électriques	2 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	3	Reprise de l'isolation des toitures terrasses et végétalisation d'une partie de la toiture	213 000 €HT
	4	Réfection des parois verticales	744 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	5	Mise en place d'une coque isolante sur l'échangeur	1 000 €HT
ENERGIES RENOUVELABLES	6	Remplacement des chaudières 2 - Raccordement au RCU	79 000 €HT
	7	Confort d'été Mise en place de BSO sur la façade Ouest Mise en place de brasseurs d'air dans les salles de classe orientées Sud	78 000 €HT
	8	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation collective	70 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			1 265 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			408 €HT/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 2	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	139 197	►	79 063	-43%
	kWhEF/m²SP	45		26	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO2/an	23 254	►	1 852	-92%
	kgCO2/an/m²SP	8		1	

### 9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux

CONSTITUTION DES SCENARIOS DE TRAVAUX			SC1	SC2
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise aux normes Décret BACS : Remplacement de la GTC actuelle vieillissante	X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs électriques	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	3	Reprise de l'isolation des toitures terrasses et végétalisation d'une partie de la toiture		X
	4	Réfection des parois verticales	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	5	Remplacement des chaudières - 1 Par une PAC air/eau	X	
	6	Mise en place d'une coque isolante sur l'échangeur		X
ENERGIES RENOUVELABLES	7	Remplacement des chaudières - 2 Raccordement au RCU		X
	8	Confort d'été Mise en place de BSO sur la façade Ouest Mise en place de brasseurs d'air dans les salles de classe orientées Sud	X	X
	9	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation collective		X

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	$kWh_{EF}/m^2_{SP}$	45	30	26
	<i>Ecarts annuels %</i>		-32%	-43%
Emission carbone	$kgCO_2e/m^2_{SP}$	8	2	1
	<i>Ecarts annuels %</i>		-71%	-92%



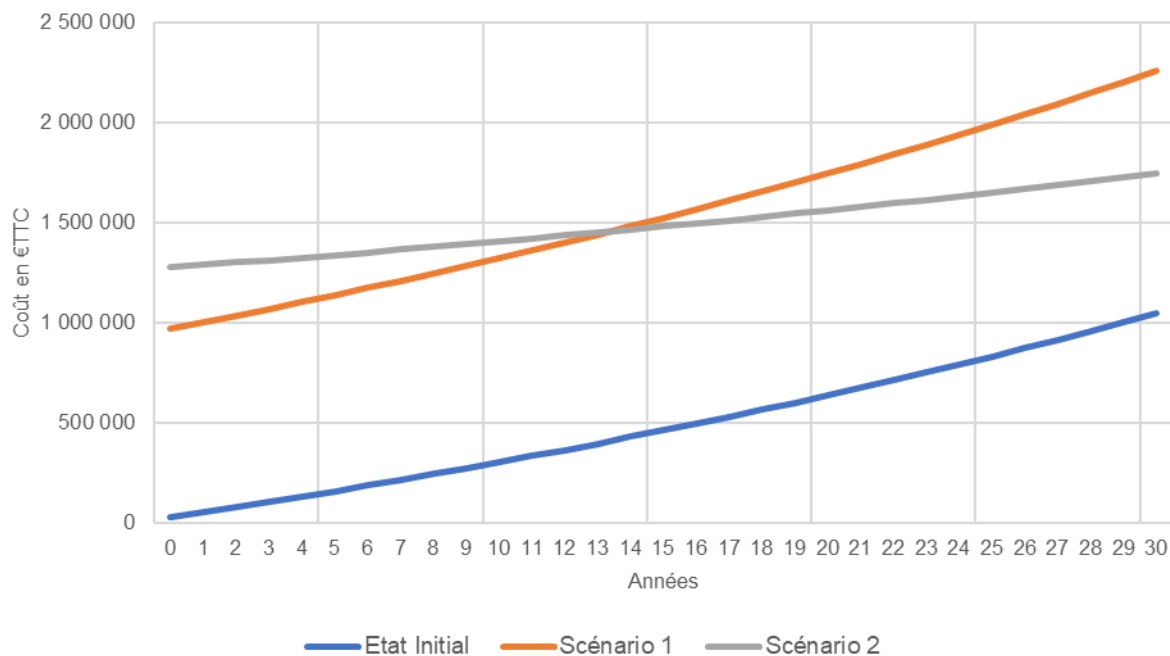


INDICATEURS ECONOMIQUES		Etat initial	SC1	SC2
Coûts travaux	€HT travaux	-	940 000	1 265 000
CEE mobilisables	kWhcumac	-	2 995 400	5 231 400
	€	-	21 717	37 928
Dépenses énergie (P1)	€TTC/an	24 803	31 161	10 596
	Ecart à l'état initial %	-	-26%	57%
Dépenses maintenance (P2)	€TTC	0	150	800
Dépenses renouvellement (P3)	€TTC	0	150	400

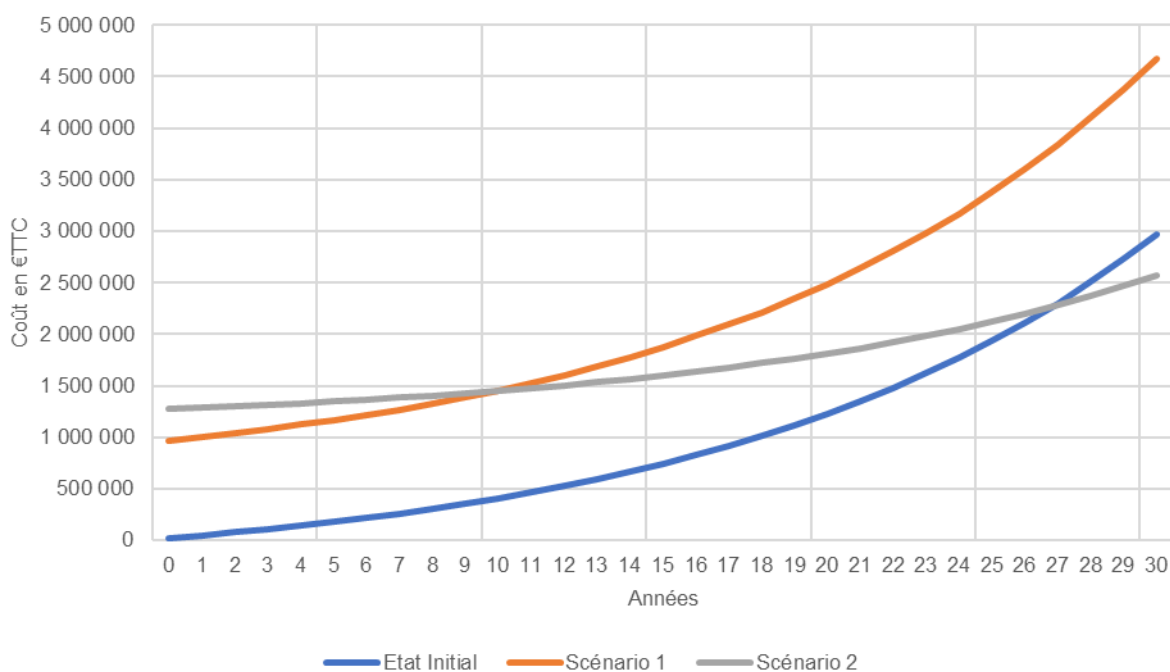
INDICATEURS FINANCIERS		Etat initial	SC1	SC2
Dépenses énergie (P1)	€TTC sur 30 ans	1 471 532	1 848 719	628 657
	Evolution P1 4%/an			
Dépenses maintenance (P2) et renouvellement (P3)	€TTC sur 30 ans	4 512 777	5 669 505	1 927 915
	Evolution P1 10%/an			
Coût global actualisé y compris coûts travaux	€TTC sur 30 ans	0	12 714	50 855
	Evolution P1 4%/an			
Retour sur investissement actualisé	€TTC sur 30 ans	1 044 473	2 261 495	1 748 412
	Evolution P1 10%/an			
Années	Evolution P1 4%/an	2 969 140	4 679 498	2 570 654
	Années	-	>30	>30
Evolution P1 10%/an	Années	-	>30	27
	Evolution P1 10%/an			

INDICATEURS D'EFFICIENCE		Etat initial	SC1	SC2
Coût de l'énergie économisée	€HT travaux / kWh	-	21	21
Coût du carbone évité	€HT travaux / kgCO2	-	57	59

### 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



## 10. ANNEXES

### 10.1. Détails des résultats de l'étude

#### 10.1.1. Consommation en énergie primaire

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

Consommations primaires	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2
Consommation brute annuelle [kWh <sub>EP</sub> .an]	215 955	217 181	115 471
Consommation surfacique annuelle [kWh <sub>EP</sub> .m <sup>2</sup> <sub>SP</sub> .an]	70	70	37
Ecart par rapport à l'état initial [%]	-	1%	-47%

Commentaires
<p>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.</p> <p>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.</p>

## 10.2. Méthodologie d'étude

### 10.2.1. 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

### 10.2.2. 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 30minutes ou 1h. Il est notamment possible de faire varier les paramètres d'occupation et/ou de régulation, et de visualiser le comportement thermique et énergétique par zone ou à l'échelle du site sur ce même pas de temps. De plus, cet outil permet une meilleure prise en compte des données climatiques (fichier météo précis) et de l'environnement proche du site (modélisation des masques solaires...). Cette méthode a une plus-value certaine dans l'évaluation des problématiques de confort d'été et de mi-saison, et de mise en température des locaux.



PLEIADES

### **Simulation Energétique Statique (SES)**

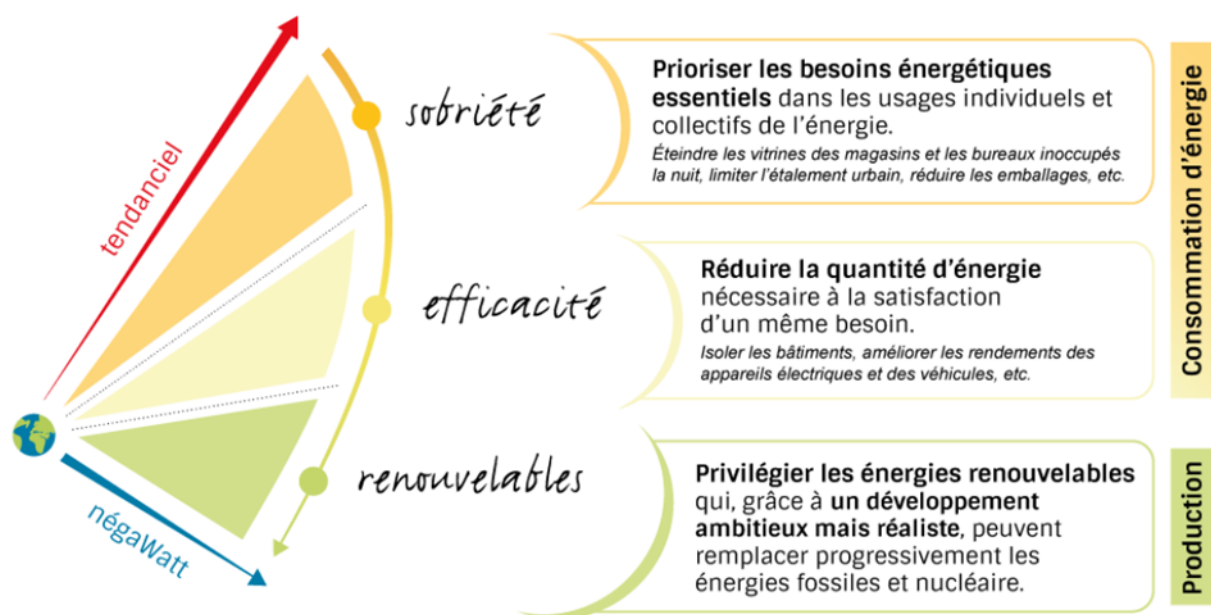
Contrairement à la modélisation SED, cette modélisation ne s'appuie pas sur un logiciel, mais sur un outil de calcul développé en interne conformément aux règles de l'art reconnues par le COSTIC. Aucune modélisation 3D n'est réalisée, les paramètres (enveloppe / systèmes / usages) sont rentrés à la main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

#### **10.2.3. 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](http://www.negawatt.org)

#### 10.2.4. Coefficients de conversion des énergies

##### Coefficients de conversion des vecteurs énergétiques

L'ensemble des unités énergétiques sont ramenées en kWh<sub>EF</sub> dans l'étude afin de pouvoir les comparer :

Énergie	Unité d'origine facturation	Facteur de conversion en kWh <sub>EF.PCI</sub>
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 <sub>PCS</sub>	0.9
Gaz naturel liquéfié	1 kg	12,553
Gaz propane	1 kg	12,8
	1m <sup>3</sup>	23.7
Gaz butane	1 kg	12,57
	1m <sup>3</sup>	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 <sup>2</sup>	DT <sup>3</sup>
	Conversion [kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>EF.PCI</sub> ]	Conversion [kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>EF.PCI</sub> ]
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.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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 <sup>4</sup>	DT <sup>5</sup>
	Conversion [kWh <sub>EP</sub> /kWh <sub>EF,PCI</sub> ]	Conversion [kWh <sub>EP</sub> /kWh <sub>EF,PCI</sub> ]
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

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> 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.

## 10.3. Aide à la compréhension de l'étude

### 10.3.1. 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"> <li>- des vides et des trémies afférentes aux escaliers et ascenseurs ;</li> <li>- des surfaces de stationnement et circulation des véhicules ;</li> <li>- des surfaces de plancher des combles non aménageables ;</li> <li>- des surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ;</li> <li>- 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.</li> </ul>
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'extérieure. 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 <sup>2</sup> .K/W	Résistance thermique des parois opaques, exprimée en m <sup>2</sup> .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 <sup>2</sup> .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 <sup>2</sup> .K)	Coefficient de transmission thermique des ensembles menuisés, exprimé en W/(m <sup>2</sup> .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 <sup>2</sup> .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 : <a href="https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000822199/">https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000822199/</a>
Coefficient standardisé de déperdition d'un bâtiment	Ubât	W/(m <sup>2</sup> .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 <sup>2</sup> .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 fixées par le décret tertiaire. Cette norme impose de mettre en place un système d'automatisation et de contrôle des bâtiments, selon un échéancier rapproché. Elle concerne tous les bâtiments tertiaires non résidentiels, pour lesquels le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale supérieure à 70Kw.
Réglementation F-gaz	F-gaz	-	Réglementation qui encadre depuis 2006 la vente et l'utilisation des différentes catégories de fluides frigorigènes (considérés comme d'importants gaz à effet de serre)
Documentation Technique Unifiée	DTU	-	Un document technique unifié (DTU) est un document applicable aux marchés de travaux de bâtiment en France. Il est établi par la « Commission Générale de Normalisation du Bâtiment/DTU ». Ces documents normatifs, propres à chaque catégorie de travaux, relatent les règles de l'art à respecter en conception et chantier.

### Exploitation maintenance :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Prestations Forfaitaires	PF	-	Marché le plus standard et le moins coûteux, il inclue le poste P2 à minima (l'entretien et la maintenance des installations). Le P3 et P4 peuvent être inclus en complément.
Combustible et prestation	CP	-	Le marché CP inclut le P1 et P2 à minima. L'énergie est vendue par l'exploitant 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

### 10.3.2. 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 $\geq 12$ 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 $\geq 16$ mm)	Double vitrage (lame d'air $\geq 10$ mm)	Double vitrage (lame d'air $\leq 10$ 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

## 10.4. Récapitulatif des réglementations

### 10.4.1. 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.

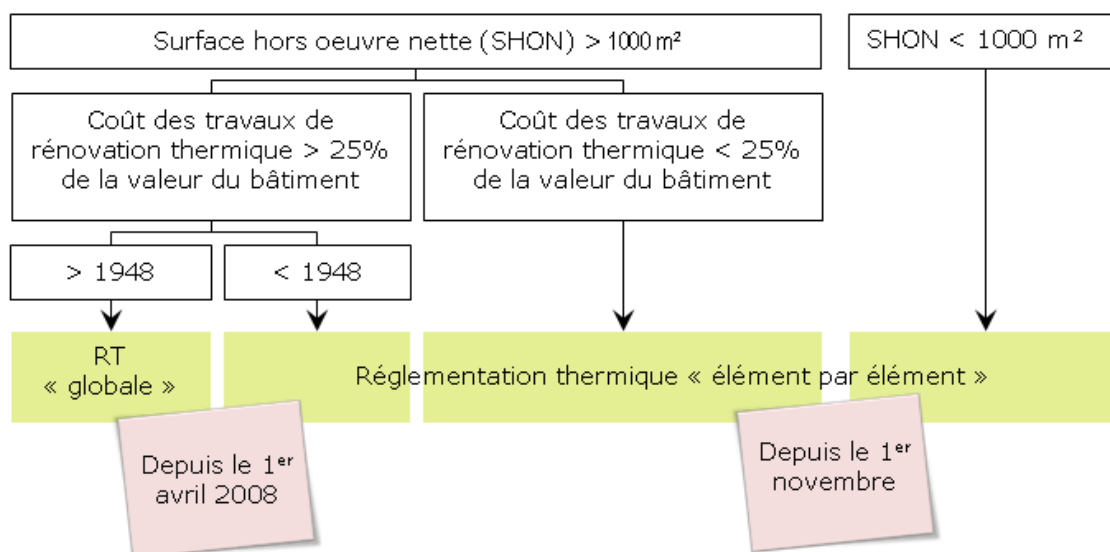
L'objectif général de cette réglementation est de fixer de prérequis et des garde-fous sur la performance énergétique d'un bâtiment lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend telle amélioration. L'objectif global étant d'apporter une amélioration significative de la performance des bâtiments.

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 m<sup>2</sup>, 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<sup>er</sup> novembre 2007.

Note : Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de 1 709 €/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub> (valeur pour le 1<sup>er</sup> semestre 2024<sup>9</sup>).

<sup>9</sup> Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.13, mis à jour le 1<sup>er</sup> janvier 2024.



#### 10.4.2. 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> ;
  - 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 m<sup>2</sup>.
- 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 sureté 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.

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

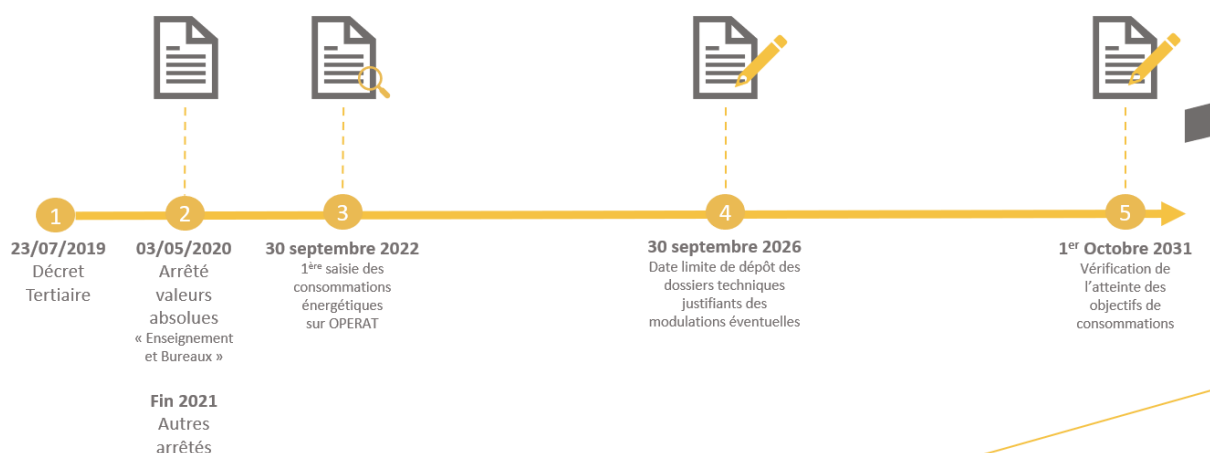
<sup>11</sup> Décret tertiaire : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251>

Le décret prévoit également une remontée annuelle des consommations d'énergie via la **plateforme dédiée OPERAT**, avec une 1<sup>ère</sup> déclaration ayant pour échéance le 30/09/2022, ainsi qu'une 1<sup>ère</sup> 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<sup>ème</sup> 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.

### 10.4.3. 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<sup>er</sup> janvier 2025 si  $P > 290$  kW ou le 1<sup>er</sup> 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.**

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



#### 10.4.5. 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.

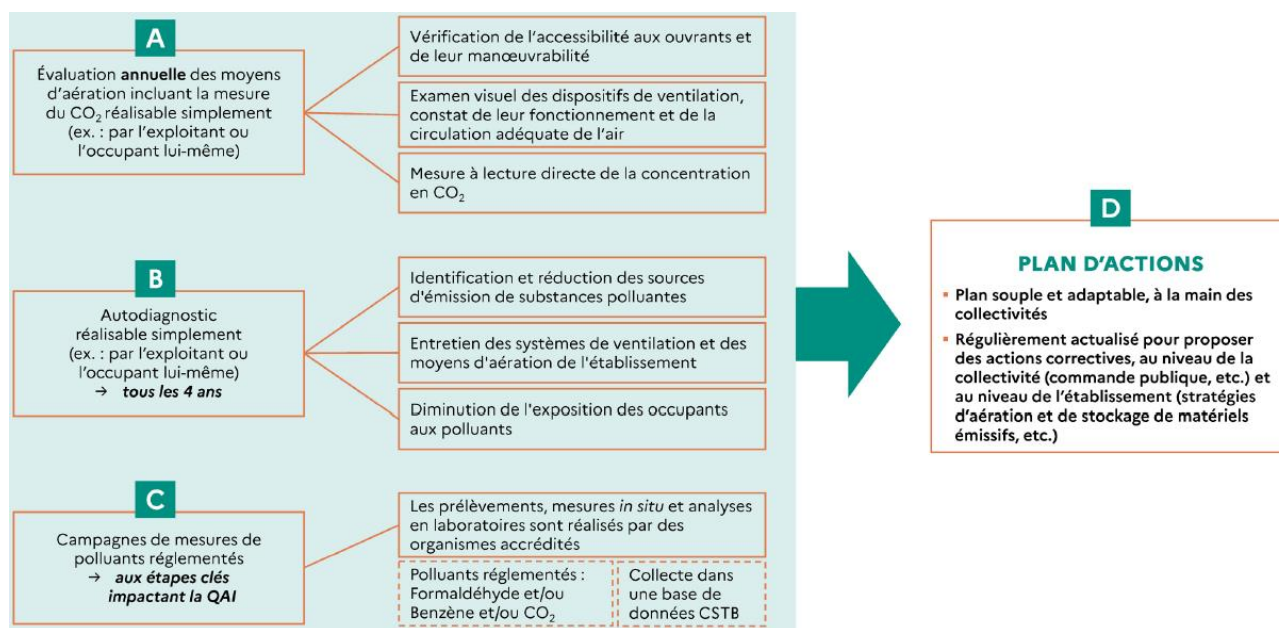
Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1er janvier 2023 sont ceux accueillant des enfants :

- 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 :



## 10.5. Limites de prestation

### 10.5.1. 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.

### 10.5.2. 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.

### 10.5.3. 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

### 10.5.4. 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<sub>CUMAC</sub> 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.

#### **10.5.5. 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

#### **10.5.6. 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).