



CCI LYON METROPOLE  
SAINT-ETIENNE ROANNE

# CCI LYON METROPOLE SAINT-ETIENNE ROANNE

*Bâtiment D*



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	18/12/2024	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 .....	9
<b>3. PRÉSENTATION DU SITE .....</b>	<b>10</b>
3.1. Fiche identité .....	10
3.2. Plan du site et périmètre de l'audit énergétique .....	10
3.3. Informations détaillées d'occupation du site .....	11
3.4. Historique des travaux du site .....	12
<b>4. ANALYSE ÉNERGETIQUE ET CARBONE .....</b>	<b>13</b>
4.1. Usages énergétiques du site .....	13
4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage .....	13
4.2.1. Electricité .....	13
4.2.2. Energie thermique (GAZ) .....	15
4.3. Analyse des consommations d'énergie .....	16
4.3.1. Consommations d'électricité .....	16
4.3.2. Consommations d'énergie thermique (Gaz) .....	18
4.3.3. Synthèse des consommations d'énergie .....	19
<b>5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES .....</b>	<b>20</b>
5.1. Enveloppe du bâti .....	21
5.2. Systèmes énergétiques .....	23
5.2.1. Décret BACS .....	23
5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance .....	23
5.2.3. Schéma de principe de la chaufferie .....	24
5.2.4. Analyse de la conformité de la chaufferie .....	25
5.2.5. Chauffage .....	26
5.2.6. Climatisation .....	29
5.2.7. Ventilation .....	29
5.2.8. Eau Chaude Sanitaire .....	30
5.2.9. Eclairage .....	31
5.2.10. Autres usages .....	32
5.3. Synthèse état des lieux techniques .....	33

<b>6. MODELISATION ENERGETIQUE DU SITE .....</b>	<b>34</b>
6.1. Analyse des déperditions thermiques .....	34
6.2. Analyse des consommations énergétiques simulées .....	37
<b>7. OPPORTUNITE D'INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LE SITE.....</b>	<b>38</b>
<b>8. PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES .....</b>	<b>41</b>
<b>9. SCENARIOS DE TRAVAUX.....</b>	<b>46</b>
9.1. Scénario 1 « Optimisation énergétique » .....	47
9.2. Scénario 2 « Maximisation énergétique » .....	48
9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux .....	49
<b>10. ANNEXES .....</b>	<b>52</b>
10.1. Détails des résultats de l'étude .....	52
10.1.1. Consommation en énergie primaire .....	52
10.2. Méthodologie d'étude.....	53
10.2.1. Déroulé de la prestation.....	53
10.2.2. Méthodologie de simulation énergétique.....	53
10.2.3. Stratégie d'économies d'énergie .....	54
10.2.4. Coefficients de conversion des énergies.....	55
10.3. Aide à la compréhension de l'étude .....	58
10.3.1. Lexique .....	58
10.3.2. Légende de notation .....	64
10.4. Récapitulatif des réglementations .....	67
10.4.1. Réglementation thermique des bâtiments existants.....	67
10.4.2. Décret Tertiaire .....	68
10.4.3. Décret BACS.....	70
10.4.4. Réglementation F-GAZ .....	71
10.4.5. Traitement de l'air .....	73
10.5. Limites de prestation.....	75
10.5.1. Niveau de détail de l'étude .....	75
10.5.2. Exhaustivité des informations.....	75
10.5.3. Chiffrage des préconisations .....	75
10.5.4. Chiffrage des subventions .....	75
10.5.5. Calcul en coût global .....	76
10.5.6. Evolutions réglementaires .....	76

## 1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

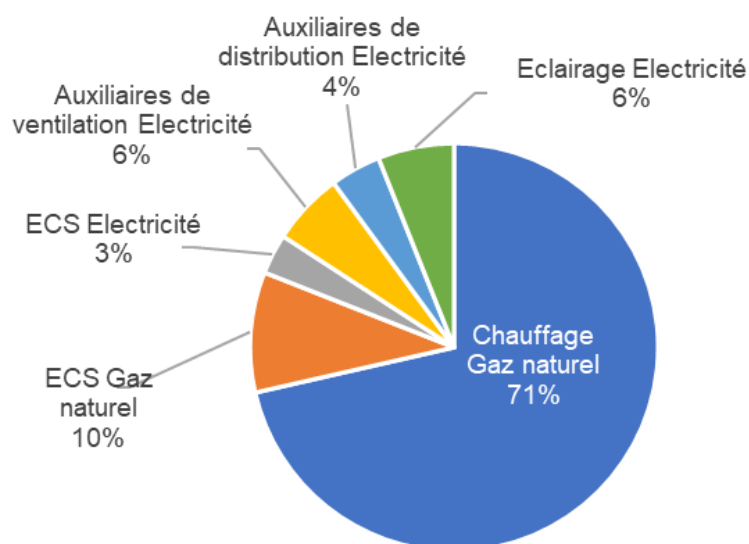
IDENTITÉ DU SITE		
	Nom du site :	<b>Bâtiment D – Gymnase</b>
	Adresse :	23 Av. Guy de Collongue, 69130 Écully
	Année de construction :	1972
	Année de rénovation :	Sans objet
	Nombre de bâtiments :	1
	Nombre de niveaux :	2 (Mezzanine)
	Surface de plancher (SDP) :	1 400 m <sup>2</sup> <sub>SDP</sub>
	Usage du site :	Etablissement sportif
	Effectifs du site :	~ 100 personnes
	Horaires d'ouverture :	7h – 22h, hors weekends et vacances

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DE L'ENVELOPPE ET DES SYSTÈMES		
Poste technique	Points forts	Points faibles
Enveloppe du bâti	-	Les murs sur extérieur ne sont pas isolés. Menuiseries en simple vitrage et double vitrage ancien Étanchéité d'origine (toiture)
Systèmes thermiques	Ballons d'ECS remplacés en 2021 Présence de pompes à débit variable Quelques robinets thermostatiques dans les vestiaires	Production de chaleur au gaz, générant des émissions importantes de CO <sub>2</sub> Chaudière ancienne Absence d'EnR Distribution non optimale Absence partielle de calorifuge
Systèmes de ventilation	-	Extraction simple flux dans les sanitaires, hors service lors de la visite
Pilotage énergétique	Pas d'informations sur le pilotage, présence supposée d'un réduit.	

**ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE - ETAT INITIAL**

Années considérées :	Elec : 2023 ; Gaz : Hypothèse				
Consommation d'énergie :	79 083	<i>kWh EF/PCI</i>			
	56	<i>kWh EF/PCI/m²SP .an</i>			
Emission carbone :	11,2	<i>kgCO2/m²SP .an</i>			
Dépenses énergétiques (P1) :	10 292	€ TTC/an	Dont électricité	4 760	€ TTC/an
			Dont gaz	5 532	€ TTC/an
Dépenses de maintenance (P2) :	NC	€ TTC/an			
Dépenses de renouvellement (P3) :	NC	€ TTC/an			

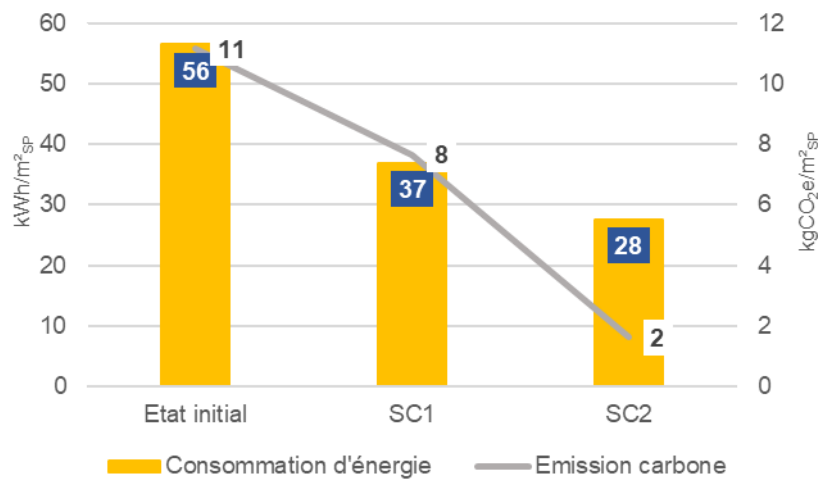
Répartition des consommations d'énergie finale par poste :



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	X	X
<b>ACTIONS DE PILOTAGE</b>	2	Mise en place de sous-compteurs	X	X
<b>TRAVAUX SUR LE BATI</b>	3	ITE		X
	4	Remplacement des menuiseries		X
	5	Reprise de l'étanchéité de la toiture, isolation complémentaire (à mener en cohérence avec l'installation de PV)	X	X
<b>TRAVAUX SUR LES SYSTEMES</b>	6	Poursuivre le relamping LED	X	X
	7	Remplacement de la chaudière gaz vétuste par une chaudière gaz à condensation	X	
	8	Remplacement des aérothermes anciens du gymnase par des équivalents plus performants	X	X
	9	Mise en place d'une extraction sur commande dans les locaux	X	X
<b>ENERGIES RENOUVELABLES</b>	10	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en toiture (autoconsommation collective) 380 m <sup>2</sup> - 78 kWc	X	X
	11	Raccordement au RCU		X
	12	Confort d'été (non simulé) 1 - Mise en place de brasseurs d'air	X	X
	13	Confort d'été (non simulé) 2 - Mise en place de brise-soleil (façade sud)		X

SYNTHESE DES SCENARIOS DE TRAVAUX				
Indicateurs de performance		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	$kWh_{EF}/m^2_{SP}$	56	37	28
	<i>Ecart annuel %</i>		-35%	-51%
Emission carbone	$kg_{CO_2e}/m^2_{SP}$	11	8	2
	<i>Ecart annuel %</i>		-31%	-86%
Coûts travaux	$€^{HT} \text{ travaux}$		323 000	666 000
Dépenses énergie (P1)	$€^{TTC}/an$	10 292	-1 579	-335
	<i>Ecart annuel %</i>		-115%	-103%
Retour sur investissement	Années Evolution P1 4%/an		23	>30
	Années Evolution P1 10%/an		15	24

## 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 ?	Oui

## CONCLUSION

Le gymnase a été construit au début des années 1970, avant les premières réglementations thermiques. Ainsi, l'enveloppe n'est pas isolée, des fuites ont été relevées en toiture, et certains systèmes sont d'origine.

Les consommations du site sont raisonnables, reflétant une bonne conduite des installations ; les gisements d'économie d'énergie sont donc modérés.

Néanmoins, les faibles performances du bâti et des systèmes nécessitent une réhabilitation globale, notamment dans l'optique de pouvoir le conserver.

Les actions jugées prioritaires sont rassemblées dans le premier scénario : remplacement de la production de chaleur et reprise de l'étanchéité de la toiture. En effet, la chaudière est ancienne, et bien que le raccordement au RCU soit privilégié dans l'étude, il est nécessaire d'envisager une alternative disponible immédiatement (à ce jour, l'extension du RCU n'est qu'au stade de projet). La réfection de la toiture s'accompagne d'une installation de panneaux solaires photovoltaïques.

Le second scénario propose, en complément, une rénovation complète du bâtiment, avec un traitement global de l'enveloppe. Le raccordement au RCU a également été simulé, dans une logique de décarbonation.



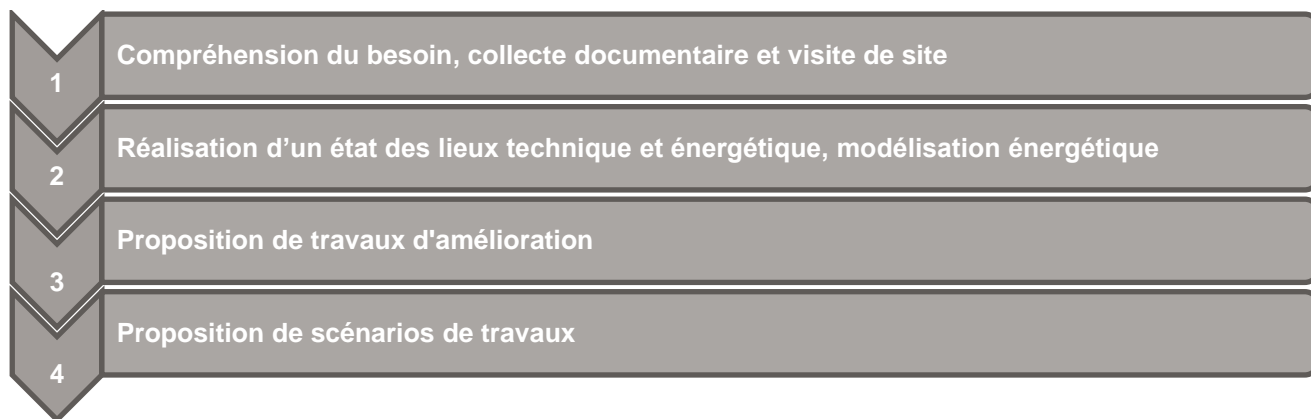
## 2. ELEMENTS METHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS

### 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. = 12°C, Ensoleillé
Chauffage en fonctionnement lors de l'intervention :	Non
Climatisation en fonctionnement lors de l'intervention :	Sans objet
Difficultés et anomalies rencontrées lors de la visite :	Le système de ventilation était à l'arrêt (panne)

## 2.3. Documents mis à disposition

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

Documents mis à disposition		
Plans et surfaces	Plans incomplets – plans d'évacuation photographiés sur place	X
	Tableau de surface	-
Consommations et dépenses d'énergie	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	-
Exploitation / Maintenance	Contrats d'exploitation maintenance et annexes	-
	Récapitulatif des dépenses annuelles P2 / P3	-
	Fiche chaufferie	Schéma de chaufferie absent
Divers documents	Horaires d'ouvertures du site	X
	Dossiers techniques des travaux antérieurs : DOE / Etudes de sols / études préalables / diagnostics structure / ...	-
	Etudes techniques et énergétiques antérieures : Audit énergétique à l'échelle du site (2024), Diagnostic Tous Corps d'Etat (2022)	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 isolant toiture	5 cm de polyuréthane, R de 1,8	D'après l'année de construction
Paramètres de régulation	<i>Chauffage quelques heures par jour</i> Gymnase : 15°C Mezzanine : 17 °C Salle de danse et Vestiaires : 19°C	Bâtiments similaires + faibles niveaux de consommation annoncés

## 2.5. Paramètres d'étude

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

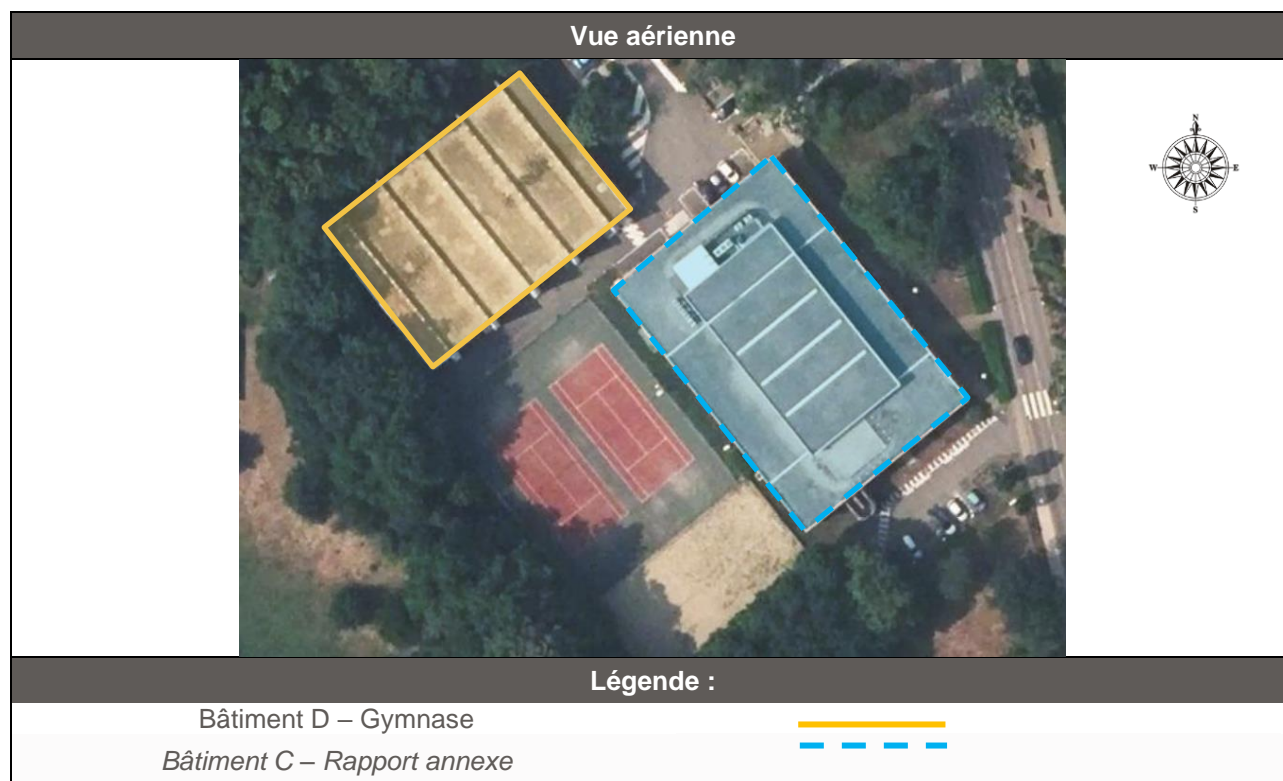
Donnée	Paramètres	Source
Station météo considérée	Lyon Bron	MeteoNorm V2
Outil de simulation utilisé	Outil de simulation thermique dynamique	Pléiades Comfie
Prix unitaire de valorisation des CEE	8.00 €/MWh <sub>CUMAC</sub>	Registre National des Certificats d'Economies d'Energie (EMMY), indice M-1 du 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 D – Gymnase</b>
	Adresse :
	23 Av. Guy de Collongue, 69130 Écully
	Année de construction :
	1972
	Année de rénovation :
	Sans objet
	Nombre de bâtiments :
	1
	Nombre de niveaux :
	2 (Mezzanine)
	Surface de plancher (SDP) :
	1 400 m <sup>2</sup> <sub>SDP</sub>
	Usage du site :
	Etablissement sportif
	Effectifs du site :
	~ 100 personnes
	Horaires d'ouverture :
	7h – 22h, hors weekends et vacances

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



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

Catégorie	Effectifs	Commentaires
Usagers	~ 100 à 200	Quelques centaines par jour, d'après les informations communiquées par la MOA

		Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Gymnase	Ouverture	07h00	07h00	07h00	07h00	07h00	-	-
	Fermeture	22h00	22h00	22h00	22h00	22h00	-	-

Eléments d'explication et d'analyse	
D'après les informations communiquées par la MOA, le gymnase est fermé le week-end et en période de vacances scolaires.	

### 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	Ensemble du site	1972
Travaux salle fitness	Mezzanine	1990
Réfection terrain de sport	Salle principale (intérieur)	2000
Création d'une salle de danse à la place de l'ancien logement du gardien	Ancien logement du gardien	NC, relativement récent (~ 2015 ?)
Mise en place de luminaires LED, Remplacement des ballons d'ECS	Salle principale, vestiaires, salle de danse	Relativement récent
<p><i>Les informations renseignées sont issues de l'audit TCE réalisé par Theop en 2022.</i></p> <p>L'historique des travaux montre une volonté d'action au niveau de la fonctionnalité du bâtiment. Peu de travaux énergétiques d'ampleur ont été menés. Une réflexion est en cours sur la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en toiture.</p>		

## 4. ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE

### 4.1. Usages énergétiques du site

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

### 4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage

Ce chapitre présente, pour chaque vecteur énergétique :

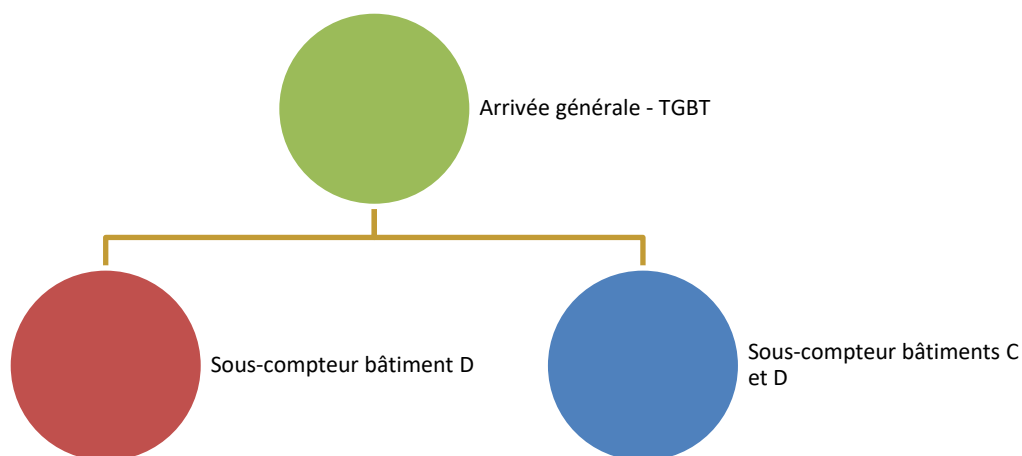
- Les informations relatives aux contrats de fourniture d'énergie : l'objectif est de vérifier l'adéquation des contrats de fourniture à l'usage du site ;
- Les architectures des réseaux existants (plan de comptage) : l'objectif est d'analyser l'opportunité / l'intérêt de compléter le plan de comptage, 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

### Éléments d'explication et d'analyse

*Afin d'en faciliter la lecture, l'architecture présentée est un zoom sur le gymnase. 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.*

Au vu des relativement faibles consommations d'électricité, il est seulement recommandé d'installer un sous-compteur au niveau du bâtiment, afin de séparer les données de celles du bâtiment C. En cas de travaux d'envergure à venir sur l'électricité (mise en place de CTA, installation de bornes IRVE ...), il pourra être intéressant de sous-compter ces nouveaux postes.

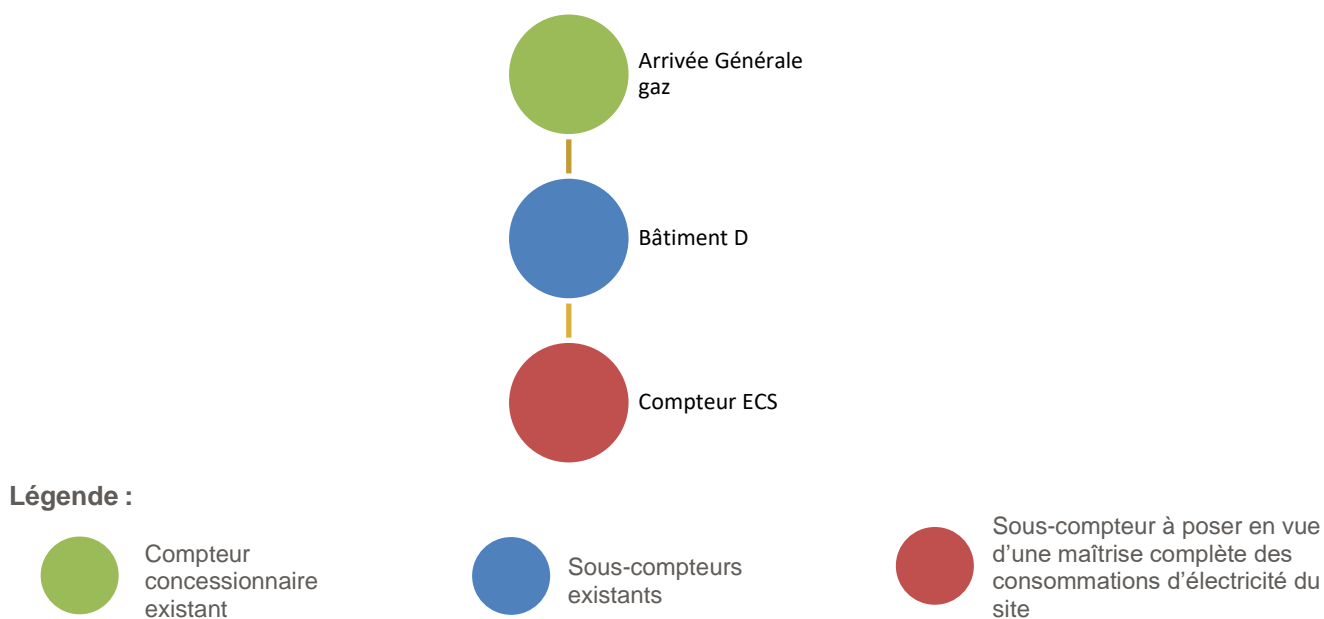
La connaissance précise des consommations d'électricité est d'autant plus importante dans le cadre d'un projet d'installation de panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation.



#### 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



#### 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.

En fonction de l'usage réel des douches, la mise en place d'un compteur thermique au niveau de l'eau chaude sanitaire pourra être envisagée. Cette action permettra un meilleur suivi, et constitue une base intéressante pour le dimensionnement d'une éventuelle production d'eau chaude sanitaire solaire.

### 4.3. Analyse des consommations d'énergie

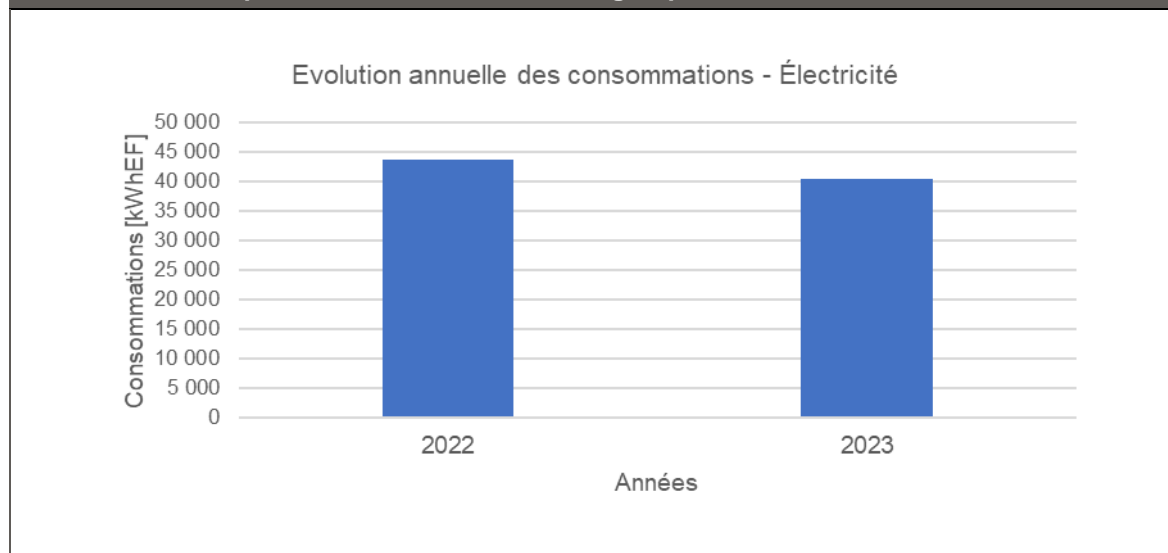
Les consommations d'énergie historiques du site sont présentées dans ce chapitre, sur la base des données transmises par la MOA dans le cadre de cette étude. Elles sont complétées par plusieurs indicateurs, avec par exemple les émissions carbone ou encore les dépenses énergétiques.

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).

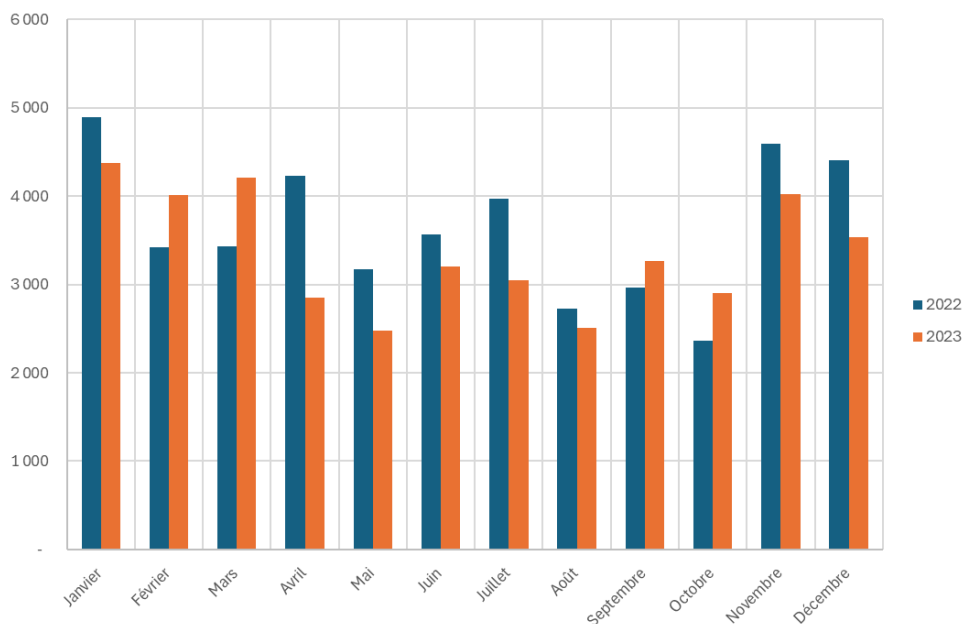
#### 4.3.1. Consommations d'électricité

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.

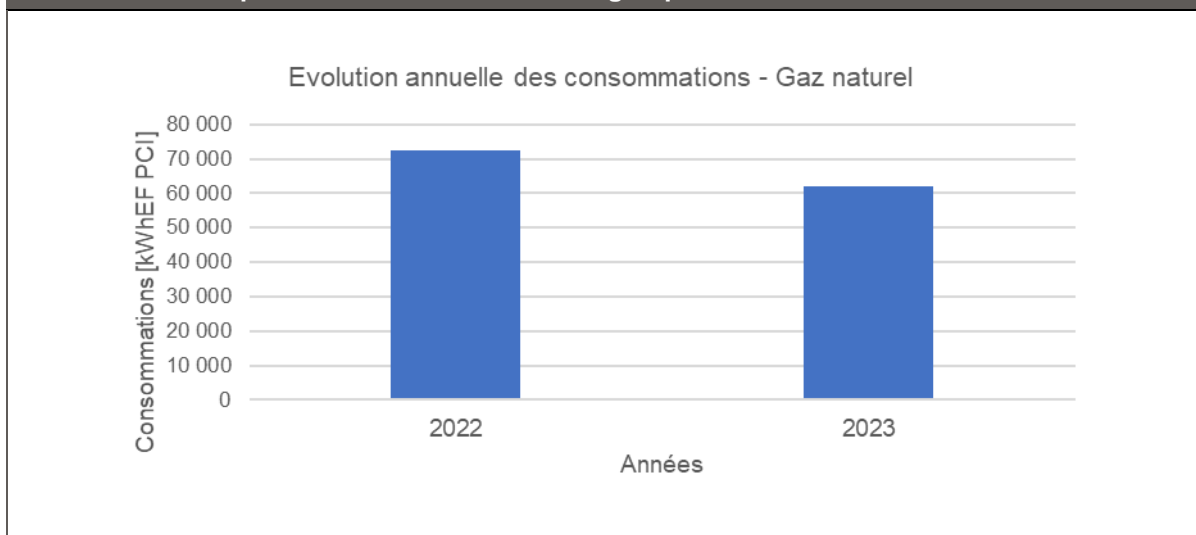
Les ratios surfaciques sont assez faibles, au regard des consommations attendues (présence d'une salle serveur, de groupes froids, et bâtiment hébergeant le Fablab de l'école, ce qui suggère une utilisation régulière). L'intensité d'usage réelle du site n'est pas connue, mais les plages d'horaires d'ouverture sont étendues, et l'étude d'Energie3ProWatt présentait des consommations près de 5 fois supérieures à celles-ci.

*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> ]	80 468	68 826	74 647
Consommations [kWh <sub>EF PCI</sub> ]	72 421	61 943	67 182
Ratio surfacique de consommation [kWh <sub>EF PCI</sub> /m <sup>2</sup> <sub>SDP</sub> ]	53	46	50
Emissions de CO <sub>2</sub> (kg <sub>éq-CO2</sub> )	18 266	15 624	16 945
Dépenses (€ <sup>TTC</sup> )	6 437 €	5 506 €	5 972 €
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 consommations gaz considérées dans l'étude ont été définies par bâtiment en considérant la répartition de consommations de l'audit de 2024 et les résultats de nos simulations énergétiques dynamiques.

Les ratios surfaciques sont assez faibles, attestant d'une bonne optimisation de la régulation en chauffage du site.

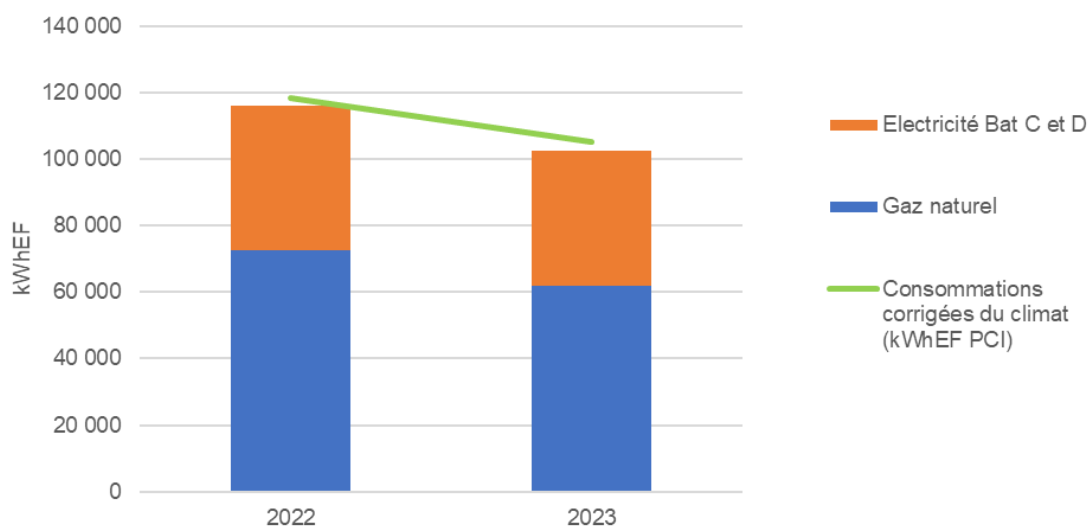
#### 4.3.3. Synthèse des consommations d'énergie

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 PCI</sub> ]	2022	2023	Moyenne classique
Consommations réelles de Gaz naturel	72 421	61 943	67 182
Consommations réelles d'Electricité (Bat C et D)	43 737	40 416	42 077
Consommations corrigées du climat (kWh <sub>EF PCI</sub> )	118 479	105 078	111 779
Emissions de CO <sub>2</sub> (kg <sub>éq-CO2</sub> )	21 065	18 210	19 638
Dépenses (€ <sup>TTC</sup> )	20 871 €	18 843 €	19 857 €
Coût unitaire (€TTC/kWh <sub>PCI</sub> )	0,18 €	0,18 €	0,18 €

#### 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 sur extérieur		Surface	R	P	V
	Type :	Béton plein	620 m <sup>2</sup>	0,33	0
	Epaisseur :	18 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			
Mur sur extérieur - Pignons		Surface	R	P	V
	Type :	Béton plein	130 m <sup>2</sup>	0,83	1
	Epaisseur :	18 cm			
	Présence d'une isolation :	2 cm de laine de verre ancienne			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			


Commentaire par paroi	
Mur sur extérieur	La majorité des murs du gymnase ne sont pas isolés
Mur sur extérieur - Pignons	Une faible couche de laine de verre est présente à l'intérieur, au niveau des pignons donnant sur la grande salle, à mi-hauteur. Cette isolation n'est pas uniforme et de nombreux ponts thermiques sont identifiés.

Menuiserie					
Fenêtre sur extérieur		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Bois / Simple vitrage	230 m <sup>2</sup>	4.70	0
	Etanchéité :	Faible			
	Remplissage :	Sans objet			
	Position :	En tunnel, Nu intérieur			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9			

Commentaire par paroi	
Fenêtre sur extérieur	Les menuiseries sont en bois et vitrage peu performant. Les stores des salles à l'étage sont en mauvais état.

Plancher haut					
Toiture-terrasse		Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	1 155 m <sup>2</sup>	1,5	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Polyuréthane			
	Epaisseur d'isolation :	5 cm			
	Etanchéité :	Bitumineuse et finition lourde (gravillons)			
Garde-fou RT existant 2023 (R) :		4.5			0

Commentaire par paroi	
Toiture-terrasse	L'étanchéité est d'origine, et plusieurs fuites ont été constatées. Les épaisseurs renseignées sont des hypothèses.

Plancher bas					
Plancher bas sur terre-plein		Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	1 155 m <sup>2</sup>	0,31	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	Sans objet			

Commentaire par paroi	
Plancher bas sur terre-plein	Les planchers bas sont sur terre-plein.



## 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 :	1 <sup>er</sup> janvier 2027

### 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	Oui
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**

Absence de schéma de principe en chaufferie.

#### 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	RDC
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 insuffisant
Etat du bloc autonome d'éclairage de sécurité (BAES)	NC
Porte coupe-feu	Oui
Nombre d'extincteur(s)	1
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




Eléments d'explication et d'analyse
La circulation autour des différents équipements est difficile, et les plaques signalétiques ne sont pas accessibles. Le schéma de chaufferie est manquant, et le lien vers le carnet de chaufferie numérique n'est pas fonctionnel.



### 5.2.5. Chauffage

Production de chaleur			
Chaudière		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique totale :	360 kW	
	Technologie :	Standard	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Non	
	Position :	Au sol	
	Marque :	SAPCA	
	Nombre :	1	
	Brûleur intégré :	Oui	
	Nombre de brûleur :	1	
Echangeur à plaques		P	V
	Type :	Echangeur à plaques	
	Marque :	STYX	
	Modèle :	Hydra	
	Isolation :	Absence de coque isolante	
	Nombre :	1	

Auxiliaire de chauffage			
Pompe chauffage		P	V
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Primaire	
	Marque :	Grundfos	
	Nombre :	1	
		3	2
Pompe Aérothermes		P	V
	Puissance électrique totale :	490 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ constant	
	Nom du départ :	Aérothermes	
	Marque :	Grundfos	
	Nombre :	1	
		1	2
Pompe Salle de danse		P	V
	Puissance électrique totale :	75 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Logement	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	ZOOM225 NXL	
	Nombre :	1	
		1	2
Pompe Vestiaires		P	V
	Puissance électrique totale :	40 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Vestiaires	
	Marque :	Salmson	
	Nombre :	1	
		3	2

Commentaire par équipement	
Pompe Salle de danse	L'ancien logement a été rénové, et abrite aujourd'hui une salle de danse / yoga.

Emission de chaleur			
Aérothermes		P	V
	Locaux desservis :	Grande salle	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes (chauffage seul)	
	Marque :	CIAT	
		1	1
Radiateur		P	V
	Locaux desservis :	Vestiaires	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	
	Température :	Moyenne	
		3	1
Emetteurs mezzanine		P	V
	Locaux desservis :	Mezzanine (salle de musculation, Dojo)	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes (chauffage seul)	
		1	1

Régulation terminale chauffage			
Robinets thermostatiques		P	V
	Technologie :	Thermostats manuels (absence de sonde)	
	Année :	2014	
	Marque :	CIAT	
	Locaux desservis :	Vestiaires	
		3	2
Régulation aérothermes		P	V
	Locaux desservis :	Grande salle	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes (chauffage seul)	
	Marque :	CIAT	
		1	1


Régulation centrale chauffage			
Régulation centrale		P	V
	Technologie :	Loi d'eau avec horloge	
	Programmation :	Hebdomadaire	
	Nombre de départs régulés :	2	
	Température vestiaires :	19 °C	
	Température mezzanine :	17 °C	
	Température gymnase :	15 °C	
Adéquation de la régulation :		Optimisée	
		2	2

Commentaire par équipement	
Régulation centrale	Les paramètres de régulation ne sont pas connus. Cf. paragraphe « 2.4, Hypothèses posées dans le cadre de l'étude »

### 5.2.6. Climatisation


Sans objet.


### 5.2.7. Ventilation

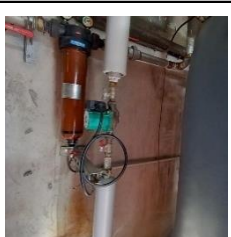
Equipement de ventilation			
Extracteurs simple flux		P	V
	Technologie :	Autoréglable	
	Locaux desservis :	Sanitaires, vestiaires	
		1	1
Aucun (ventilation naturelle)		P	V
-	Technologie :	Ventilation par ouverture des fenêtres et défauts d'étanchéité de l'enveloppe	
	Locaux desservis :	Tous les autres volumes	
		1	1

Commentaire par équipement	
Extracteurs simple flux	L'extraction ne tournait pas dans les sanitaires lors de la visite.

### 5.2.8. Eau Chaude Sanitaire



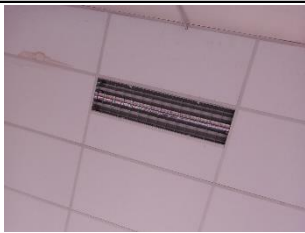
Production ECS			
Ballon électrique		P	V
	Nombre :	1	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Puissance électrique unitaire :	2.2 kW	
	Volume :	200 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Salle de danse / yoga	
		3	2
Commun avec la production de chauffage (chaudière)		P	V
-	Technologie :	Chaudière standard	
	Locaux desservis :	Vestiaires gymnase	
		1	1



Stockage ECS			
Ballon de stockage		P	V
	Type :	Ballon d'accumulation avec échangeur séparé	
	Technologie :	Ballon correctement isolé	
	Nombre :	1	
		3	2

Auxiliaire ECS			
Pompe ECS		P	V
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Puissance électrique totale :	38 W	
	Marque :	Wilo	
	Modèle :	Star-Z 20/1	
	Nombre :	1	
	Emetteur ECS desservis :	Ballon d'accumulation	
		1	2



### 5.2.9. Eclairage

Source d'éclairage			
Dalles LED Vestiaires		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	40 W	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
Localisation :		Salle de danse, Vestiaires	
Projecteurs LED Grande salle		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Projecteur	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	300 W	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
Tubes fluorescents		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T8	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	2	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	58 W	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Localisation :	Mezzanine	

Pilotage terminal éclairage			
Détection de présence		P	V
	Technologie :	Détection de présence	
	Locaux desservis :	Une partie des circulations, Sanitaires	
Interrupteur manuel		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	
	Locaux desservis :	Tous les autres locaux	

Commentaire par équipement	
Dalles LED Vestiaires	Environ 5,5 W/m²
Projecteurs LED Grande salle	Environ 6,5 W/m²
Tubes fluorescents	Environ 9 W/m²

#### **5.2.10. Autres usages**

Sans objet.

### 5.3. Synthèse état des lieux techniques

#### Synthèse

Le gymnase a été construit au début des années 1970 ; l'enveloppe n'ayant bénéficié d'aucuns travaux majeurs depuis, les performances thermiques du bâti sont faibles : les murs ne sont pas isolés, hormis au niveau des pignons où une faible couche de laine de verre dégradée subsiste. Les menuiseries sont en simple vitrage et double vitrage ancien. Enfin, d'après le rapport TCE de Theops (2022), la toiture est d'origine et des défauts d'étanchéité ont été recensés.

Le chauffage et une partie de l'eau chaude sanitaire sont assurés par une chaudière gaz ancienne. Une mise aux normes de la chaufferie est à prévoir (absence de schéma de principe). Des radiateurs permettent de chauffer les vestiaires, et des aérothermes anciens sont présents dans les locaux de ménage du gymnase.

Le site n'est pas climatisé, et une extraction est présente dans les sanitaires.

Le sol de la grande salle a été refait récemment, et l'éclairage est principalement LED. Les ballons d'ECS ont également été remplacés en 2021.

Une réfection globale de l'enveloppe et un remplacement du système de production de chaleur sont les enjeux majeurs de ce bâtiment.

## 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)

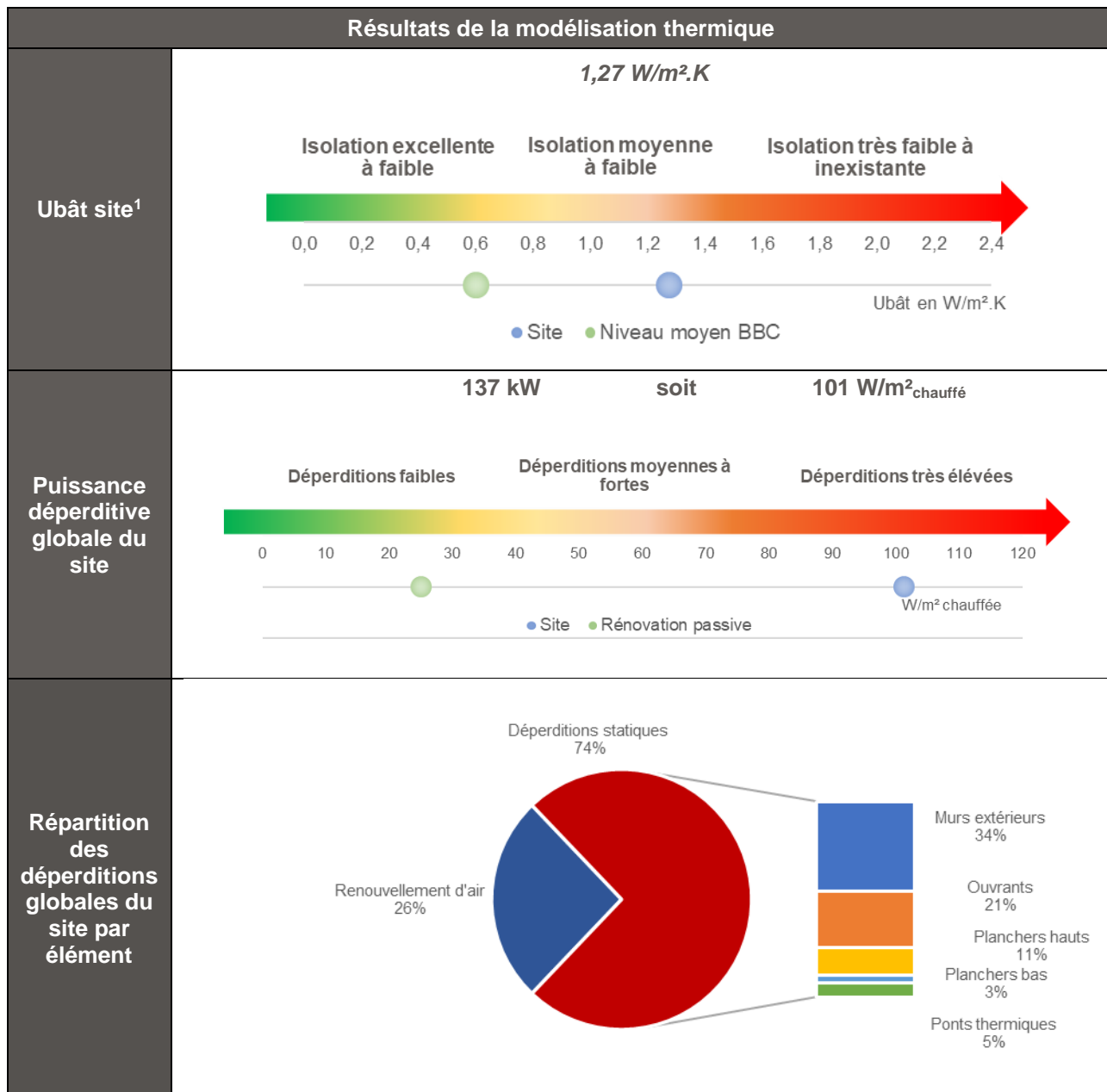
Cette modélisation intègre les caractéristiques techniques (bâti et système) collectées et relevées lors de la visite du site ainsi que l'usage du site décrits dans les précédents chapitres.

### 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	1 355 m <sup>2</sup>	La surface chauffée représente 95% de la surface de plancher
Volume chauffé	8 214 m <sup>3</sup>	Le volume réellement chauffé au quotidien est bien inférieur, mais cette valeur est renseignée pour dimensionner la production de chaleur dans les cas les plus défavorables.
Inertie thermique	Moyenne	L'inertie structurelle n'est pas mauvaise (béton lourd, pas d'ITI), mais la forte surface vitrée dégrade l'inertie globale du bâtiment.
Ratio surface vitrée / façade	24%	Présence importante de menuiseries sur les façades latérales. Les pignons ne sont pas vitrés.
Etanchéité à l'air	Faible	Bâtiment ancien, infiltrations d'air au niveau des menuiseries et défauts d'étanchéité en toiture d'après les rapports TCE (2022)
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 :



<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).

### Eléments d'explication et d'analyse

Les performances thermiques du site sont faibles. Les déperditions sont importantes, traduisant l'absence partielle ou totale d'isolation de l'enveloppe. En effet, les murs extérieurs et les ouvrants constituent les principaux postes de déperditions (près de 70% du total) ; les actions proposées sur ces postes (à réaliser conjointement, pour limiter les ponts thermiques) auront donc un impact majeur sur la réduction de la puissance déperditive.

Les indicateurs présentés sont calculés à partir d'une température de consigne intérieure de 19°C, température rarement demandée dans un gymnase ; ils sont donc à nuancer.

La puissance de chauffage installée apparaît ainsi surdimensionnée, et devra être recalculée, en particulier suite aux travaux réalisés sur l'enveloppe.

## 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 D 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)

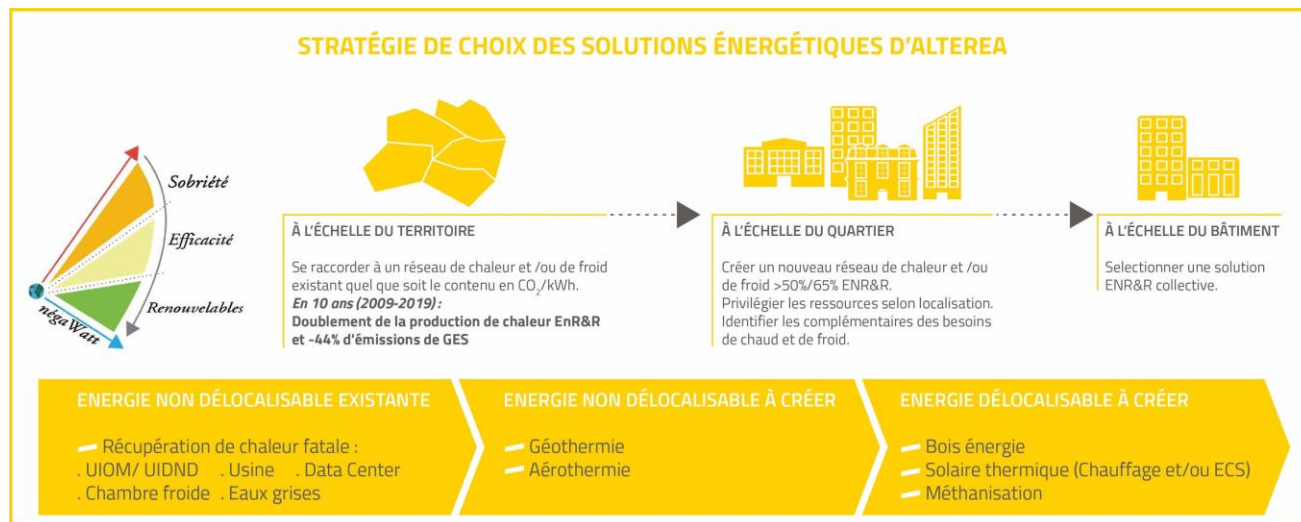
Le tableau ci-dessous présente la répartition des consommations énergétiques modélisées :

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	57 403	41	13 030	4 911
ECS	Gaz naturel	7 256	5	1 647	621
ECS	Electricité	2 416	2	157	797
Auxiliaires de ventilation	Electricité	4 368	3	280	1 441
Auxiliaires de distribution	Electricité	3 057	2	196	1 009
Eclairage	Electricité	4 583	3	316	1 512
TOTAL		79 083	56	15 626	10 292

Eléments d'explication et d'analyse
<p><b>Le chauffage représente la plus grande part des consommations.</b> Cela s'explique par la faible performance du bâti, source de déperditions, et du système de chauffage ancien.</p> <p>Ces consommations peuvent être réduites en agissant sur deux leviers majeurs. La rénovation de l'enveloppe thermique du bâti, et la réfection des systèmes de production et d'émission de chaleur.</p> <p>En comparaison, les consommations d'électricité sont assez peu représentées. La poursuite du relamping LED permettra de diminuer les consommations liées à l'éclairage. Des actions de régulation pourront être menées sur la ventilation afin d'en limiter les dépenses.</p> <p>La mise en place de sous-compteurs supplémentaires, en particulier sur l'eau chaude sanitaire, est recommandée. De manière générale, un suivi régulier des consommations permet de prévenir les dérives, et d'identifier rapidement les postes problématiques.</p>

## 7. OPPORTUNITE D'INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LE SITE

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



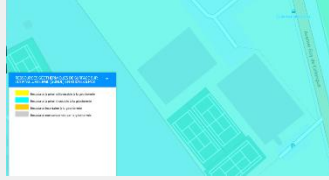
Ainsi, à l'échelle d'un bâtiment, le choix d'une énergie renouvelable se priorise comme suit :


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

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

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



<b>Evaluation du potentiel EnR</b>	
<b>Biomasse</b>	
Capacité de livraison	Envisageable
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	~ 20 m² (chaufferie actuelle) si dépose des équipements
Surface disponible pour le silo	-
Adéquation au besoin	Non
Potentiel	-
Commentaires	Cette solution ne sera pas retenue, car d'autres jugées plus adaptées au site sont proposées dans cette étude (PAC et RCU)
<b>Réseau de Chaleur Urbain</b>	
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	~ 20 m² (chaufferie actuelle) si dépose des équipements 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.
<b>Géothermie (PAC)</b>	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	~ 20 m² (chaufferie actuelle) si dépose des équipements
Surface disponible au sol	100 m²
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 <i>La mise en place d'une PAC géothermique nécessite des études complémentaires (faisabilité, forage test)</i> D'autres solutions sont étudiées.
<b>Aérothermie (PAC)</b>	
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	~ 20 m² (chaufferie actuelle) si dépose des équipements
Surface extérieure disponible (sol, toiture)	100 m² (sol) 50 m² (toiture)

Evaluation du potentiel EnR	
Zone climatique favorable	Oui
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Potentiel	Bon
Commentaires	La zone climatique est plutôt favorable à ce type d'installations, mais d'autres solutions sont étudiées ici.
Solaire thermique	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Besoin d'ECS en période estivale	Modérés
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 nécessaire	A dimensionner
Surface disponible en chaufferie/pour la création d'un local	~ 20 m² (chaufferie actuelle) si dépose des équipements
Potentiel	A déterminer
Commentaires	La mise en place d'un compteur thermique sur l'ECS, ainsi qu'un suivi des consommations d'eau à l'échelle du bâtiment sont conseillés, afin de déterminer si un équipement solaire thermique serait judicieux sur ce site. Actuellement, les consommations estivales sont réduites (fermeture en période de vacances scolaires)
Solaire photovoltaïque	
Type de toiture/de pan envisagé	Toiture terrasse
Orientation de la toiture/du pan envisagé	<b>Sud</b>
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	<b>Entre 15° et 30°</b>
Masques solaires	Faibles (arbres à proximité, mais ombrage limité) 400 m²
Surface de captage disponible	Environ 4x100 m² en toiture (surfaces laissées vierges pour la circulation en toiture et l'entretien des panneaux)
	
Potentiel	Fort
Commentaires	Les besoins d'électricité du gymnase sont assez limités, mais ne autoconsommation collective à l'échelle du site peut être pertinente. L'intervention sera simulée pour déterminer le productible attendu.

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 :

<b>ACTIONS REGLEMENTAIRES</b>
<b>ACTIONS URGENTES</b>
<b>ACTIONS DE PILOTAGE</b>
<b>TRAVAUX SUR LE BATI</b>
<b>TRAVAUX SUR LES SYSTEMES</b>
<b>ENERGIES RENOUVELABLES</b>

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

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

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

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

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

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

			INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE				INDICATEURS ECONOMIQUES			INDICATEURS FINANCIERS	SCENARIOS	
			Economie annuelle Énergie FINALE		CO <sub>2</sub> évité annuellement		Coût des travaux	Valorisation	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles) Ecart à l'état initial	Retour sur investissement	SC1	SC2
			kWh EF/PCI	%	kgco <sub>2</sub>	%	€HT	CEE €	€TTC	années		
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise aux normes Décret BACS	-	-	-	-	28 000	-	-	>30	X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs	-	-	-	-	3 000	-	-	>30	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	3	ITE	18 108	23%	4 092	26%	150 000	17 280	1 577	>30		X
	4	Remplacement des menuiseries	8 133	10%	1 842	12%	115 000	2 926	702	>30		X
	5	Reprise de l'étanchéité de la toiture, isolation complémentaire (à mener en cohérence avec l'installation de PV)	3 422	4%	777	5%	128 000	15 523	292	>30	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	6	Poursuivre le relamping LED	409	1%	-41	0%	8 000	0	242	21	X	X
	7	Remplacement de la chaudière gaz vétuste par une chaudière gaz à condensation	11 464	14%	2 617	17%	41 000	0	956	26	X	

	8	Remplacement des aérothermes anciens du gymnase par des équivalents plus performants	6 542	8%	1 478	9%	6 000	0	570	10	X	X
	9	Mise en place d'une extraction sur commande dans les locaux	-556	-1%	-48	0%	3 000	0	-165	>30	X	X
ENERGIES RENOUVELABLES	10	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en toiture* (autoconsommation collective) 380 m² - 78 kWc	10 836	14%	1 223	8%	104 000	0	26 814	4	X	X
	11	Raccordement au RCU	7 922	10%	11 444	73%	74 000	2 904	-3 547	>30		X
	12	Confort d'été (non simulé) 1 - Mise en place de brasseurs d'air	-	-	-	-	2 000	-	-	>30	X	X
	13	Confort d'été (non simulé) 2 - Mise en place de brise-soleil (façade sud)	-	-	-	-	45 000	-	-	>30		X

\*Photovoltaïque : Les gains énergétiques correspondent à l'autoconsommation sur le bâtiment, et les gains financiers à l'autoconsommation collective.

			DETAILS DES PRECONISATIONS ET POINTS DE VIGILANCE
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise aux normes Décret BACS	Mise en place d'une GTC (Gestion Technique Centralisée) sur les équipements de chauffage et de ventilation du site, permettant de respecter les exigences du Décret BACS.
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs	Mise en place d'un sous-compteur électrique permettant d'isoler les consommations du bâtiment (actuellement, communes avec le bâtiment C). Mise en place d'un compteur thermique au niveau de l'eau chaude sanitaire.
TRAVAUX SUR LE BATI	3	ITE	Mise en place d'une isolation par l'extérieur sur l'ensemble du bâtiment (R de 5,00 m².K/W) Cette opération est réalisée en cohérence avec le remplacement des menuiseries.
	4	Remplacement des menuiseries	Remplacement de l'ensemble des menuiseries du bâtiment (Double vitrage, Uw de 1,5) Cette opération est réalisée en cohérence avec l'isolation des parois. Des entrées d'air sont présentes sur les nouvelles menuiseries.
	5	Reprise de l'étanchéité de la toiture, isolation complémentaire (à mener en cohérence avec l'installation de PV)	Traitement des problèmes d'étanchéité de la toiture identifiés, et remplacement de l'isolation. Un R de 7,00 m².K/W est attendu, et il est conseillé de mener une étude de structure en parallèle. Si les conclusions de l'étude y sont favorables, la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques est à réaliser conjointement à cette opération.
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	6	Poursuivre le relamping LED	Une partie des éclairages du bâtiment (salle omnisports, vestiaires) ont déjà été remplacés. Cette opération permet de réduire les consommations d'électricité associées aux luminaires énergivores restants.
	7	Remplacement de la chaudière gaz vétuste par une chaudière gaz à condensation	Mise en place d'une chaudière gaz performante, à condensation. La chaudière actuelle est vétuste et doit être remplacée rapidement, et l'extension du RCU est programmée à plus long terme. Réduction des consommations à moindre coût. La chaudière pourra être conservée, en appoint, lors du raccordement au RCU.
	8	Remplacement des aérothermes anciens du gymnase par des équivalents plus performants	Les aérothermes permettent de réchauffer efficacement les espaces, en peu de temps. Couplés à une bonne régulation, ils sont adaptés aux usages irréguliers d'un gymnase. L'intervention propose simplement un renouvellement des équipements vétustes, par des équivalents récents et performants.
	9	Mise en place d'une extraction sur commande dans les locaux	Le traitement global du bâti programmé va réduire les infiltrations d'air et améliorer l'étanchéité de l'enveloppe. Afin d'assurer un renouvellement d'air suffisant, une extraction supplémentaire est installée dans les locaux de l'étage, dont la densité d'occupation peut être élevée.

<b>ENERGIES RENOUVELABLES</b>	10	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en toiture (autoconsommation collective) 380 m² - 78 kWc	En cohérence avec l'isolation de la toiture, et sous réserve d'une étude structure le permettant, des panneaux solaires photovoltaïques sont installés en toiture terrasse. La production sera auto-consommée à l'échelle du site (bâtiments A à D), et le surplus éventuel pourra être réinjecté au réseau. Surface et orientation des panneaux : 380 m², 15° Sud Puissance installée : 78 kWc
	11	Raccordement au RCU	Une extension du RCU de Lyon La Duchère est programmée ; un raccordement des bâtiments du site est donc envisagé. Cette intervention permettra de réduire considérablement les émissions de GES liées à l'utilisation du site.
	12	Confort d'été (non simulé) 1 - Mise en place de brasseurs d'air	Des brasseurs d'air pourront être installés dans les locaux de l'étage, afin de limiter l'inconfort estival sans installer de dispositif de climatisation. <i>L'impact de cette intervention se traduit surtout au niveau du confort des usagers ; elle n'a donc pas été simulée.</i>
	13	Confort d'été (non simulé) 2 - Mise en place de brise-soleil (façade sud)	A réaliser en cohérence avec le traitement des façades, cette intervention permet de limiter les apports solaires en été, tout en les maximisant en hiver. <i>L'impact de cette intervention se traduit surtout au niveau du confort des usagers ; elle n'a donc pas été simulée.</i>

## 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	28 000 €HT
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs	3 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	3	Reprise de l'étanchéité de la toiture, isolation complémentaire (à mener en cohérence avec l'installation de PV)	128 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	4	Poursuite du relamping LED	8 000 €HT
	5	Remplacement de la chaudière gaz vétuste par une chaudière gaz à condensation	41 000 €HT
	6	Remplacement des aérothermes anciens du gymnase par des équivalents plus performants	6 000 €HT
	7	Mise en place d'une extraction sur commande dans les locaux	3 000 €HT
ENERGIES RENOUVELABLES	8	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en toiture (autoconsommation collective) 380 m² - 78 kWc	104 000 €HT
	9	Confort d'été (non simulé) 1 - Mise en place de brasseurs d'air	2 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			323 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			231 €/HT/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	79 083	►	51 648	-35%
	kWhEF/m²SP	56		37	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO2/an	15 626	►	10 722	-31%
	kgCO2/an/m²SP	11		8	

## 9.2. Scénario 2 « Maximisation énergétique »

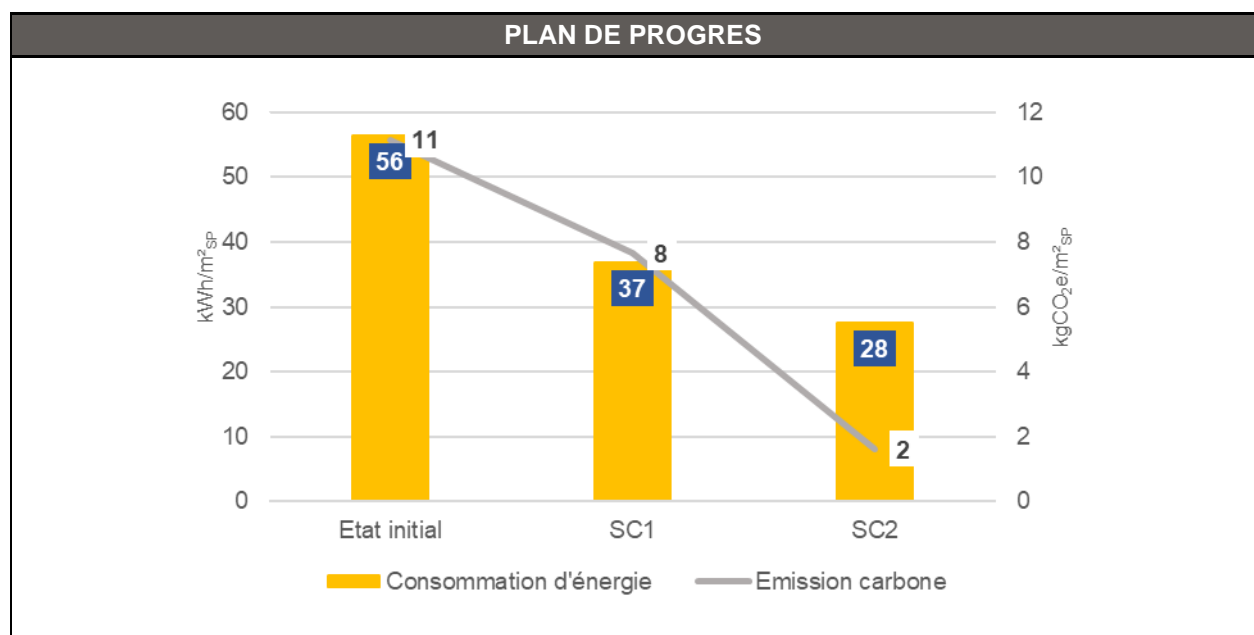
		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX	
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise aux normes Décret BACS	28 000	€HT
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs	3 000	€HT
TRAVAUX SUR LE BATI	3	ITE	150 000	€HT
	4	Remplacement des menuiseries	115 000	€HT
	5	Reprise de l'étanchéité de la toiture, isolation complémentaire (à mener en cohérence avec l'installation de PV)	128 000	€HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	6	Poursuivre le relamping LED	8 000	€HT
	7	Remplacement des aérothermes anciens du gymnase par des équivalents plus performants	6 000	€HT
	8	Mise en place d'une extraction sur commande dans les locaux	3 000	€HT
ENERGIES RENOUVELABLES	9	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en toiture (autoconsommation collective) 380 m² - 78 kWc	104 000	€HT
	10	Raccordement au RCU	74 000	€HT
	11	Confort d'été (non simulé) 1 - Mise en place de brasseurs d'air	2 000	€HT
	12	Confort d'été (non simulé) 2 - Mise en place de brise-soleil (façade sud)	45 000	€HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			666 000	€HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			476	€/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 2	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	79 083	►	38 526	-51%
	kWhEF/m²SP	56		28	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO2/an	15 626	►	2 260	-86%
	kgCO2/an/m²SP	11		2	

### 9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux

CONSTITUTION DES SCENARIOS DE TRAVAUX			SC1	SC2
ACTIONS REGLEMENTAIRES	1	Mise aux normes Décret BACS	X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place de sous-compteurs	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	3	ITE		X
	4	Remplacement des menuiseries		X
	5	Reprise de l'étanchéité de la toiture, isolation complémentaire (à mener en cohérence avec l'installation de PV)	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	6	Poursuivre le relamping LED	X	X
	7	Remplacement de la chaudière gaz vétuste par une chaudière gaz à condensation	X	
	8	Remplacement des aérothermes anciens du gymnase par des équivalents plus performants	X	X
	9	Mise en place d'une extraction sur commande dans les locaux	X	X
ENERGIES RENOUVELABLES	10	Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques en toiture (autoconsommation collective) 380 m <sup>2</sup> - 78 kWc	X	X
	11	Raccordement au RCU		X
	12	Confort d'été (non simulé) 1 - Mise en place de brasseurs d'air	X	X
	13	Confort d'été (non simulé) 2 - Mise en place de brise-soleil (façade sud)		X

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	$kWh_{EF}/m^2_{SP}$	56	37	28
	Ecart annuel %		-35%	-51%
Emission carbone	$kgCO_2e/m^2_{SP}$	11	8	2
	Ecart annuel %		-31%	-86%

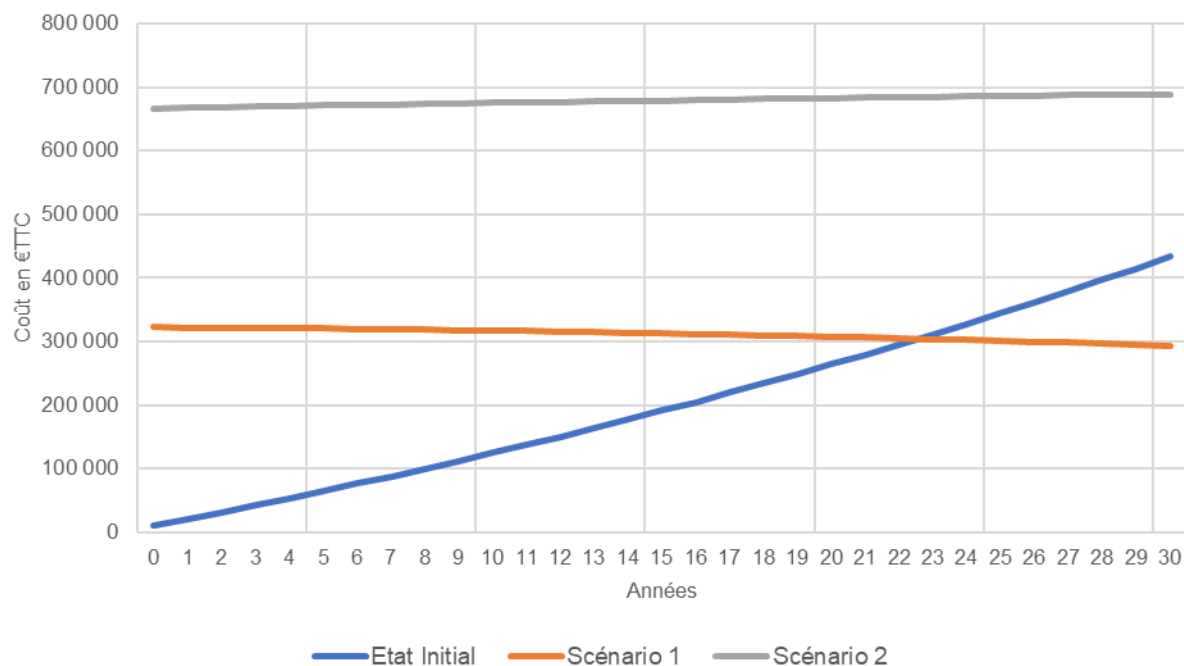


INDICATEURS ECONOMIQUES		Etat initial	SC1	SC2
Coûts travaux	€HT travaux	-	323 000	666 000
CEE mobilisables	kWhcumac	-	1 940 400	4 829 100
	€	-	15 523	38 633
Dépenses énergie (P1)	€TTC/an	10 292	-1 579	-335
	Ecart à l'état initial %	-	115%	103%
Dépenses maintenance (P2)	€TTC	0	800	800
Dépenses renouvellement (P3)	€TTC	0	400	400

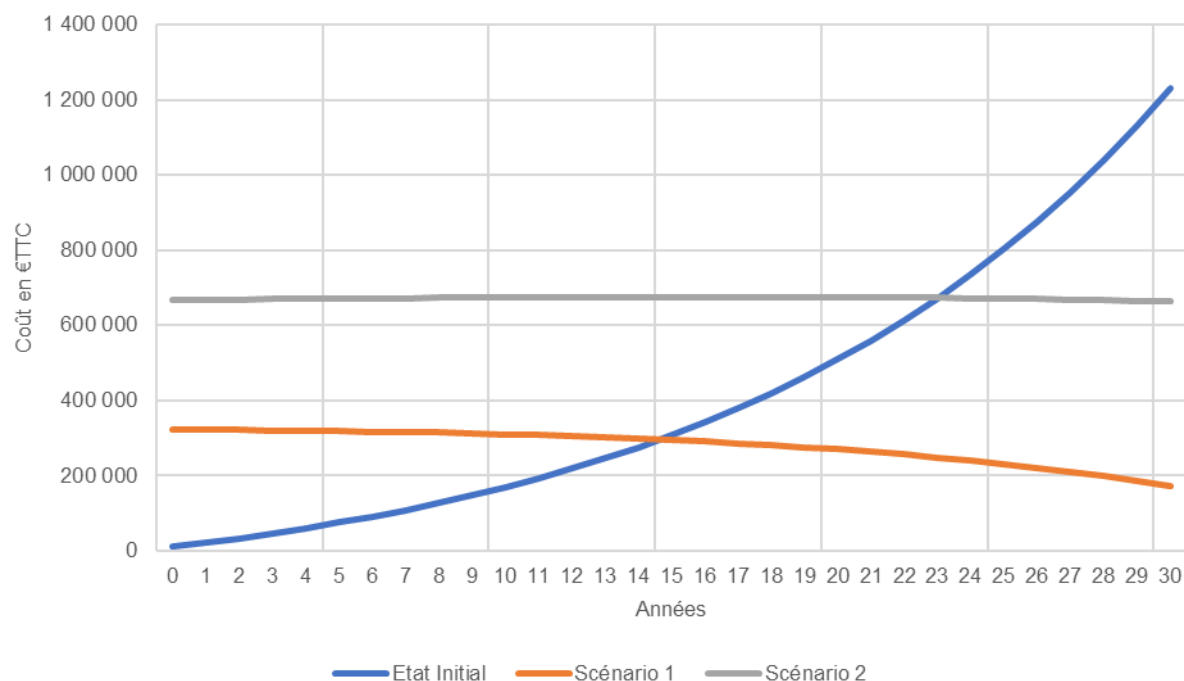
INDICATEURS FINANCIERS		Etat initial	SC1	SC2
Dépenses énergie (P1)	€TTC sur 30 ans	610 610	-93 690	-19 892
	Evolution P1 4%/an			
Dépenses maintenance (P2) et renouvellement (P3)	€TTC sur 30 ans	1 872 571	-287 321	-61 005
	Evolution P1 10%/an			
Coût global actualisé y compris coûts travaux	€TTC sur 30 ans	433 403	293 700	689 081
	Evolution P1 4%/an			
Retour sur investissement actualisé	€TTC sur 30 ans	1 232 041	171 160	663 063
	Evolution P1 10%/an			
	Années	-	23	>30
	Evolution P1 4%/an			
	Années	-	15	24
	Evolution P1 10%/an			

INDICATEURS D'EFFICIENCE		Etat initial	SC1	SC2
Coût de l'énergie économisée	€HT travaux / kWh	-	12	16
Coût du carbone évité	€HT travaux / kgCO2	-	66	50

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



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



## 10. ANNEXES

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

#### 10.1.1. Consommation en énergie primaire

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

Consommations primaires	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2
Consommation brute annuelle [ $kWh_{EP.an}$ ]	105 020	59 814	46 433
Consommation surfacique annuelle [ $kWh_{EP.m^2_{SP.an}}$ ]	75	43	33
Ecart par rapport à l'état initial [%]	-	-43%	-56%

#### Commentaires

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

## 10.2. 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 30 minutes ou 1h. Il est notamment possible de faire varier les paramètres d'occupation et/ou de régulation, et de visualiser le comportement thermique et énergétique par zone ou à l'échelle du site sur ce même pas de temps. De plus, cet outil permet une meilleure prise en compte des données climatiques (fichier météo précis) et de l'environnement proche du site (modélisation des masques solaires...). Cette méthode a une plus-value certaine dans l'évaluation des problématiques de confort d'été et de mi-saison, et de mise en température des locaux.



PLEIADES

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

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

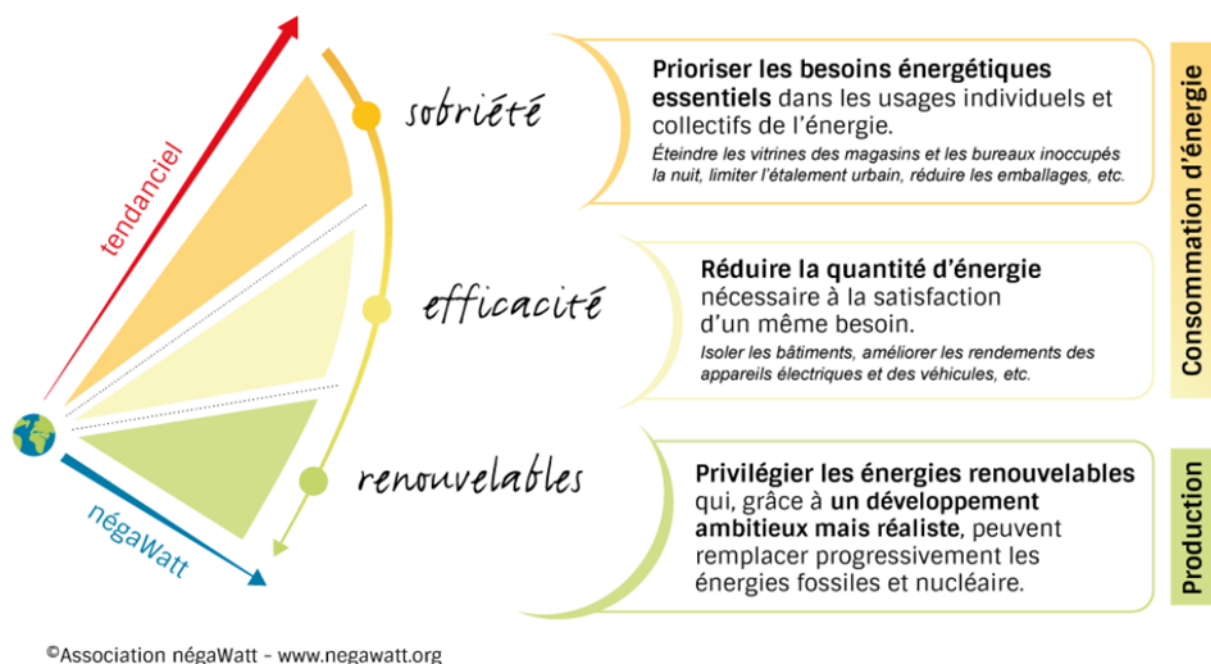
### ***10.2.3. Stratégie d'économies d'énergie***

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 :





#### 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 hygro-réglables (débit variable selon l'hygrométrie) - Hygro B : les bouches d'entrée d'air et d'extraction sont hygro-réglables (débit variable selon l'hygrométrie)
Ventilation Double Flux	DF	-	La ventilation double flux est une VMC qui assure le renouvellement permanent de l'air intérieur, par extraction de l'air vicié dans les pièces et insufflation de l'air neuf dans le bâtiment. Aucune bouche d'entrée d'air n'est nécessaire en façade ou fenêtre. Ce système permet le prétraitement d'air (batterie de traitement) et également la récupération de chaleur (si présence d'un échangeur). 2 réseaux de gaines cheminent alors dans le bâtiment (extraction et soufflage)
Variation Electronique de Vitesse	VEV	-	Un Variateur Electronique de Vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le couple d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier respectivement la fréquence et le courant, délivrées à la sortie de celui-ci. Ce dispositif permet notamment de réguler les débits des pompes ou des CTA en fonction des besoins réels terminaux.
Vanne 2 voies	V2V	-	Une vanne 2 voies est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide. Elle est généralement une vanne droite possédant un raccord d'entrée et un raccord de sortie.
Vanne 3 voies	V3V	-	Une vanne 3 voies est un organe central permettant la régulation d'un réseau hydraulique de chauffage ou de refroidissement. En forme de T, elle munie de 3 raccords afin de pouvoir ajouter une conduite d'entrée à un circuit existant. La régulation consiste à faire un dosage dans ou depuis un circuit primaire en admettant un apport depuis un circuit secondaire ou en effectuant une décharge dans ce circuit secondaire. Le dosage pouvant être manuel, programmable ou automatisé sur une vanne 3 voies motorisée. En pratique, elle permet de réguler la température de départ ou de retour d'un circuit, ou le débit d'alimentation d'un équipement.
Laine de verre	LdV	-	La laine de verre est un matériau isolant thermique, isolant phonique et absorbant acoustique de consistance laineuse obtenu par fusion à partir de sable et de verre recyclé.
Laine de roche	LdR	-	La laine de roche isolant thermique, isolant phonique et absorbant acoustique, ou pour la protection contre l'incendie. La laine de roche est un matériau fibreux issue essentiellement d'un matériau naturel, le basalte (une roche volcanique) transformé industriellement.
Polystyrène expansé	PSE	-	Le polystyrène expansé est une mousse rigide et résistante à cellules fermées, isolant thermique. Ce matériau de la famille des polymères est obtenu industriellement à base de produits pétroliers.



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



### Réglementation bâtiment énergie :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Réglementation thermique	RT	-	La réglementation thermique (RT) française est celle cadrant la thermique des bâtiments. Elle a pour but de fixer une limite maximale à la consommation énergétique des bâtiments pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage et intègre des 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 le 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
Régulation Eclairage		Lampes basse consommation	Spots dichroïques	Halogène
		Lampes fluocompactes		Sodium
	Détection de présence	Interrupteur et minuterie	Interrupteur	Absence de régulation
	Graduation automatique par salle ou par rangée	Interrupteur et détection de présence		
Equipement de ventilation		Horloge	VMC simple flux CTA simple flux Double flux sans récupération d'énergie et sans recyclage	Ventilation naturelle
		Graduation manuelle par salle ou par rangée		
	Double flux avec recyclage et récupération d'énergie	Double flux sans récupération d'énergie avec recyclage	Programmation non optimisée	Pas de programmation
		Double flux avec récupération d'énergie et sans recyclage		
Régulation Ventilation	Programmation optimisée	Programmation optimisable	Programmation non optimisée	Absence de régulation
	Sondes CO2	Détection de présence		Régulation manuelle
	Hygrométrie			
	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.

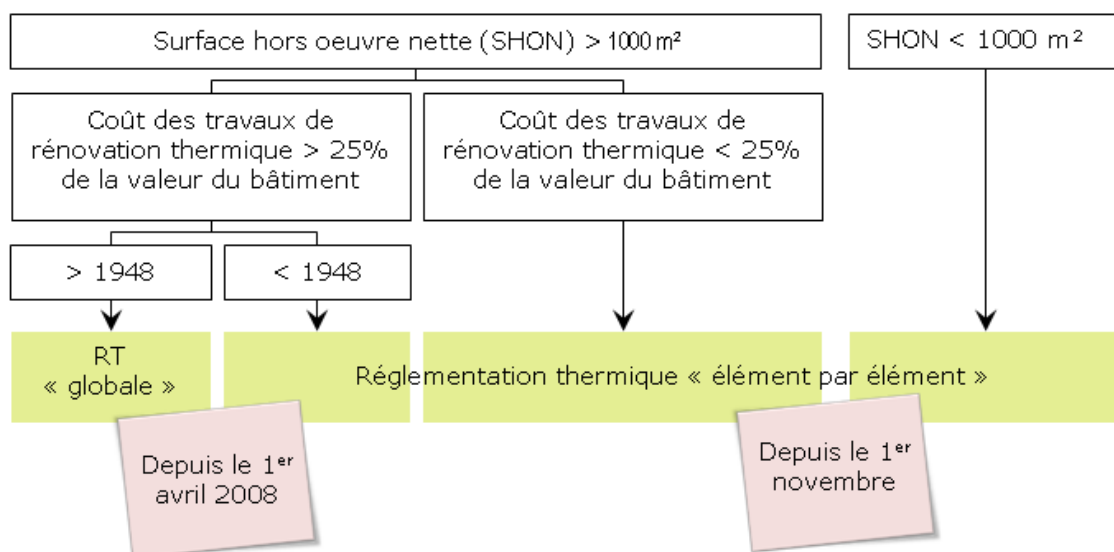
L'objectif général de cette réglementation est de fixer de prérequis et des garde-fous sur la performance énergétique d'un bâtiment lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend telle amélioration. L'objectif global étant d'apporter une amélioration significative de la performance des bâtiments.

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 sûreté intérieure.).

##### Précisions sur le dispositif :

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

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

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

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

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

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

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

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

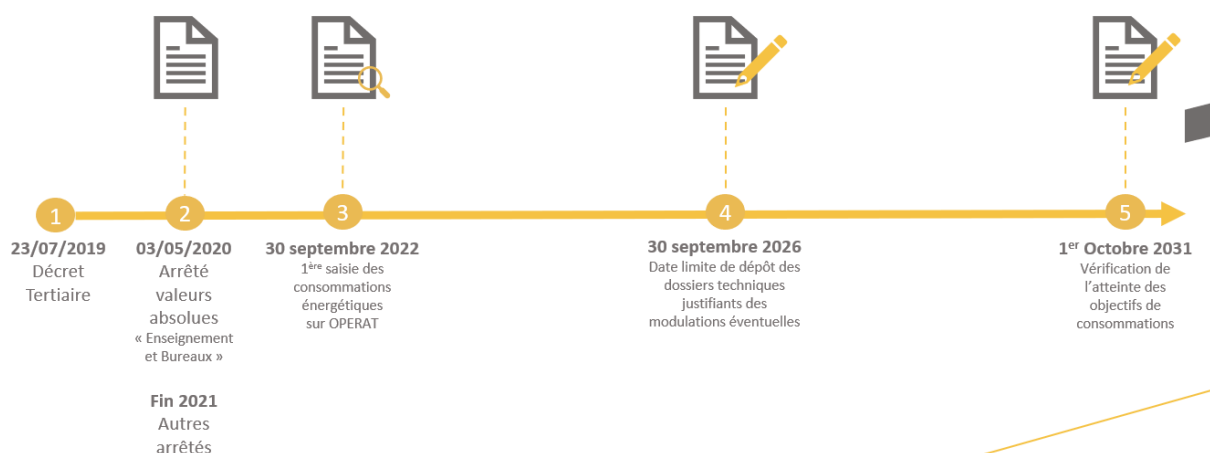
<sup>11</sup> Décret tertiaire : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251>

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 CO<sub>2</sub> 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.

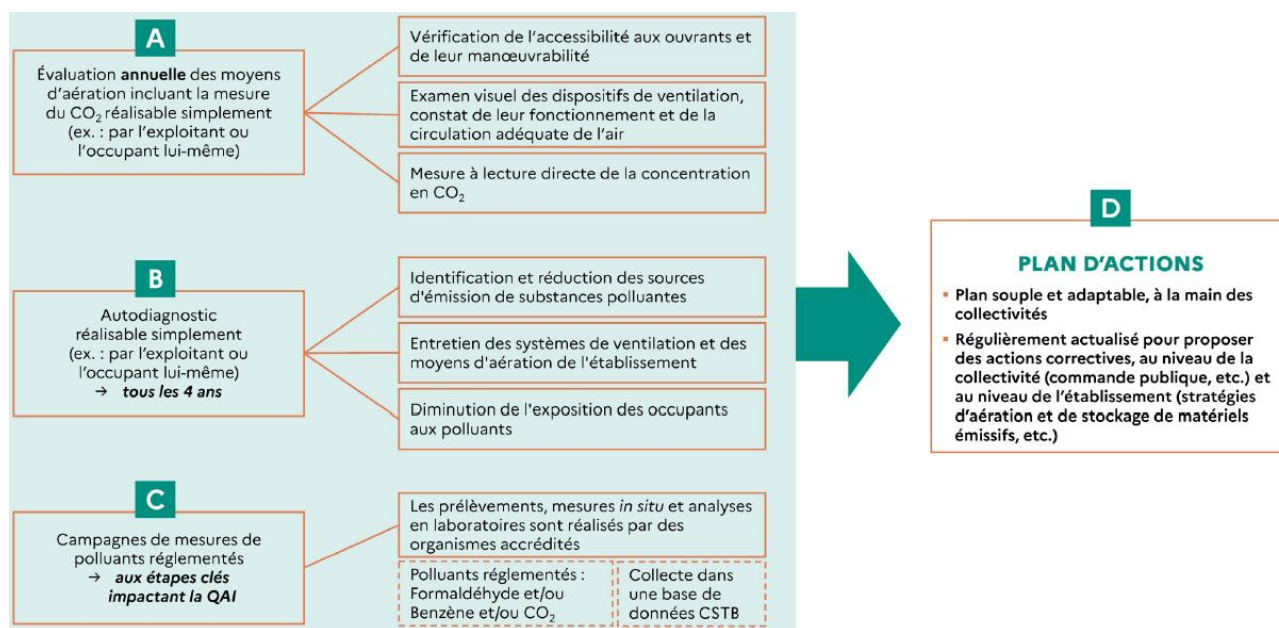
Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1er janvier 2023 sont ceux accueillant des enfants :

- 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).