



CCI LYON METROPOLE
SAINT-ETIENNE ROANNE

CCI LYON METROPOLE SAINT-ETIENNE ROANNE

Bâtiment B



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
@ : ecommare@alterea.fr

SUIVI DU DOCUMENT

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	22/11/2024	Rapport d'audit : 1 ^{ère} version	LLON	EDCO	EDCO

SOMMAIRE

1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE	3
2. ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS	7
2.1. Objectifs d'un audit énergétique et étapes méthodologiques	7
2.2. Conditions de réalisation de la visite et des relevés techniques du site	8
2.3. Documents mis à disposition	8
2.4. Hypothèses posées dans le cadre de l'étude	9
2.5. Paramètres d'étude	10
3. PRÉSENTATION DU SITE	11
3.1. Fiche identité	11
3.2. Plan du site et périmètre de l'audit énergétique	11
3.3. Informations détaillées d'occupation du site	12
3.4. Historique des travaux du site	12
4. ANALYSE ÉNERGETIQUE ET CARBONE	13
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 naturel)	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
5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES	20
5.1. Enveloppe du bâti	21
5.2. Systèmes énergétiques	27
5.2.1. Décret BACS	27
5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance	27
5.2.3. Schéma de principe de la chaufferie	28
5.2.4. Analyse de la conformité de la chaufferie	28
5.2.5. Chauffage	29
5.2.6. Refroidissement	33
5.2.7. Ventilation	38
5.2.8. Eau Chaude Sanitaire	42
5.2.9. Eclairage	43
5.2.10. Autres usages	45
5.3. Synthèse état des lieux techniques	46

6. MODELISATION ENERGETIQUE DU SITE	47
6.1. Analyse des déperditions thermiques	47
6.2. Analyse des consommations énergétiques simulées	49
7. OPPORTUNITE D'INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LE SITE.....	50
8. PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES	53
9. SCENARIOS DE TRAVAUX.....	58
9.1. Scénario 1 « Optimisation énergétique »	59
9.2. Scénario 2 « Maximisation énergétique »	60
9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux	61
10. ANNEXES	64
10.1. Fiches descriptives des interventions spécifiques au bâtiment B	64
10.1.1. Intervention spécifique : Mise en place de hottes d'extraction à récupération d'énergie	64
10.1.2. Intervention 2 : Mise en place d'un mode de refroidissement à haute performance.....	65
10.1.3. Intervention 3 : Mise en place d'une récupération de chaleur sur machine thermodynamique ..	66
10.2. Détails des résultats de l'étude en énergie primaire.....	67
10.3. Méthodologie d'étude.....	68
10.3.1. Déroulé de la prestation.....	68
10.3.2. Méthodologie de simulation énergétique.....	68
10.3.3. Stratégie d'économies d'énergie	69
10.3.4. Coefficients de conversion des énergies.....	70
10.4. Aide à la compréhension de l'étude	72
10.4.1. Lexique	72
10.4.2. Légende de notation	78
10.5. Récapitulatif des réglementations	81
10.5.1. Réglementation thermique des bâtiments existants.....	81
10.5.2. Décret Tertiaire	82
10.5.3. Décret BACS.....	84
10.5.4. Réglementation F-GAZ.....	85
10.5.5. Traitement de l'air	87
10.6. Limites de prestation.....	89
10.6.1. Niveau de détail de l'étude	89
10.6.2. Exhaustivité des informations	89
10.6.3. Chiffrage des préconisations	89
10.6.4. Chiffrage des subventions	89
10.6.5. Calcul en coût global	90
10.6.6. Evolutions réglementaires	90

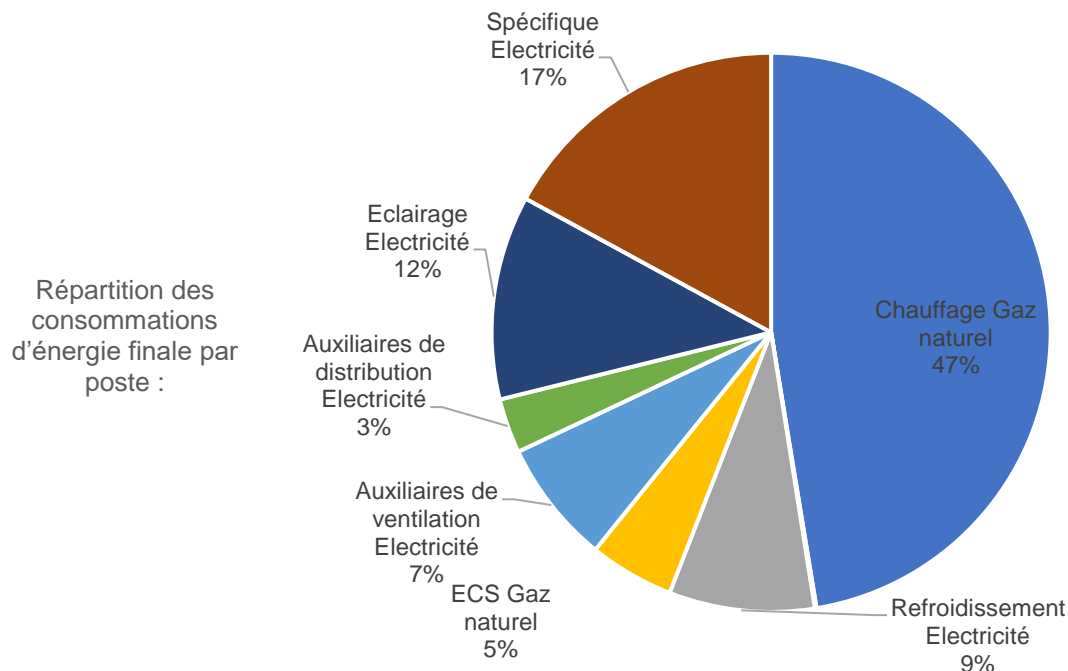
1. SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

IDENTITÉ DU SITE		
	Nom du site :	Bâtiment B
	Adresse :	23 Av. Guy de Collongue, 69130 Écully
	Année de construction :	1990
	Année de rénovation :	-
	Nombre de bâtiments :	1
	Nombre de niveaux :	3
	Surface de plancher (SDP) :	6 212 m ² _{SDP}
	Usage du site :	Enseignement Universitaire Bureaux Administratifs Restauration Universitaire
	Effectifs du site :	~ 600 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	L'ensemble des parois sur extérieur présentent une isolation. Les menuiseries présentent un double vitrage.	L'isolation des parois sur extérieur est vétuste. Les murs sur locaux non chauffés ne présentent aucune isolation. Certaines menuiseries présentent des défauts d'étanchéité.
Systèmes thermiques	Les chaudières fonctionnent à basse température. Les départs régulés disposent de circulateurs à débit variable. Les réseaux sont correctement calorifugés.	Les productions de chaleur et d'ECS sont au gaz, ce qui génère des émissions importantes de CO ₂ . Les chaudières sont vétustes. Présence d'émetteurs électriques. Absence d'EnR.
Systèmes de ventilation	L'ensemble du site dispose d'une ventilation mécanique. Les débits réglementaires sont respectés.	Certaines zones disposent de bouches d'entrées d'air, ce qui ne permet pas d'assurer le contrôle des débits. Les systèmes sont vétustes et consommateurs.
Pilotage énergétique	Les radiateurs disposent majoritairement de robinets thermostatiques. Les sanitaires et une partie des circulations disposent de détecteurs de présence.	Certains radiateurs ne disposent d'aucune régulation terminale. La mise en marche ou l'arrêt des systèmes de ventilation se fait par interrupteur manuel.

ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE DE L'ETAT INITIAL

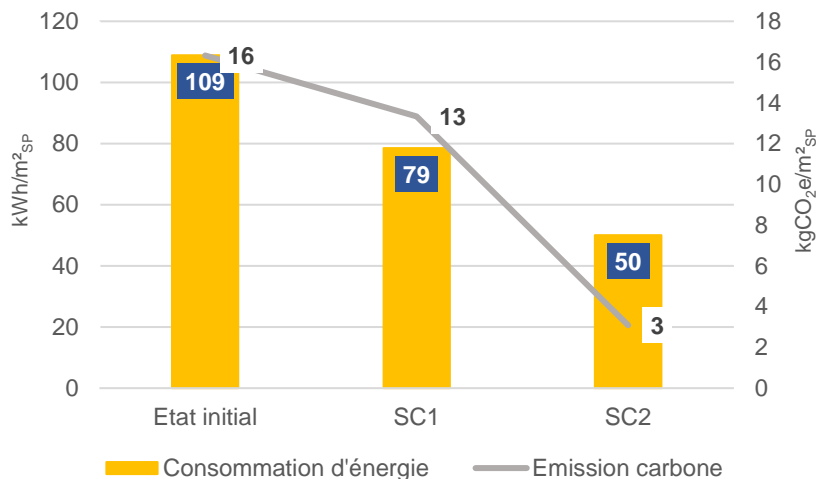
Années considérées :	Moyenne 2022/2023				
Consommation d'énergie :	676 572	<i>kWh EF/PCI</i>			
	109	<i>kWh EF/PCI/m²SP .an</i>			
Emission carbone :	16,3	<i>kgCO2/m²SP .an</i>			
Dépenses énergétiques (P1) :	137 935	€ TTC/an	Dont électricité	106 475	€ TTC/an
			Dont gaz	31 460	€ TTC/an
Dépenses de maintenance¹ (P2) :	-	€ TTC/an			
Dépenses de renouvellement (P3) :	-	€ TTC/an			



¹ Les dépenses de maintenance (P2) et de renouvellement (P3) n'ont pas été communiquées pour la réalisation de cette étude.

PRECONISATIONS D'AMELIORATION, SCENARIOS DE TRAVAUX ET INDICATEURS DE PERFORMANCE				
Programmes de travaux			SC1	SC2
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place d'un plan de comptage	X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place d'une GTC	X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Renforcement de l'isolation des murs extérieurs par l'extérieur		X
TRAVAUX SUR LE BATI	5	Isolation des murs sur locaux non chauffés	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Reprise de l'isolation et de l'étanchéité des toitures terrasses	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	7	Remplacement des menuiseries extérieures		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Mise en place de caissons d'extraction simple flux basse consommation	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	9	Généralisation des CTA double flux avec échangeur à haute performance	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	10	Mise en place de hottes à récupération d'énergie	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Amélioration de la performance de l'éclairage		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Reprise du calorifugeage des réseaux ECS	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	13	Généralisation des circulateurs à débit variable	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	14	Remplacement des émetteurs électriques par des radiateurs hydrauliques et optimisation la régulation	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	15	Mise en place d'un mode de refroidissement durable à haute performance	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	16	Amélioration de la performance des réseaux de froid	X	X
ENERGIES RENOUVELABLES	17	Raccordement au RCU	X	X
ENERGIES RENOUVELABLES	18	Installation de panneaux photovoltaïques		X
ENERGIES RENOUVELABLES	19	Récupération de chaleur sur machines thermodynamiques	X	X
Indicateurs de performance		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	kWh_{EF}/m^2_{SP}	109	79	50
	<i>Ecart annuels %</i>		-28%	-54%
Emission carbone	kg_{CO2e}/m^2_{SP}	16	13	3
	<i>Ecart annuels %</i>		-18%	-81%
Coûts travaux	€ ^{HT} travaux		1 888 000	3 503 000
Dépenses énergie (P1)	€ ^{TTC} /an	137 935	85 024	79 334
	<i>Ecart annuels %</i>		-38%	-42%
Retour sur investissement	Années Evolution P1 4%/an		28	>30
	Années Evolution P1 10%/an		18	23

Plan de progrès



DECRET BACS

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

CONCLUSION

Le bâtiment B a été construit en 1990. L'enveloppe du bâti est correcte, notamment dû aux réglementations thermiques alors en vigueur. Les menuiseries sont en double vitrage et les murs sur extérieurs et planchers hauts présentent une isolation correcte. Les systèmes ont également une performance correcte, le site dispose de chaudières basse température et de Centrales de Traitement d'Air avec échangeur. Toutefois, certaines zones sont ventilées en simple flux, ce qui génère d'importantes déperditions. La régulation du site depuis son exploitation par Engie est également optimisée. Néanmoins, la majorité des composantes du bâti et des systèmes sont d'origines, ce qui altère leur performance.

Le scénario 1 permet la remise en conformité et l'optimisation de l'enveloppe et des systèmes actuels. Ce scénario implique des travaux lourds d'isolation des murs extérieurs, des murs sur locaux non chauffés et de remplacement de l'ensemble des menuiseries extérieures du site. Afin de faciliter l'exploitation du site et son pilotage, il prévoit également la mise en place d'un plan de comptage, d'une GTC ainsi que d'une coupure centralisée pour la bureautique. Dans un objectif d'amélioration de la performance des systèmes actuels, il permet l'amélioration de la performance de l'éclairage, des systèmes de ventilation, de la distribution du chauffage, du froid et de l'ECS, ainsi que des systèmes d'émission. Une remise en conformité des groupes de condensation de production de froid pour les chambres froides est également prévue.

Le scénario 2 de réhabilitation globale vient également reprendre l'étanchéité et l'isolation des toitures terrasses dans un objectif de performance globale du bâti. Il prévoit également une décarbonation du mode de production en passant du gaz au réseau de chaleur pour les productions de chauffage et d'eau chaude sanitaire. La mise en place de hottes à récupération d'énergie dans la cuisine du restaurant et de récupérateurs de chaleur sur les groupes froids des chambres froides va également permettre de valoriser les calories perdues de la zone de restauration et de limiter les consommations dues à l'ECS. Enfin, ce scénario permet le déploiement d'ENR via l'installation de panneaux photovoltaïques en toiture dont l'exploitation est prévue en autoconsommation.

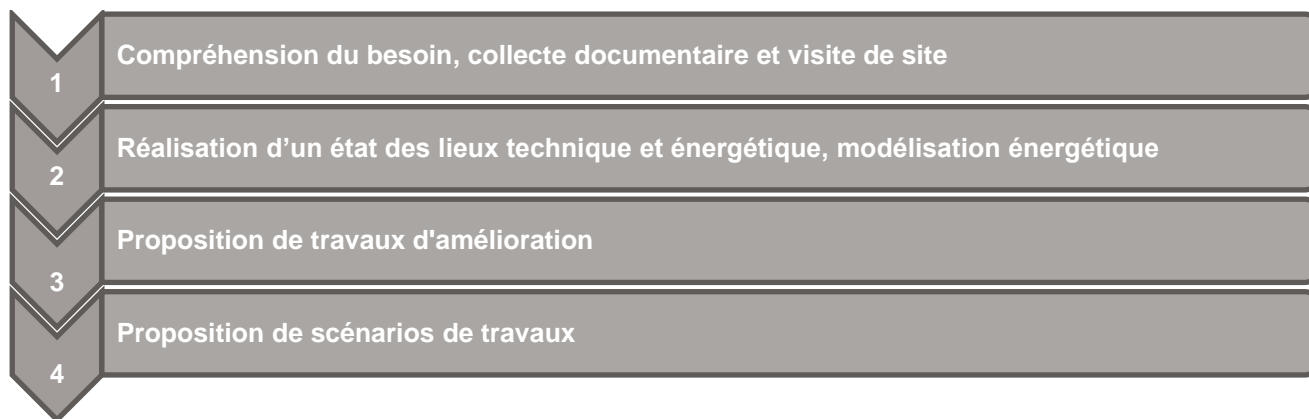
2. ELEMENTS METHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS

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 :	05/11/2024
Auditeur ALTEREA :	Laurie LONJARRET
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 :	Non
Difficultés et anomalies rencontrées lors de la visite :	Le site étant inexploité, l'ensemble des systèmes sont à l'arrêt et de nombreux locaux sont vides. De nombreuses hypothèses ont dû être prises sur l'exploitation passée du site en l'absence d'informations et d'éléments à relever sur site.

2.3. Documents mis à disposition

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

Documents mis à disposition		
Plans et surfaces	Plans complets	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	X
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 du bâti	Isolation des murs sur extérieurs : - 6 cm de laine de verre (murs d'origine) - 9 cm de laine de verre (extension) Isolation des toitures terrasses : - 8 cm de polystyrène expansé (toiture d'origine) - 14 cm de polystyrène expansé (extension) Isolation des planchers bas : - 4 cm de polystyrène extrudé (sur extérieur et sur vide sanitaire)	D'après les réglementations thermiques des années de construction
Paramètres de régulation	Consigne : 19°C Réduit : 16°C Hors-gel : 14°C Programmation de 6h à 18h en semaine. Chambres froides positives: 4°C Chambres froides négatives: -18°C Préparation froide : 10 °C	Bâtiments similaires + Maîtrise apparente des installations depuis leur prise en main par l'exploitant
Renouvellement d'air	Mise en marche en période d'occupation. Mise à l'arrêt pendant les périodes de fermeture. Fonctionnement permanent pour les sanitaires.	Hypothèse prise selon les systèmes relevés sur site.
Données RCU	Taux GES : 0,057 kg _{co2} /kWh Coût R2 : 3c€TTC/kWh Coût R1 : 13c€TTC/kWh Coût total : 16c€TTC/kWh	Après travaux d'extension et développement de la biomasse, hypothèse d'un taux EnR d'environ 84% Coût réel moyen de 2022 pour les bâtiments tertiaires

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 _{CUMAC}	Registre National des Certificats d'Economies d'Energie (EMMY), indice M-1 du coût moyen pondéré CEE classiques du dernier mois, à date de réalisation de l'étude
Prix de l'énergie considéré préconisations et les scénarios	Electricité : 0,33 €/kWh Gaz : 0,08 €/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 :
	Bâtiment B
	Adresse :
	23 Av. Guy de Collongue, 69130 Écully
	Année de construction :
	1990
	Année de rénovation :
	-
	Nombre de bâtiments :
	1
	Nombre de niveaux :
	3
	Surface de plancher (SDP) :
	6 212 m ² _{SDP}
	Usage du site :
	Enseignement Universitaire Bureaux Administratifs Restauration Universitaire
	Effectifs du site :
	~ 600 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
Enseignants, Personnel administratif, Etudiants	~ 600	Information communiquée par la MOA le jour de la visite

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

Eléments d'explication et d'analyse
<p>Les périodes de fermeture du site sont les weekends et en période de vacances scolaires (2 premières semaines d'août et semaine entre Noël et le jour de l'an).</p> <p>L'occupation est plus faible en période estivale (2 dernières semaines de juillet et 3^{ème} semaine d'août).</p>

3.4. Historique des travaux du site

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

Travaux réalisés ou programmés :	Localisation	Année de réalisation
Construction du site	Ensemble du site	1990
Rénovation d'une partie du RDC (450 m²)	Bureaux RDC	2008
Rénovation d'une partie du R+1 et création de l'extension au RDC	Bureaux R+1 et RU	2011
Optimisation chaufferie (remplacement brûleur, régulateur, pompes à débit variable...)	Chaufferie en toiture	2014
Remplacement du refroidisseur à air	Local CTA Sud	2021
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 ou ont été communiquées par la MOA lors de la visite.</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.</p>		

4. ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE

4.1. Usages énergétiques du site

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

4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage

Ce chapitre présente, pour chaque vecteur énergétique :

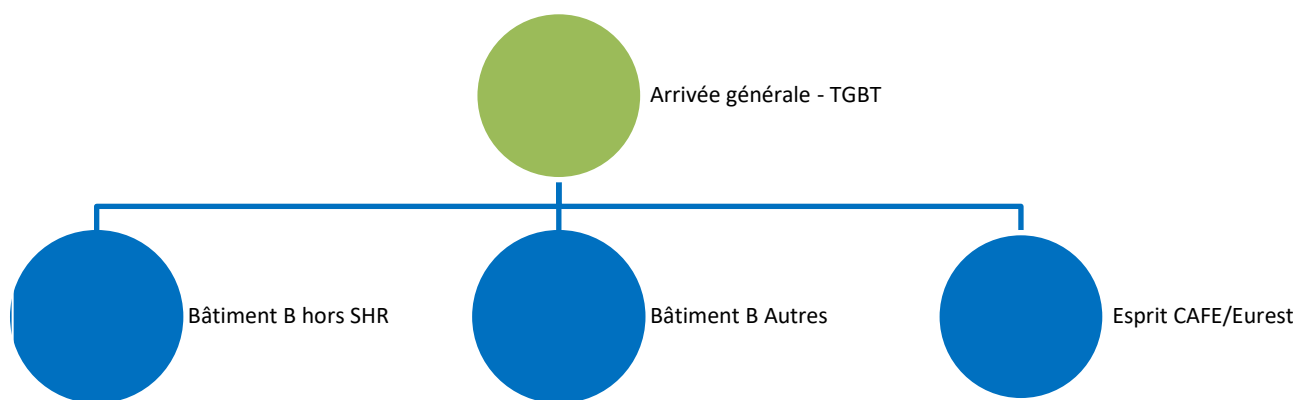
- Les informations relatives aux contrats de fourniture d'énergie : l'objectif est de vérifier l'adéquation des contrats de fourniture à l'usage du site ;
- Les architectures des réseaux existants (plan de comptage) : l'objectif est d'analyser l'opportunité / l'intérêt de compléter le plan de comptage,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

4.2.1. Electricité

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

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

Architecture et Plan de comptage



Légende :



Compteur
concessionnaire
existant



Sous-compteurs
existants



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

Eléments d'explication et d'analyse

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

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

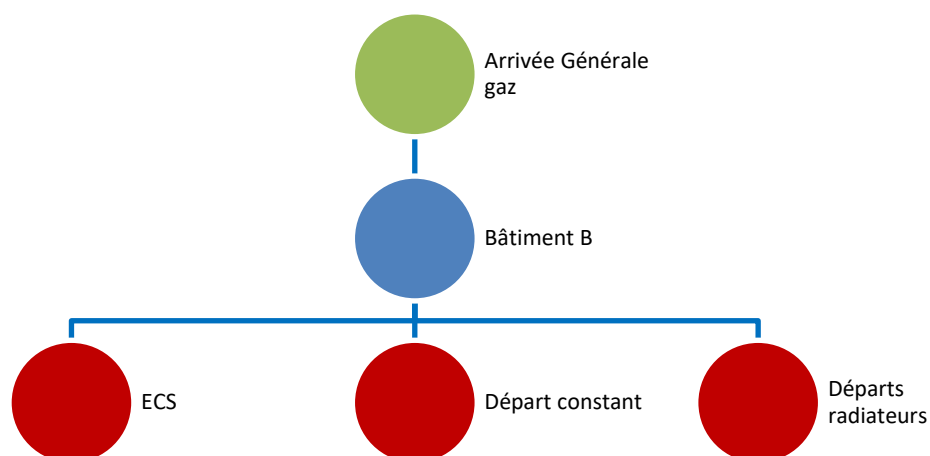
Le système de sous-comptage actuel permet d'identifier les consommations propres à chaque zone. Cela nous a permis notamment d'identifier que la zone de restauration (Esprit CAFE/Eurest) est la zone la plus consommatrice du bâtiment, dû à son usage. Pour ce bâtiment, aucun autre sous-compteur électrique ne sera proposé dans le cadre de cette étude.

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

4.2.2. Energie thermique (Gaz naturel)

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

Architecture et Plan de comptage



Légende :



Compteur concessionnaire existant



Sous-compteurs existants



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

Eléments d'explication et d'analyse

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

Les suivis de consommations mensuelles de gaz ont été transmises à l'échelle du bâtiment. Un sous-comptage par bâtiment est déjà présent.

L'installation d'un sous-compteur dédié pour l'ECS et pour chaque départ de chauffage permettra un meilleur suivi des consommations qui leur sont propres.

4.3. Analyse des consommations d'énergie

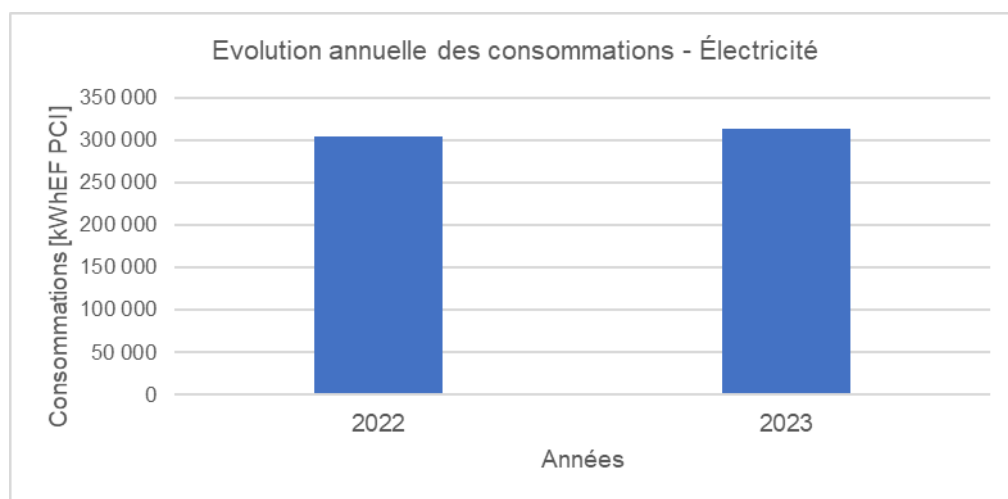
Les consommations d'énergie historiques du site sont présentées dans ce chapitre, sur la base des données transmises par la MOA dans le cadre de cette étude. Elles sont complétées par plusieurs indicateurs, avec par exemple les émissions carbone ou encore les dépenses énergétiques.

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

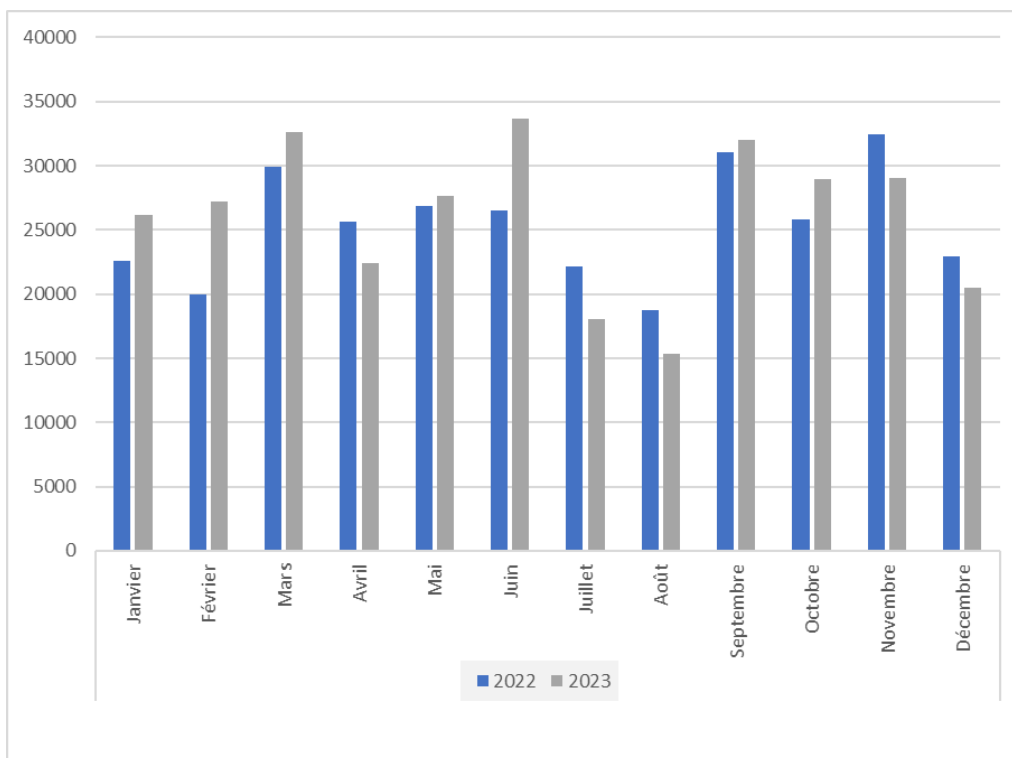
4.3.1. Consommations d'électricité

Consommations énergétiques réelles	2022	2023	Moyenne classique
Consommations (kWh _{EF})	304 524	313 402	308 963
Ratio surfacique de consommation (kWh _{EF} /m ² _{SDP})	49	50	50
Emissions de CO ₂ (kg _{éq-CO2})	19 490	20 058	19 774
Dépenses (€ ^{TTC})	100 493 €	103 423 €	101 958 €
Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh _{PCI})	0,33 €	0,33 €	0,33 €

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

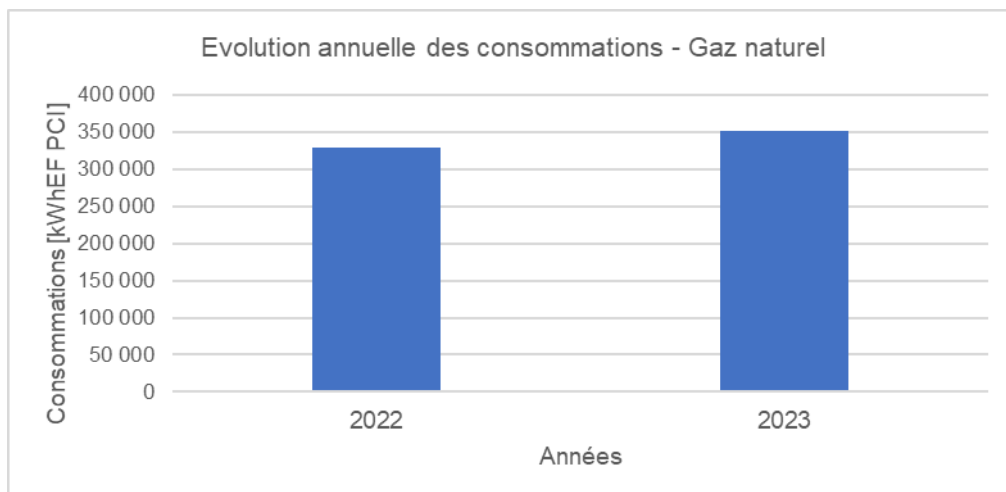
Les niveaux de consommation sont représentatifs de l'usage et des équipements présents (salles serveurs, groupes froids, restauration, équipements suggérant une utilisation régulière). L'intensité d'usage réelle du site n'est pas connue, mais les plages d'horaires d'ouverture sont étendues.

Il a été considéré un usage modéré de ce bâtiment, 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 _{EF PCS}]	365 000	390 000	377 500
Consommations [kWh _{EF PCI}]	328 500	351 000	339 750
Ratio surfacique de consommation [kWh _{EF PCI} /m ² _{SDP}]	53	57	55
Emissions de CO ₂ (kg _{éq-CO2})	82 855	88 530	85 693
Dépenses (€ ^{TTC})	29 200 €	31 200 €	30 200 €
Coût unitaire (€TTC/kWh _{PCI})	0,09 €	0,09 €	0,09 €

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.

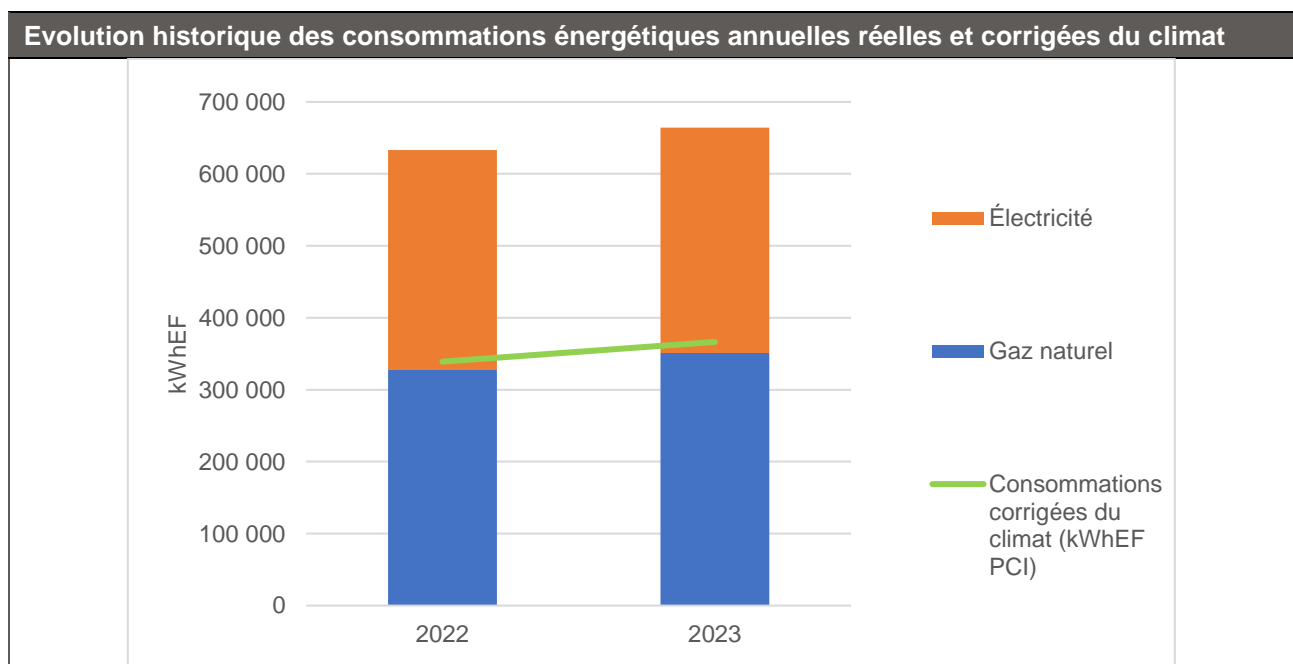
Les ratios surfaciques sont assez faibles, attestant d'une bonne optimisation de la régulation en chauffage du site.

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 _{EF PCI})	2022	2023	Moyenne classique
Consommations réelles de Gaz naturel	328 500	351 000	339 750
Consommations réelles d'Électricité	304 524	313 402	308 963
Consommations corrigées du climat (kWh _{EF PCI})	339 029	366 405	352 717
Emissions de CO ₂ (kg _{éq-CO2})	102 345	108 588	105 466
Dépenses (€ ^{TTC})	129 693 €	134 623 €	132 158 €
Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh _{PCI})	0,20 €	0,20 €	0,20 €



Éléments d'explication et d'analyse

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 d'origine		Surface	R	P	V
	Type :	Béton plein	2 765 m²	1,72	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Année :	1990			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Laine de verre			
	Epaisseur d'isolation :	6 cm			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			
Mur sur extérieur - Extension		Surface	R	P	V
	Type :	Béton plein	70 m²	2,44	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Année :	2011			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Laine de verre			
	Epaisseur d'isolation :	9 cm			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			
Mur sur local non chauffé		Surface	R	P	V
	Type :	Béton plein	65 m²	0,45	1
	Epaisseur :	15 cm			
	Année :	1990			
	Nature du local non chauffé :	Local Technique			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	2.5			



Commentaire par paroi	
Murs sur extérieur et sur locaux non chauffé	<p>Les murs sur extérieurs présentent une faible isolation par l'intérieur. Cette isolation est légèrement renforcée au niveau de l'extension plus récente. L'isolation d'origine est vieillissante et l'ensemble ne répond pas aux exigences de la réglementation thermique actuelle.</p> <p>Les murs sur locaux non chauffés ne présentent quant à eux aucune isolation. Ils sont donc source de déperditions et de ponts thermiques.</p>

Menuiserie					
SAS d'entrée		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 6 mm	25 m²	3.60	1
	Etanchéité :	Faible			
	Occultation :	Aucune			
	Fermeture :	Fixe, Battante			
	Pathologies :	Présence de condensation dans le double vitrage			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9			
Fenêtre sur extérieur – Métal 4/8/4 – Bâtiment d'origine		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 8 mm	950 m²	3.20	1
	Etanchéité :	Moyenne			
	Occultation :	Store intérieur, Store extérieur			
	Matériau occultation :	Textile, Aluminium			
	Position :	Nu extérieur			
	Fermeture :	Battante, Oscillo- battante, Fixe			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9			
Baie vitrée - Extension		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 12 mm	50 m²	2.40	2
	Etanchéité :	Moyenne			
	Année :	2011			
	Occultation :	Aucune			
	Position :	Nu extérieur			
	Fermeture :	Battante, Fixe			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9			
Porte sur extérieur isolée		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Porte pleine isolée	20 m²	3.00	1
	Etanchéité :	Moyenne			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	Sans objet			




Porte sur extérieur non isolée		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Porte pleine non isolée	5 m²	5.50	0
	Etanchéité :	Mauvaise			
	Nombre :	1 (R+2)			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	Sans objet			


Commentaire par paroi	
Menuiseries	<p>L'ensemble des menuiseries présentent un double vitrage. Toutefois, les vitrages des fenêtres sur extérieur et du sas d'entrée sont anciennes et présentent de nombreux défauts d'étanchéité. Seules les menuiseries installées lors de la création de l'extension présentent une performance correcte. Celle-ci ne répond néanmoins pas non plus aux exigences de la réglementation thermique actuelle.</p> <p>La porte menant aux toitures est une porte en métal simple, sans doublage, ce qui est source de déperditions.</p>

Plancher haut					
Toiture-terrasse d'origine		Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	1 760 m²	2,27	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Polystyrène expansé			
	Epaisseur d'isolation :	8 cm			
	Etanchéité :	Finition lourde (gravillons)			
	Pathologies :	Présence ponctuelle de moisissures			
	Année :	1990			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5			

Toiture-terrasse - Extension		Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	35 m²	3,85	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face			
	Isolant :	Polystyrène expansé			
	Epaisseur d'isolation :	14 cm			
	Année :	2011			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5			
Verrière		Surface	Uw	P	V
	Type :	Métal / double vitrage	40 m²	3,6	1
	Pathologies :	Présence de condensation dans le double vitrage			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	2.5			

Commentaire par paroi	
Planchers hauts	<p>Les toitures-terrasses présentent une isolation en sous-face. Cette isolation est légèrement renforcée au niveau de l'extension plus récente. L'isolation d'origine est vétuste, et l'ensemble ne répond pas aux exigences de la réglementation thermique actuelle.</p> <p>La verrière située au niveau du sas d'entrée présente des défauts d'étanchéité sources de condensation dans le vitrage. Sa performance n'est donc pas optimale et est source de déperditions.</p>

Plancher bas						
Plancher bas sur vide sanitaire		Surface	R	P	V	
	Type :	Dalle béton	3 083 m²	2,94	2	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Indéterminé				
	Epaisseur d'isolation :	4 cm				
	Année :	1990				
	Ventilation du local non chauffé :	Local non ventilé				
Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3					
Plancher bas sur terre-plein		Surface	R	P	V	
	Type :	Dalle béton	140 m²	3,03	2	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus				
	Isolant :	Indéterminé				
	Epaisseur d'isolation :	6 cm				
	Année :	2011				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	Sans objet				
Plancher bas sur extérieur		Surface	R	P	V	
	Type :	Dalle béton	325 m²	1,69	2	1
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Indéterminé				
	Epaisseur d'isolation :	4 cm				
	Année :	1990				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3				

Plancher bas sur local non chauffé		Surface	R	P	V
	Type :	Dalle béton	160 m ²	0,42	1
	Epaisseur :	15 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3			

Commentaire par paroi	
Plancher bas sur terre-plein	<p>L'isolation des planchers bas a été estimée selon les réglementations en vigueur au moment de leur construction.</p> <p>L'ensemble présente une performance correcte, seuls les planchers bas sur local non chauffé ne présentent aucune isolation, ce qui est source de déperditions.</p>

5.2. Systèmes énergétiques

5.2.1. Décret BACS

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

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

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

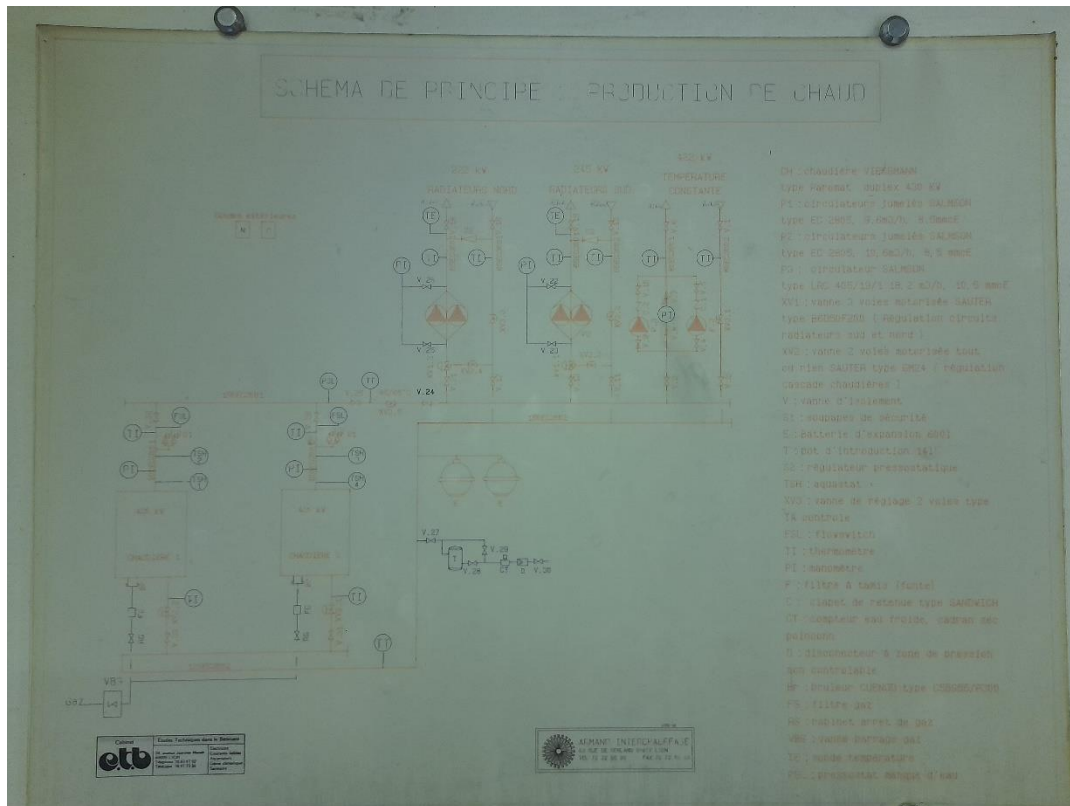
Décret BACS	
Assujettissement	
Le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale >70kW	Oui
Le site est-il assujetti au décret BACS ?	Oui
Mise en conformité	
Action à réaliser avant le 1er janvier 2025 ou le 1er janvier 2027 :	Mise en conformité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

5.2.2. Contrats d'exploitation et de maintenance

Engie est l'exploitant du site sur les équipements techniques. Avec clause d'intéressement. Les installations semblaient bien conduites, elles ont notamment permis d'optimiser les consommations énergétiques.

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





5.2.4. Analyse de la conformité de la chaufferie



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


Conformité réglementaire Chaufferie	
Nom du local	
Situation	Terrasse
Barre anti-panique	Présente (état d'usage)
Ferme-porte	Présent (état dégradé)
Balayage du local (ventilation)	Présence de dispositifs permettant un balayage d'air
Éclairage du local	Eclairage suffisant
Etat du bloc autonome d'éclairage de sécurité (BAES)	Bon état
Porte coupe-feu	Oui
Nombre d'extincteur(s)	2
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


Éléments d'explication et d'analyse
Seule la remise en état du ferme-porte est nécessaire pour la remise en conformité de la chaufferie.

5.2.5. Chauffage


Production de chaleur			
Chaudière 1		P	V
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique totale :	430 kW	
	Puissance électrique totale :	1 kW	
	Rendement :	94 %	
	Technologie :	Basse température	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Oui	
	Mode d'évacuation :	3CE	
	Position :	Au sol	
	Année :	1990	
	Marque :	VISSMANN	
	Modèle :	Paromat-Triplex	
	Technologie brûleur :	Air pulsé 2 allures	
	Puissance électrique brûleur :	0.72 kW	
	Année brûleur :	2022	
	Marque brûleur :	CUENOD	
	Modèle brûleur :	NC 61 GX 507/8 A	
	Utilisation :	Chauffage	
		2	1
Chaudière 2		P	V
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique totale :	430 kW	
	Puissance électrique totale :	1 kW	
	Rendement :	94 %	
	Technologie :	Basse température	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Oui	
	Mode d'évacuation :	3CE	
	Position :	Au sol	
	Année :	1990	
	Marque :	VISSMANN	
	Modèle :	Paromat-Triplex	
	Technologie brûleur :	Atmosphérique	
	Puissance électrique brûleur :	0.72 kW	
	Année brûleur :	1990	
	Marque brûleur :	CUENOD	
	Modèle brûleur :	C55G257	
	Utilisation :	Chauffage	
		2	1




Auxiliaire de chauffage			
Pompe chauffage – Départ constant		P	V
	Puissance électrique totale :	4000 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ constant	
	Nom du départ :	Température constante	
	Année :	1990	
	Marque :	SALMSON	
	Modèle :	LRC 405-19/1-1	
	Nombre :	2	
Pompe chauffage – Départs régulés		P	V
	Puissance électrique totale :	3620 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Radiateurs Sud et Radiateurs Nord	
	Marque :	SALMSON	
	Modèle :	ECX2654-T3	
	Nombre :	2	

Distribution de chaleur			
Réseaux de chauffage		P	V
	Technologie :	Présence de calorifuge sur l'ensemble des réseaux	
	Mise en œuvre de l'isolation :	Laine de verre revêtue d'un film PVC	
	Localisation :	En locaux technique	

Régulation centrale chauffage			
Régulation centrale		P	V
	Technologie :	Loi d'eau avec horloge	
	Programmation :	Hebdomadaire	
	Nombre de départs régulés :	2	
	Température de confort :	19 °C	
	Température de réduit :	16 °C	
	Température d'hors-gel :	14 °C	
	Adéquation de la régulation :	Optimisée	


Emission de chaleur			
Emetteurs électriques		P	V
	Technologie :	Convecteur NF	
	Puissance électrique unitaire :	1 kW	
	Locaux desservis :	Hall	
		1	1
Ventilo-convecteurs chaud		P	V
	Locaux desservis :	Hall	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes (chauffage seul)	
	Marque :	CIAT	
	Modèle :	Major 2	
		2	2
Soufflage depuis une CTA		P	V
	Position :	Bouche de soufflage plafonnrière	
	Technologie :	Soufflage depuis une CTA	
	Locaux desservis :	Salle de conférence, bureaux, salles de classe, cafétéria	
		2	2
Rideau d'air chaud		P	V
	Locaux desservis :	SAS d'entrée	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes (chauffage seul)	
	Nombre :	1	
		2	2
Radiateurs		P	V
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	
	Température :	Basse	
	Locaux desservis :	Ensemble du site	
		2	2



Régulation terminale chauffage			
Sans régulation		P	V
	Technologie :	Sans régulation terminale	
	Locaux desservis :	Circulations	
		0	0



Robinets thermostatiques		P	V
	Technologie : Robinets thermostatiques	2	2
	Locaux desservis : Ensemble des radiateurs hors circulations		
Thermostats manuels		P	V
	Technologie : Thermostats manuels (absence de sonde)	1	1
	Marque : CIAT		
	Locaux desservis : Ventilo-convecteur, Convecteurs NF		
Interrupteur manuel		P	V
	Technologie : Interrupteur manuel	1	1
	Locaux desservis : SAS d'entrée		



Commentaire global	
Production de chauffage	<p>La production de chauffage est assurée par 2 chaudières à basse température fonctionnant en cascade. Les chaudières sont d'origine, seuls un brûleur et un régulateur ont été remplacés en 2014.</p> <p>Les chaudières alimentent 3 départs équipés de pompes à débit constant ; un départ à température constante qui alimente les CTA équipées d'un échangeur, et deux départs à température régulée pour les radiateurs de la zone sud et de la zone nord.</p> <p>La régulation se réalise via une loi d'eau couplée à une horloge.</p> <p>La majeure partie du site est chauffé via des radiateurs hydrauliques équipés de robinets thermostatiques. Certains radiateurs situés dans les circulations ne disposent d'aucune régulation terminale. Le hall d'entrée dispose quant à lui de ventilo-convecteurs hydrauliques et d'émetteurs électriques équipés de thermostats manuels. Le SAS est lui chauffé par un rideau d'air chaud qui s'active via un interrupteur manuel. La salle de conférence est quant à elle chauffée uniquement par soufflage d'air chaud via une CTA dédiée à cette zone, contrôlée elle également via des interrupteurs manuels et des gradateurs de soufflage et de consigne. D'autres zones, disposant également d'un mode de ventilation double flux, sont préchauffées via soufflage, notamment quelques bureaux et salles de classe, ainsi que la cafétéria.</p>




5.2.6. Refroidissement


Production de froid			
Groupes de condensation		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Plage de performance :	EER < 3	
	Fluide frigorigène :	R404A	
	Position :	Façade	
	Locaux desservis :	Chambres froides	
	Année :	1990	
	Marque :	Tecumseh	
	Nombre :	5	
Unité de climatisation - Daikin		P	V
	Type :	Monosplit	
	Puissance frigorifique totale :	8,9 kW	
	Puissance électrique totale :	3 kW	
	Plage de performance :	EER >= 3,5	
	EER nominal :	5.8	
	Fluide frigorigène :	R32	
	Position :	Terrasse	
	Locaux desservis :	Locaux de l'ENPS	
	Marque :	DAIKIN	
	Modèle :	RXYS4A7V1B	
	Nombre :	1	
Unité de climatisation - Mitsubishi Electric		P	V
	Type :	Monosplit	
	Puissance frigorifique totale :	5 kW	
	Puissance électrique totale :	2 kW	
	Plage de performance :	EER >= 3,5	
	EER nominal :	3.65	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Marque :	Mitsubishi Electric	
	Modèle :	MUZ-HJ50VA	
	Nombre :	1	





Unité de climatisation - Atlantic		P	V
	Type :	Monosplit	
	Puissance frigorifique totale :	104 kW	
	Puissance électrique totale :	33.24 kW	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Marque :	Atlantic	
	Modèle :	AOYA30LBTL, AOYA30LNAWL et AOYG18LFC	
	Nombre :	13	
Refrigerateur à air		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance frigorifique totale :	48.2 kW	
	Puissance électrique totale :	17.2 kW	
	Plage de performance :	EER < 3	
	EER nominal :	2.8	
	Fluide frigorigène :	R454B	
	Position :	Terrasse	
	Année :	2021	
	Marque :	TRANE	
	Modèle :	CGAX 017 SE SN	
	Nombre :	1	

Auxiliaire de froid			
Pompe froid endommagée		P	V
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	
	Puissance électrique totale :	0.845 kW	
	Marque :	SALMSON	
	Modèle :	SCX65-50	
	Nombre :	1	
Pompe froid		P	V
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Départ régulé	
	Puissance électrique totale :	0.87 kW	
	Marque :	SALMSON	
	Modèle :	SCX65-50	
	Nombre :	1	

Distribution de froid			
Réseaux de froid		P	V
	Technologie :	Présence de calorifuge avec quelques défauts	
	Mise en œuvre de l'isolation :	Laine de verre revêtue d'un film PVC	
		2	1
Ballon tampon (eau glacée)		P	V
	Technologie :	Ballon correctement isolé	
	Nombre :	1	
		3	2




Emission de froid			
Soufflage depuis une CTA		P	V
	Locaux desservis :	Salle de conférence	
		2	2
Ventilo-convecteurs muraux - Climatisation		P	V
	Energie :	Electrique	
	Technologie :	2 tubes (refroidissement seul)	
	Locaux desservis :	Bureaux R+2	
		2	2
Ventilo-convecteurs plafonniers - Climatisation		P	V
	Energie :	Electrique	
	Technologie :	2 tubes (refroidissement seul)	
	Locaux desservis :	Bureaux, salles de classe	
		2	2




Ventilo-convecteurs - Chambre Froide		P	V
	Energie :	Electrique	
	Technologie :	2 tubes (refroidissement seul)	
	Position :	Plafonnière	
	Marque :	FRIGA BOHN	
	Nombre :	5	
		2	2

Régulation terminale froid			
Interrupteur manuel		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	
	Locaux desservis :	Salle de conférence	
		1	1
Thermostats manuels		P	V
	Technologie :	Thermostats manuels	
	Locaux desservis :	Bureaux R+2	
		1	1
Thermostat d'ambiance programmable		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance programmable	
	Locaux desservis :	Bureaux, salles de classe	
		2	2
Thermostat d'ambiance simple		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance simple	
	Locaux desservis :	Chambres froides	
		1	1


Commentaire global	
Production de froid	<p>Les chambres froides disposent de groupes de condensation extérieurs à faible rendement et utilisant le fluide frigorigène R404A. Elles sont refroidies par des ventilo-convecteurs froids régulés par des thermostats d'ambiance simple à une température de -18°C pour les chambres froides négatives et de 4°C pour les chambres froides positives.</p> <p>La salle de conférence dispose de sa propre CTA assurant à la fois le chauffage et la climatisation via réseau hydraulique. La CTA est donc reliée à un refroidisseur à air en terrasse qui a été remplacé en 2021. Ce refroidisseur est relié à la CTA via un réseau de froid dont le calorifugeage présente quelques défauts, qui passe par deux pompes à débit constant dont une qui est endommagée et non fonctionnelle. Le réseau passe par un ballon tampon avant d'atteindre la CTA puis de permettre la climatisation via les bouches de soufflage. La climatisation est régulée par interrupteur manuel et gradateur de soufflage et de consigne.</p> <p>Le site dispose également de 15 unités de climatisation, permettant le rafraichissement de quelques bureaux et salles de classe via des ventilo-convecteurs muraux et plafonniers, régulés par des thermostats d'ambiance programmable ou des thermostats manuels selon les zones.</p>



5.2.7. Ventilation

Equipement de ventilation			
Bouche d'entrée d'air		P	V
	Technologie :	Autoréglable	
	Position :	Intégrée aux menuiseries	
	Année :	1990	
	Locaux desservis :	Zones partielles (open space, bureaux, salles de réunion, salles de classe)	
		2	1
CTA DF Locaux Nord		P	V
	Technologie :	CTA DF avec échangeur (absence de caisson de mélange)	
	Echangeur :	Echangeur à plaques	
	Rendement échangeur :	65 %	
	Débit d'air soufflé :	14 020 m3/h	
	Débit d'air repris :	14 020 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Sans objet	
	Puissance batterie chaude :	60 kW	
	Année :	1990	
	Marque :	TRANE	
	Modèle :	3-SE-5	
	Locaux desservis :	Salles de réunion, Locaux centraux, Cafétéria, Salle à manger, Audiovisuel	
	Nombre :	1	
		2	1
CTA DF Conférence		P	V
	Technologie :	CTA DF avec échangeur et caisson de mélange	
	Echangeur :	Echangeur à plaques	
	Rendement échangeur :	69 %	
	Débit d'air soufflé :	6 000 m3/h	
	Débit d'air repris :	6 000 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Puissance batterie chaude :	73.6 kW	
	Puissance batterie froide :	60 kW	
	Année :	1990	
	Marque :	TRANE	
	Modèle :	3.SE.2	
	Nombre :	1	
		2	1


Extracteur Sanitaires CDM + Pédagogie		P	V
	Puissance électrique totale :	0.55 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Débit d'air :	1 980 m3/h	
	Année :	1990	
	Marque :	France Air	
	Modèle :	VLI 9/9	
		1	1
CTA DF Pédagogie		P	V
	Technologie :	CTA DF avec échangeur (absence de caisson de mélange)	
	Echangeur :	Echangeur à plaques	
	Rendement échangeur :	60 %	
	Débit d'air soufflé :	23 400 m3/h	
	Débit d'air repris :	23 400 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Sans objet	
	Puissance batterie chaude :	225 kW	
	Année :	1990	
	Marque :	TRANE	
	Modèle :	3.SE.6	
	Nombre :	1	
		2	1
CTA Soufflage Cuisine		P	V
	Technologie :	CTA SF soufflage	
	Echangeur :	Sans objet	
	Taux de recyclage de l'air :	100 %	
	Débit d'air soufflé :	12 000 m3/h	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Sans objet	
	Puissance batterie chaude :	60 kW	
	Année :	1990	
	Marque :	TRANE	
	Modèle :	3.SE.3	
	Nombre :	1	
		1	1


Extracteur Cuisine		P	V
	Puissance électrique totale :	0.55 kW	
	Technologie :	Hotte d'extraction	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Débit d'air :	12 000 m3/h	
	Année :	1990	
	Marque :	SOLYVENT	
	Modèle :	50/382	
		1	1
Extracteur Bureaux CDM		P	V
	Puissance électrique totale :	0.2 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Débit d'air :	1 680 m3/h	
	Année :	1990	
	Marque :	France Air	
	Modèle :	VLI 9/9	
		1	1
Extracteur Bureaux IRE		P	V
	Puissance électrique totale :	0.55 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Débit d'air :	2 450 m3/h	
	Année :	1990	
	Marque :	France Air	
	Modèle :	VLI 9/9	
		1	1
Extracteur Sanitaires		P	V
	Puissance électrique totale :	0.55 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Débit d'air :	2 940 m3/h	
	Année :	1990	
	Marque :	France Air	
	Modèle :	VLI 9/9	
		1	1


Extracteur Administration		P	V
	Puissance électrique totale :	0.37 kW	
	Technologie :	Autoréglable	
	Type de conduit :	Gaine de ventilation	
	Débit d'air :	720 m3/h	
	Année :	1990	
	Marque :	France Air	
	Modèle :	VLI 9/9	
		1	1


Régulation centrale ventilation			
Fonctionnement permanent		P	V
<i>Absence de photo</i>	Technologie :	Fonctionnement permanent	
	Equipements associés :	Extracteurs simple flux	
		0	0
Gradateur manuel		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	
	Equipements associés :	Zones en ventilation double flux	
		1	1
Interrupteur manuel (CTA Conférence)		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	
		1	1

5.2.8. Eau Chaude Sanitaire




Production ECS			
Préparateur ECS indépendant		P	V
	Année :	1990	2
	Marque :	COLLARD TROLART	
	Modèle :	Chaudagaz	
	Nombre :	1	
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique unitaire :	70 kW	
	Technologie :	A condensation	
	Volume :	1600 L	


Stockage ECS			
Ballon de stockage		P	V
	Type :	Stockage sur primaire	3
	Volume :	1500 L	
	Technologie :	Ballon correctement isolé	
	Nombre :	1	



Auxiliaire ECS			
Pompe de bouclage ECS		P	V
	Technologie :	Pompe à débit variable	3
	Type :	Pompe simple	
	Puissance électrique totale :	20 W	
	Marque :	SALMSON	
	Modèle :	Priux 40-25/130	
	Nombre :	1	


Distribution ECS			
Réseaux d'ECS		P	V
	Technologie :	Présence de calorifuge sur l'ensemble des réseaux	
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolant en caoutchouc synthétique	
	Epaisseur :	2 cm	
	Zones desservies :	Ensemble du site (restaurant, sanitaires)	
		3	1

5.2.9. Eclairage

Source d'éclairage			
Tube fluorescent T8		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T8	
	Type de luminaire :	Tube	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Ferromagnétique	
	Locaux desservis :	Cuisines, Vestiaire, Salle de conférence, Locaux techniques	
		1	1
Lampe fluocompacte		P	V
	Technologie :	Lampe fluocompacte	
	Type de luminaire :	Ampoule, Hublot, Projecteur	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Electronique	
	Locaux desservis :	Circulations, Salles de réunion, Bureaux, Cafétéria	
		2	2
Luminaire LED		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle, Spot	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	6 W	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Electronique	
	Locaux desservis :	Sanitaires, Circulations, parties du R+1 et RDC rénovées	
		3	3

Source d'éclairage			
Tube fluorescent T5		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T5	
	Type de luminaire :	Tube	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	4	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	18 W	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Electronique	
	Locaux desservis :	Bureaux, Salles de classe, Salles de réunion, Open-space	
		1	2

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

Pilotage central éclairage			
Pilotage central éclairage cafétéria / salle à manger		P	V
	Technologie :	Commande centralisée	
		3	2

5.2.10. Autres usages

Autres usages			
Equipements de cuisine		P	V
	Durée de fonctionnement :	Période d'ouverture	
	Type d'équipement :	Four, Micro-onde, Plaque de cuisson, Lave-vaisselle, Chambre froide positive, Chambre froide négative, Armoire de maintien en température, Réfrigérateur, Vitrine ouverte, Chauffe-assiette	
		1	1
Equipements de bureautique		P	V
	Durée de fonctionnement :	Période d'ouverture	
	Type :	Serveur informatique, PC, Télévision, Vidéoprojecteur, Téléphonie, Baie de brassage, Imprimante, Photocopieur	
	Extinction hors utilisation :	Inexistante	
		1	1
Ascenseurs		P	V
	Durée de fonctionnement :	Période d'ouverture	
	Nombre :	1	
	Type :	Ascenseurs à contre-poids	
		1	1

5.3. Synthèse état des lieux techniques

Synthèse

L'enveloppe du bâtiment n'ayant bénéficié d'aucune rénovation majeure depuis sa construction en 1990, la performance thermique du bâti est moyenne ; les murs sont faiblement isolés, les menuiseries présentent majoritairement un double vitrage ancien et les toitures terrasses sont faiblement isolées et présentent des défauts d'étanchéité.

Le renforcement de l'isolation des murs extérieurs par l'extérieur sera préconisé ainsi que l'isolation des murs et planchers bas sur locaux non chauffés. Il sera également proposé le remplacement des menuiseries extérieures par des menuiseries récentes répondant aux réglementations thermiques actuelles. Enfin, la reprise de l'isolation des toitures-terrasses et de leur étanchéité sera préconisée afin d'améliorer la performance du bâti et limiter les déperditions.

La production de chaleur est assurée par deux chaudières basse température qui fonctionnent en cascade. Ces équipements, bien que fonctionnels, sont vieillissants et leur renouvellement à moyen terme doit être envisagé. Le raccordement au réseau de chaleur d'Ecully sera étudié, combiné à la généralisation des circulateurs à débit variable, des robinets thermostatiques sur les radiateurs n'étant équipés d'aucune régulation terminale, de thermostats d'ambiance programmable pour les ventilo-convecteurs et bouches de soufflage, ainsi que le remplacement des émetteurs électriques par des radiateurs hydrauliques raccordés à la production de chaleur. Une mise en conformité de la chaufferie sera également nécessaire, avec notamment la mise en place d'une GTC.

Les groupes de condensation des chambres froides de la partie restauration utilisent le fluide frigorigène R404A. Ces gaz ont un important Pouvoir de Réchauffement Global (PRG). Conformément à la réglementation F-Gaz, il est encore possible de les utiliser jusqu'en 2025 dans le cas de notre site. Ces gaz seront ensuite interdits à la vente (y compris rechargement d'équipements existants). Le remplacement du mode de production de froid sera donc préconisé afin de respecter cette réglementation. Se référer au paragraphe 10.5.4 pour plus d'informations. Le remplacement de la pompe endommagée associée au refroidisseur à air est également à prévoir, ainsi que la reprise du calorifugeage des réseaux de froid.

Le bâtiment est équipé de nombreux systèmes de ventilation. Les systèmes actuels permettent d'assurer les débits réglementaires dans l'ensemble du site. La mise en place de caissons d'extraction simple flux basse consommation sera conseillée pour les sanitaires afin de réduire les consommations dues aux auxiliaires électriques, ainsi que la généralisation des Centrales de Traitement d'Air double flux équipées d'échangeur de chaleur à haut rendement sur l'ensemble des bureaux, salles de réunion et open-space actuellement en simple flux.

La partie restauration dispose d'hottes d'extraction compensées par une CTA de soufflage. Il sera proposé la mise en place de hottes à récupération d'énergie dans les cuisines afin de valoriser la chaleur issue de la restauration.

La production d'eau chaude sanitaire est assurée par une chaudière dédiée. La centralisation de la production d'ECS et de la production de chauffage sera proposée lors du raccordement au RCU. La reprise du calorifugeage des réseaux d'ECS sera également nécessaire.

Le bâtiment est en grande partie équipé de systèmes d'éclairages peu performants (luminaires T5, fluocompactes, T8) sources d'importantes consommations. La généralisation des éclairages LED sera préconisée avec la mise en place de détection de présence dans l'ensemble des circulations et sanitaires du bâtiment, ainsi que d'un système de gradation de l'éclairage dans les zones vitrées (caféteria, hall d'entrée...).

Enfin la mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique sera proposée afin d'éviter toute dérive d'utilisation des équipements et diminuer les consommations inutiles.

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)

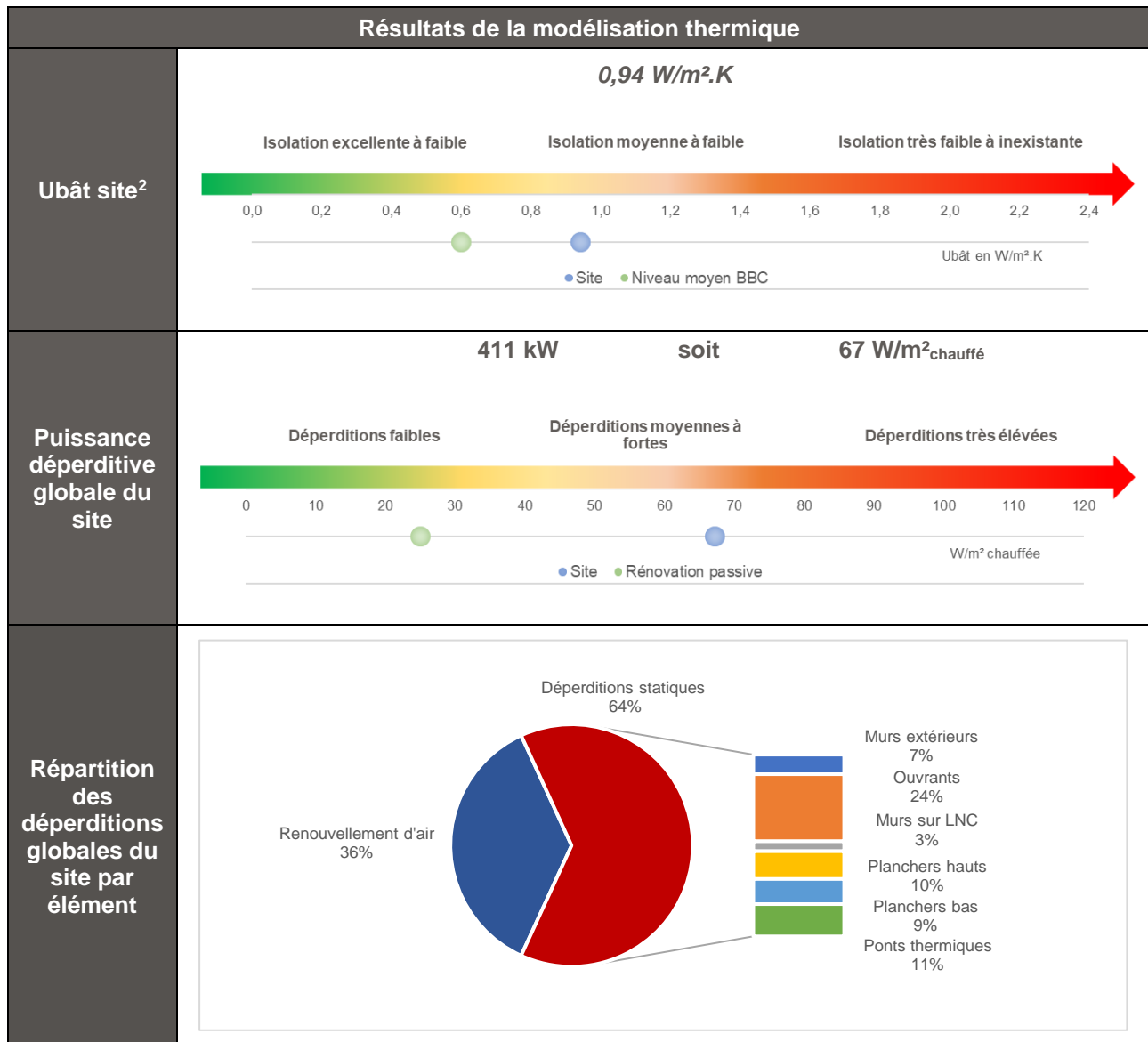
Cette modélisation intègre les caractéristiques techniques (bâti et système) collectées et relevées lors de la visite du site ainsi que l'usage du site décrits dans les précédents chapitres.

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	6 115 m ²	La surface chauffée représente 98% de la surface de plancher
Volume chauffé	16 510 m ³	Les hauteurs sous plafond sont standards.
Inertie thermique	Moyenne	L'inertie structurelle est correcte, mais la forte surface vitrée et la présence d'ITI dégradent l'inertie globale du bâtiment.
Ratio surface vitrée / façade	38%	La surface vitrée est importante.
Etanchéité à l'air	Moyenne	Bâtiment ancien, infiltrations d'air au niveau des menuiseries et défauts d'étanchéité
T° de chauffage	19 °C	Le calcul de déperdition prend en compte : $\Delta T = T_{\text{chauffage}} - T_{\text{base}}$
T° de base	-9 °C	

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



Eléments d'explication et d'analyse

Le site présente une performance thermique moyenne. Les ouvrants, ponts thermiques et toitures terrasses sont les principaux postes de déperditions. Le site disposant d'une assez grande surface vitrée par des menuiseries à performance moyenne et étant isolée par l'intérieur, type d'isolation source de ponts thermiques, cela impacte considérablement la performance globale du bâti. Le bâtiment présente donc des éléments d'isolation sur la quasi-totalité de ses composants, mais ces éléments sont vieillissants et ne répondent pas aux normes énergétiques actuelles. Une réfection globale du bâti doit être envisagée. L'ensemble du site est ventilé mécaniquement, certaines zones en simple flux, et d'autres avec des CTA aux rendements peu performants. Le remplacement de ces éléments permettra de diminuer drastiquement les déperditions dues à ce poste.

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

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 B des années 2022 et 2023, fournies par la MOA, 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 ₂	€TTC
Chauffage	Gaz naturel	320 690	52	72 797	28 506
Refroidissement	Electricité	56 948	9	3 645	18 793
ECS	Gaz naturel	33 230	5	7 543	2 954
Auxiliaires de ventilation	Electricité	48 399	8	3 098	15 972
Auxiliaires de distribution	Electricité	22 032	4	1 420	7 270
Eclairage	Electricité	79 846	13	5 509	26 349
Spécifique	Electricité	115 428	19	7 387	38 091
TOTAL		677 247	109	101 452	138 157

Eléments d'explication et d'analyse

La part la plus importante de consommations est représentée par le chauffage. Bien que la conduite des installations soit optimisée, cela s'explique par la performance moyenne du bâti, source de déperditions, ainsi que par les pertes importantes induites par les systèmes de renouvellement d'air.

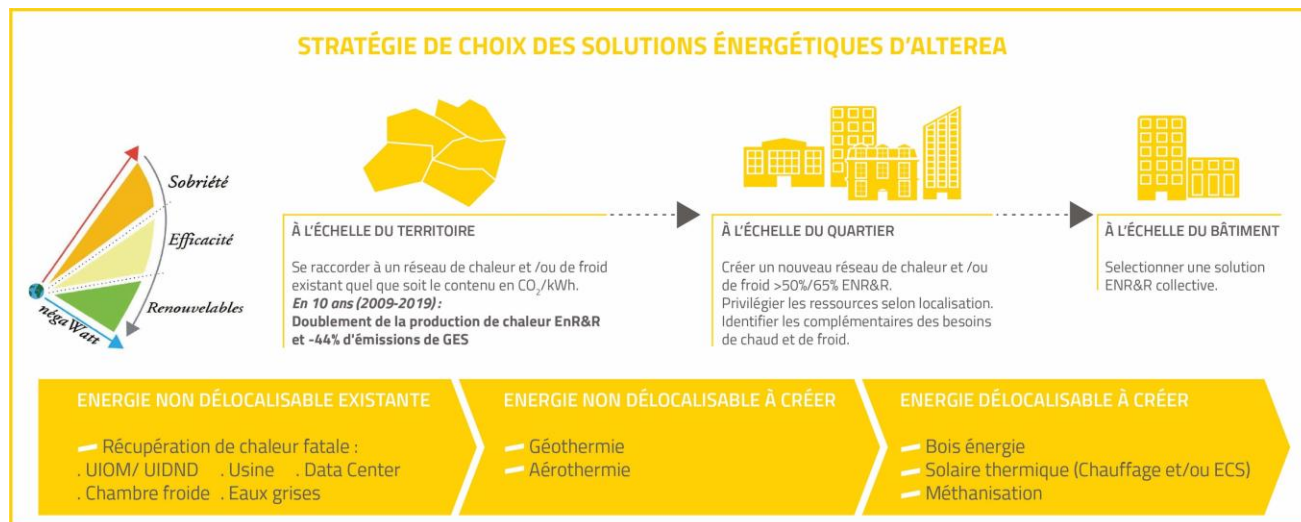
Pour réduire les consommations de chauffage, il est important de prévoir la rénovation du bâti ainsi que l'amélioration des systèmes de ventilation et de leur régulation. Le déploiement d'une régulation centrale (GTC) permettra également de réaliser des économies d'énergie.

Le poste le plus consommateur d'électricité est représenté par les usages spécifiques liés notamment aux équipements de cuisine. Les consommations liées à ce poste ne dépendent pas de la performance énergétique. Néanmoins, un relamping LED, une valorisation des calories de l'air extrait ou de la chaleur issue de machines thermodynamiques pourront être envisagées afin de réduire les consommations électriques.

De manière générale, les ratios par poste sont raisonnables. Le site nécessite néanmoins une réfection globale pour répondre au contexte réglementaire, mais les gisements d'économie sont limités.

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

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





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

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

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

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

Evaluation du potentiel EnR	
Biomasse	
Capacité de livraison	Envisageable
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	~ 65 m ² (chaufferie actuelle) si dépose des équipements
Surface disponible pour le silo	-
Adéquation au besoin	Non
Potentiel	-
Commentaires	La mise en place d'autres solutions plus adaptées au site seront privilégiées dans cette étude.
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	Une extension du réseau de chaleur urbain à proximité du site est en projet.
Site situé dans une zone de développement prioritaire (ZDP)	-
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la sous-station	~ 65 m ² (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.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	~ 65 m ² (chaufferie actuelle) si dépose des équipements
Surface disponible au sol	100 m ²
Adéquation du régime basse température	Actuellement, le bâti n'est pas isolé. Cette intervention est à envisager une fois la performance du bâti optimisée.
Potentiel	Ressource à priori favorable sur sonde : 
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>

Evaluation du potentiel EnR	
Aérothermie (PAC)	
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	~ 65 m ² (chaufferie actuelle) si dépose des équipements
Surface extérieure disponible (sol, toiture)	1 500 m ² (toiture)
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. Néanmoins, le déploiement d'une autre solution sera privilégié.
Solaire thermique	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Besoin d'ECS en période estivale	Faible
Type de toiture/de pan envisagé	Toiture terrasse
Surface disponible en chaufferie/pour la création d'un local	~ 65 m ² (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	Sud
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	Entre 30° et 45°
Masques solaires	Faibles
Surface de captage disponible	500 m ² (surface considérée de 325 m ² pour permettra la circulation en toiture et l'entretien des panneaux)
Potentiel	Fort
Commentaires	 <p>L'intervention sera simulée pour déterminer le productible attendu.</p> <p>!! Cette préconisation est valable sous réserve d'une étude structure attestant la faisabilité du projet.</p>

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

8. PRECONISATIONS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES

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

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

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

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

Les préconisations sont classifiées en 6 catégories :



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

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

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

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

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

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

			INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE				INDICATEURS ECONOMIQUES			INDICATEURS FINANCIERS	SCENARIOS	
			Economie annuelle Énergie FINALE		CO ₂ évité annuellement		Coût des travaux	Valorisation CEE	Dépense énergie (Impact sur les charges annuelles) Ecart à l'état initial	Retour sur investissement	SC1	SC2
			kWh EF/PCI	%	kgco ₂	%	€HT	€	€TTC	années		
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place d'un plan de comptage	-				3 000	-			X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place d'une GTC	-				218 000	21 525	-		X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique	9 578	1%	-590	-1%	3 000	0	4 941	1	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Renforcement de l'isolation des murs extérieurs par l'extérieur	57 071	8%	13 083	13%	517 000	64 265	4 886	>30		X
TRAVAUX SUR LE BATI	5	Isolation des murs sur locaux non chauffés	8 949	1%	1 277	1%	5 000	1 406	1 912	3	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Reprise de l'isolation et de l'étanchéité des toitures terrasses	31 880	5%	7 157	7%	699 000	44 699	2 953	>30	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	7	Remplacement des menuiseries extérieures	76 379	11%	17 591	17%	737 000	0	6 418	>30		X
TRAVAUX SUR LE BATI	8	Remplacement de la verrière	6 106	1%	1 396	1%	45 000	0	529	>30	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	9	Mise en place de caissons d'extraction simple flux basse consommation	2 382	0%	152	0%	2 000	33 755	786	2	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	10	Généralisation des CTA double flux avec échangeur à haute performance	10 987	2%	3 277	3%	343 000	47 452	-1 893	>30	X	X

TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Mise en place de hottes à récupération d'énergie	23 703	4%	4 931	5%	110 000	0	2 702	25		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Amélioration de la performance de l'éclairage	19 939	3%	-932	-1%	388 000	4 542	10 092	24	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	13	Reprise du calorifugeage des réseaux ECS	1 661	0%	377	0%	1 000	860	148	6	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	14	Généralisation des circulateurs à débit variable	9 826	1%	629	1%	12 000	307	3 243	4	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	15	Remplacement des émetteurs électriques par des radiateurs hydrauliques et optimisation la régulation	1 037	0%	147	0%	32 000	889	236	>30	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	16	Mise en place d'un mode de refroidissement durable à haute performance	5 365	1%	343	0%	25 000	1 460	937	19	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	17	Amélioration de la performance des réseaux de froid	2 847	0%	182	0%	2 000	0	940	2	X	X
ENERGIES RENOUVELABLES	18	Raccordement au RCU	7 312	1%	60 584	60%	216 000	20 987	-25 291	>30		X
ENERGIES RENOUVELABLES	19	Installation de panneaux photovoltaïques	72 318	11%	4 628	5%	110 000	0	22 665	5	X	X
ENERGIES RENOUVELABLES	20	Récupération de chaleur sur machines thermodynamiques	21 210	3%	1 209	1%	35 000	56	3 394	9		X

			DETAILS DES PRECONISATIONS ET POINTS DE VIGILANCE	REFERENCE FICHE PRECONISATION ALTEREA
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place d'un plan de comptage	Mise en place de 3 sous-compteurs thermiques par départ et par usage afin de suivre l'évolution des consommations et repérer facilement l'origine de tout problème de surconsommation	
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place d'une GTC	Mise en place d'un système de Gestion Technique Centralisé afin de réaliser des économies d'énergies et d'améliorer le suivi des consommations. Le système a été prévu pour les installations de chauffage et de ventilation.	
ACTIONS DE PILOTAGE	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique	L'installation d'un système de coupure centrale permettra l'arrêt complet des équipements informatiques afin d'éviter leur fonctionnement permanent ou leur veille qui peut être source de consommations.	
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Renforcement de l'isolation des murs extérieurs par l'extérieur	Mise en œuvre d'une isolation thermique par l'extérieur sous enduit. L'intervention a été réalisée avec un isolant en laine minérale pour un R de 5,00 m².K/W. Cette intervention doit être réalisée en même temps que le remplacement des menuiseries afin de garantir une continuité de l'isolation et de diminuer le plus possible les ponts thermiques.	
TRAVAUX SUR LE BATI	5	Isolation des murs sur locaux non chauffés	L'isolation par l'intérieur des murs sur locaux non chauffés est réalisée par la mise en place de panneaux isolants en laine de verre sans pare-vapeur ayant un R de 3,70 m².K/W.	
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Reprise de l'isolation et de l'étanchéité des toitures terrasses	La réfection de l'étanchéité et de l'isolation des toitures terrasses a été prévue avec des panneaux isolants rigides en polystyrène expansé de résistance thermique 7,50 m².K/W. Cette intervention permettra de réduire considérablement les déperditions par l'enveloppe et ainsi de diminuer les consommations de chauffage.	
TRAVAUX SUR LE BATI	7	Remplacement des menuiseries extérieures	Cette intervention prévoit le remplacement de l'ensemble des menuiseries par des menuiseries en double vitrage avec remplissage argon respectant une performance thermique de $U_w = 1,30$ W/m².K et $U_p = 2,00$ W.m².K pour les portes. Elle doit être combinée avec la mise en place d'isolation afin de mutualiser l'échafaudage et de limiter les ponts thermiques à la jonction menuiseries / murs. Les nouvelles menuiseries installées seront sans entrée d'air.	
TRAVAUX SUR LE BATI	8	Remplacement de la verrière	Le remplacement de la verrière au niveau de l'entrée du bâtiment B a été prévue par des menuiseries en double vitrage avec remplissage argon respectant une performance thermique de $U_w = 1,30$ W/m².K. Celle-ci présentant des défauts d'étanchéité et de la condensation entre les vitrages, cela permettra de limiter les déperditions de cette zone.	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	9	Mise en place de caissons d'extraction simple flux basse consommation	Cette intervention prévoit le remplacement des caissons d'extraction des sanitaires par des caissons simple flux basse consommation afin de limiter les consommations liées aux auxiliaires de ventilation.	

TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	10	Généralisation des CTA double flux avec échangeur à haute performance	Remplacement des Centrales de Traitement d'Air actuelles par des CTA double flux avec échangeur thermique dont le rendement sera supérieur à 80% et déploiement d'une CTA double flux avec échangeur thermique de même rendement pour les zones actuellement ventilées en simple flux. La régulation de ces centrales sera prévue via la GTC pour ne pas être en fonctionnement en période d'inoccupation.	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Mise en place de hottes à récupération d'énergie	Mise en place de hottes d'extraction avec récupération d'énergie dans les cuisines.	Cf 10.1.1 Intervention spécifique
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Amélioration de la performance de l'éclairage	Généralisation des éclairages LED sur l'ensemble du site et mise en place de détecteurs de présence sur l'ensemble des circulations et sanitaires pour les zones n'en étant pas encore équipés.	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	13	Reprise du calorifugeage des réseaux ECS	Reprise de l'isolation des réseaux d'eau chaude sanitaire en chaufferie.	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	14	Généralisation des circulateurs à débit variable	Remplacement du circulateur du départ à température constante par un circulateur à débit variable.	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	15	Remplacement des émetteurs électriques par des radiateurs hydrauliques et optimisation la régulation	Remplacement des émetteurs électriques par des radiateurs hydrauliques. Généralisation des robinets thermostatiques sur l'ensemble des radiateurs et déploiement de thermostats d'ambiance programmable par zone.	
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	16	Mise en place d'un mode de refroidissement durable à haute performance	Remplacement des groupes de condensation des chambres froides par des systèmes durables à haute performance.	Cf 10.1.2 Intervention spécifique
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	17	Amélioration de la performance des réseaux de froid	Reprise de l'isolation des réseaux de froid en toiture et en local technique. Remplacement du circulateur à débit variable endommagé.	
ENERGIES RENOUVELABLES	18	Raccordement au RCU	Raccordement au Réseau de Chaleur du Quartier La Duchère pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Suite aux travaux d'extension et à la modification du mode de production, la performance du RCU tend à s'améliorer. Une hypothèse d'un futur taux de GES a été pris à 0,057 kgco2/kWh dans le cadre de cette étude. Le coût a également été estimé à 0,16 c€TTC/kWh.	
ENERGIES RENOUVELABLES	19	Installation de panneaux photovoltaïques	Installation de 68 kWc de panneaux photovoltaïques en toiture du R+1 exposition Sud en autoconsommation pour diminuer les besoins du site en électricité.	
ENERGIES RENOUVELABLES	20	Récupération de chaleur sur machines thermodynamiques	Mise en place de récupérateurs de chaleur sur les groupes de condensation des chambres froides pour limiter les consommations d'eau chaude sanitaire en valorisant les calories perdues.	Cf 10.1.3 Intervention spécifique

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 DE PILOTAGE	1	Mise en place d'un plan de comptage	3 000 €HT
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place d'une GTC	218 000 €HT
ACTIONS DE PILOTAGE	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique	3 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Isolation des murs sur locaux non chauffés	5 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	5	Reprise de l'isolation et de l'étanchéité des toitures terrasses	699 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Remplacement de la verrière	45 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	7	Mise en place de caissons d'extraction simple flux basse consommation	2 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Généralisation des CTA double flux avec échangeur à haute performance	343 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	9	Amélioration de la performance de l'éclairage	388 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	10	Reprise du calorifugeage des réseaux ECS	1 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Généralisation des circulateurs à débit variable	12 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Remplacement des émetteurs électriques par des radiateurs hydrauliques et optimisation la régulation	32 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	13	Mise en place d'un mode de refroidissement durable à haute performance	25 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	14	Amélioration de la performance des réseaux de froid	2 000 €HT
ENERGIES RENOUVELABLES	15	Installation de panneaux photovoltaïques	110 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			1 888 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			304 €/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 1	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	676 572	►	487 920	-28%
	kWhEF/m²SP	109		79	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO2/an	101 399	►	82 832	-18%
	kgCO2/an/m²SP	16		13	

9.2. Scénario 2 « Maximisation énergétique »

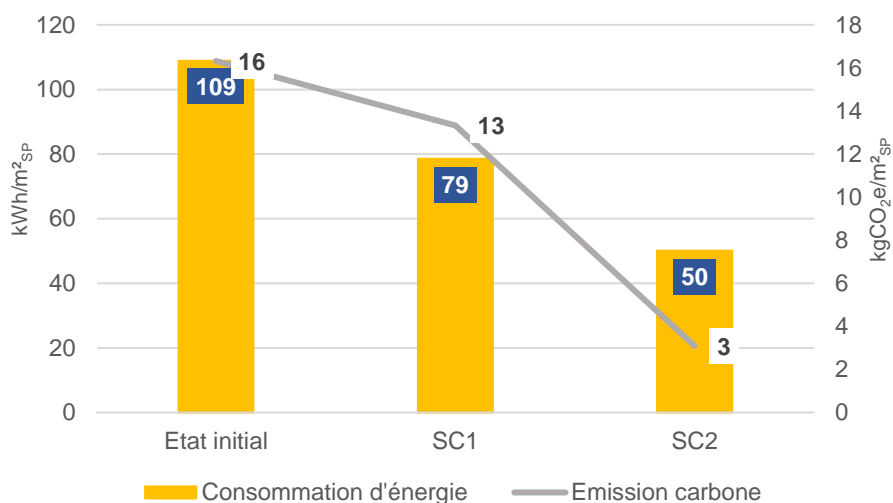
		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place d'un plan de comptage	3 000 €HT
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place d'une GTC	48 000 €HT
ACTIONS DE PILOTAGE	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique	3 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Renforcement de l'isolation des murs extérieurs par l'extérieur	517 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	5	Isolation des murs sur locaux non chauffés	5 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Reprise de l'isolation et de l'étanchéité des toitures terrasses	699 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	7	Remplacement des menuiseries extérieures	781 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Mise en place de caissons d'extraction simple flux basse consommation	2 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	9	Généralisation des CTA double flux avec échangeur à haute performance	343 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	10	Mise en place de hottes à récupération d'énergie	110 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Amélioration de la performance de l'éclairage	388 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Reprise du calorifugeage des réseaux ECS	1 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	13	Généralisation des circulateurs à débit variable	6 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	14	Remplacement des émetteurs électriques par des radiateurs hydrauliques et optimisation la régulation	32 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	15	Mise en place d'un mode de refroidissement durable à haute performance	25 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	16	Amélioration de la performance des réseaux de froid	2 000 €HT
ENERGIES RENOUVELABLES	17	Raccordement au RCU	216 000 €HT
ENERGIES RENOUVELABLES	18	Installation de panneaux photovoltaïques	110 000 €HT
ENERGIES RENOUVELABLES	19	Récupération de chaleur sur machines thermodynamiques	35 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			3 326 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			535 €HT/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario 2	Ecart
Consommation d'énergie	kWhEF/an	676 572	►	311 057	-54%
	kWhEF/m²SP	109		50	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO2/an	101 399	►	19 180	-81%
	kgCO2/an/m²SP	16		3	

9.3. Analyse comparative des scénarios de travaux

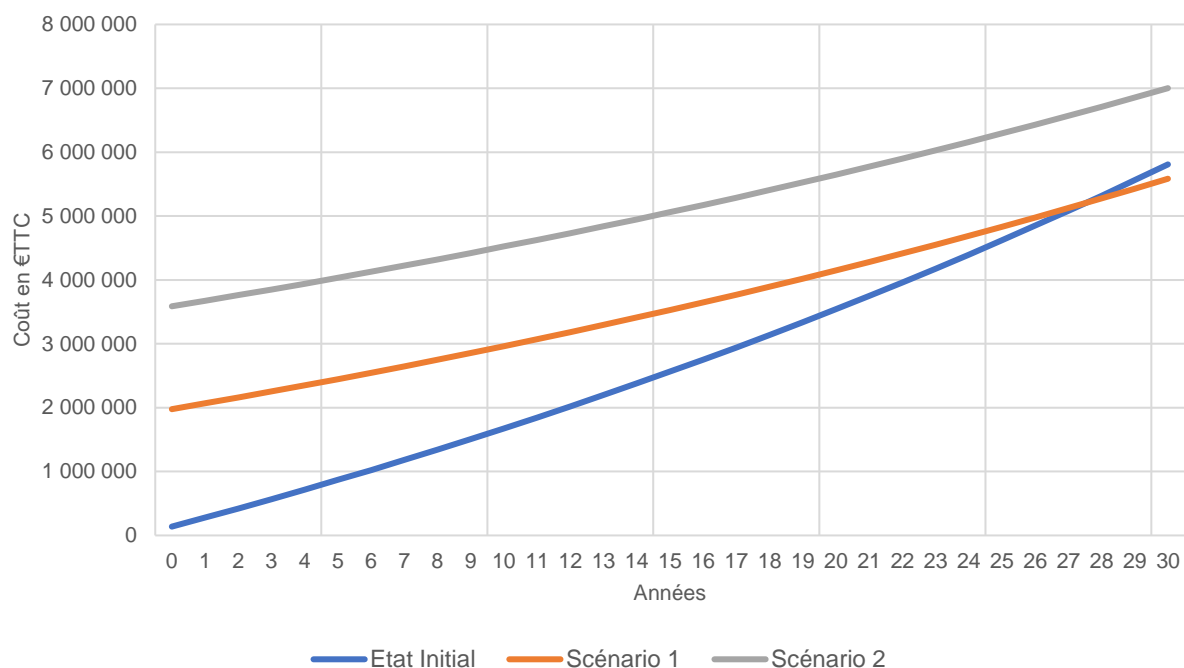
CONSTITUTION DES SCENARIOS DE TRAVAUX			SC1	SC2
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place d'un plan de comptage	X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	2	Mise en place d'une GTC	X	X
ACTIONS DE PILOTAGE	3	Mise en place d'une coupure centralisée pour la bureautique	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	4	Renforcement de l'isolation des murs extérieurs par l'extérieur		X
TRAVAUX SUR LE BATI	5	Isolation des murs sur locaux non chauffés	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	6	Reprise de l'isolation et de l'étanchéité des toitures terrasses	X	X
TRAVAUX SUR LE BATI	7	Remplacement des menuiseries extérieures		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	8	Mise en place de caissons d'extraction simple flux basse consommation	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	9	Généralisation des CTA double flux avec échangeur à haute performance	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	10	Mise en place de hottes à récupération d'énergie	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	11	Amélioration de la performance de l'éclairage		X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	12	Reprise du calorifugeage des réseaux ECS	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	13	Généralisation des circulateurs à débit variable	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	14	Remplacement des émetteurs électriques par des radiateurs hydrauliques et optimisation la régulation	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	15	Mise en place d'un mode de refroidissement durable à haute performance	X	X
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	16	Amélioration de la performance des réseaux de froid	X	X
ENERGIES RENOUVELABLES	17	Raccordement au RCU	X	X
ENERGIES RENOUVELABLES	18	Installation de panneaux photovoltaïques		X
ENERGIES RENOUVELABLES	19	Récupération de chaleur sur machines thermodynamiques	X	X

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE		Etat initial	SC1	SC2
Consommation d'énergie	kWh_{EF}/m^2_{SP}	109	79	50
	<i>Ecart annuels %</i>		-28%	-54%
Emission carbone	$kgCO_2e/m^2_{SP}$	16	13	3
	<i>Ecart annuels %</i>		-18%	-81%

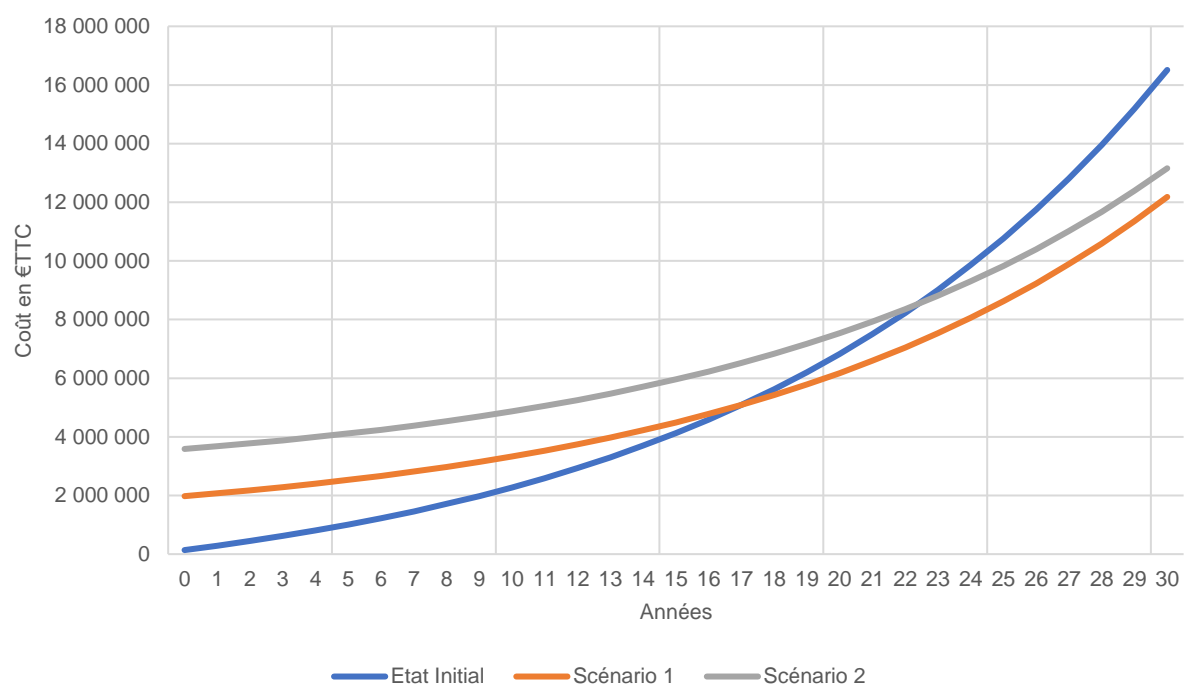
PLAN DE PROGRES


INDICATEURS ECONOMIQUES		Etat initial	SC1	SC2
Coûts travaux	€HT travaux	-	1 888 000	3 503 000
CEE mobilisables	kWhcumac	-	19 611 913	30 275 361
	€	-	156 895	242 203
Dépenses énergie (P1)	€TTC/an	137 935	85 024	79 334
	Ecart à l'état initial %	-	38%	42%
Dépenses maintenance (P2)	€TTC	-	1 570	1 640
Dépenses renouvellement (P3)	€TTC	-	2 175	3 481
INDICATEURS FINANCIERS		Etat initial	SC1	SC2
Dépenses énergie (P1)	€TTC sur 30 ans	8 183 441	5 044 337	4 706 749
	Evolution P1 4%/an			
Dépenses maintenance (P2) et renouvellement (P3)	€TTC sur 30 ans	25 096 326	15 469 573	14 434 284
	Evolution P1 10%/an			
Coût global actualisé y compris coûts travaux	€TTC sur 30 ans	-	158 705	217 004
	Evolution P1 4%/an			
Retour sur investissement actualisé	€TTC sur 30 ans	5 808 494	5 584 492	7 002 522
	Evolution P1 10%/an			
Années	Evolution P1 4%/an	-	28	>30
	Evolution P1 10%/an	-	18	23
INDICATEURS D'EFFICIENCE		Etat initial	SC1	SC2
Coût de l'énergie économisée	€HT travaux / kWh	-	10	10
Coût du carbone évité	€HT travaux / kgCO ₂	-	102	43

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



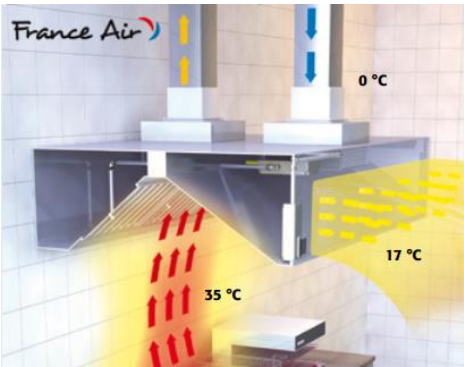
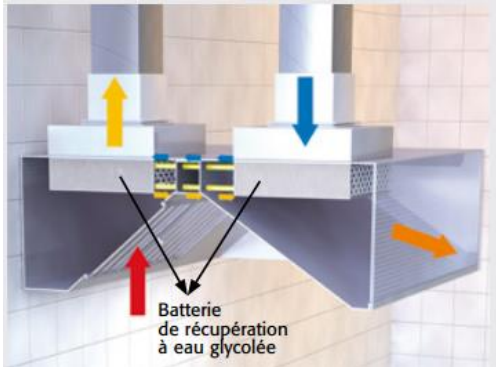
COÛT GLOBAL SUR 30 ANS, AVEC UN TAUX D'EVOLUTION DU COÛT DE L'ENERGIE EXTREME



10. ANNEXES

10.1. Fiches descriptives des interventions spécifiques au bâtiment B

10.1.1. Intervention spécifique : Mise en place de hottes d'extraction à récupération d'énergie

Mise en place de hottes à récupération d'énergie
<p><u>Problématique traitée et points de vigilance</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > A l'heure actuelle, la cuisine dispose de son propre caisson d'extraction relié aux hottes, ainsi que d'une centrale de soufflage de compensation avec batterie chaude. > La chaleur issue de la cuisine n'est pas valorisée. > La mise en place d'une Centrale de Traitement d'Air double-flux avec échangeur dans la cuisine n'est pas conseillée car l'air pollué pourrait encrasser l'échangeur et altérer son efficacité. <p><u>Mise en œuvre proposée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Dépose des caissons d'extraction et de soufflage ainsi que des hottes actuelles. > Mise en place de hottes à récupération d'énergie avec compensation intégrée tel que le modèle Actinys de France Air. > Création d'une ouverture en toiture pour l'évacuation et l'entrée d'air neuf. <p><u>Remarque</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Les données relatives au modèle cité sont disponibles ci-dessous ; https://www.france-air.com/wp-content/uploads/2022/09/fco_actinys_bat_3.pdf <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p><u>Chiffrage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Le chiffrage comprend les prestations suivantes : La fourniture des hottes à récupération d'énergie avec compensation intégrée (aux dimensions de celles actuelles).

10.1.2. Intervention 2 : Mise en place d'un mode de refroidissement à haute performance

Mise en place d'un mode de refroidissement durable à haute performance
<p><u>Problématique traitée et points de vigilance</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Les chambres froides sont équipées d'éléments de production et d'émission de froid leur permettant d'être refroidies à des températures de -18°C pour celles négatives et 4°C pour celles positives. > Le fluide frigorigène utilisé est le R404A. Ce gaz a un important PRG. Conformément à la réglementation F-Gaz, leur utilisation est encore possible jusqu'en 2025. Ces gaz seront ensuite interdits à la vente. > Le remplacement des groupes de condensation de froid de la partie restauration est donc nécessaire, les équipements actuels n'étant pas compatibles avec d'autres fluides frigorigènes. <p><u>Mise en œuvre proposée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Dépose des groupes de condensation et des évaporateurs actuels. > Mise en place de groupes de condensation à très faible PRG Danfoss Optyma. L'étude a été réalisée avec le modèle Optyma Plus – R455A en moyennes et basses températures, en prenant des puissances frigorifiques similaires à celles installées actuellement. > Mise en place d'évaporateurs à air cubique A2L de la marque Lu-Ve. > Rééquilibrage du circuit réfrigérant. <p><u>Remarques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Les données relatives à ces éléments sont disponibles ici : https://assets.danfoss.com/documents/latest/230261/AD376459081394fr-FR0106.pdf https://delclim.com/media/ae/03/49/1718443760/Instructions-d-installation-SF27HC.pdf > Le remplacement des deux éléments, évaporateur et condenseur, est essentiel afin d'assurer la compatibilité des deux systèmes et d'optimiser leur performance. > Les groupes de condensation devront être installés de sorte à permettre la mise en place de récupérateurs de chaleur. <div data-bbox="518 1283 1123 1576"> </div> <p><u>Chiffrage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> > Le chiffrage comprend les prestations suivantes : La fourniture des groupes de condensation et des évaporateurs de puissances équivalentes à celles actuellement installées.

10.1.3. Intervention 3 : Mise en place d'une récupération de chaleur sur machine thermodynamique

Mise en place de récupérateurs de chaleurs sur les groupes de condensation de froid

Problématique traitée et points de vigilance

- > Les condenseurs des groupes froids génèrent de la chaleur qui n'est actuellement pas valorisée.
- > La chaleur fatale de ces groupes froids pourrait être mise à profit pour la production d'eau chaude sanitaire du site.
- > Le mode de production d'ECS n'est pas optimisé.
- > Un tel système permettrait de diminuer les consommations d'énergie primaire et par conséquent, la facture énergétique globale du site.

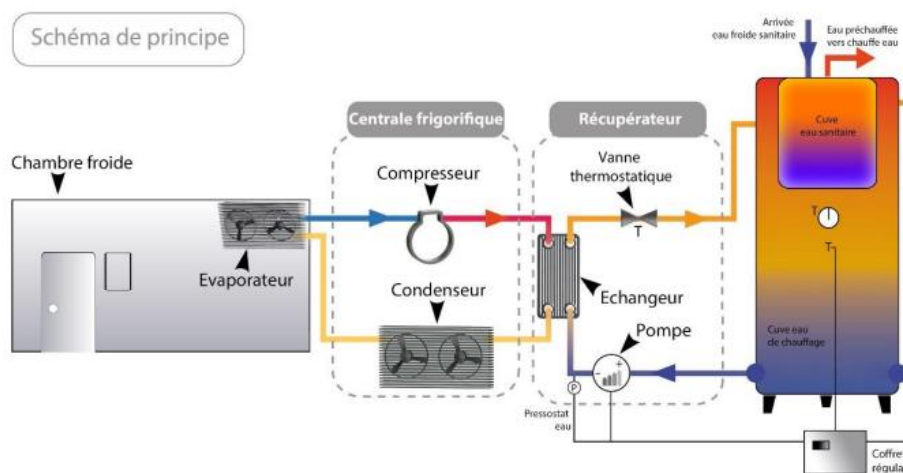
Mise en œuvre proposée

- > Vidange des groupes de condensation si ceux-ci sont non-neufs.
- > Mise en place d'échangeurs thermiques sur la ligne de refoulement des compresseurs des groupes de condensation des chambres froides.
- > Le modèle proposé est le module **Boostherm 5kW**.
- > Mise en place d'un ballon de stockage type **Ballon Mixte Boostherm 1500L**. Le ballon sera équipé d'une résistance électrique pour faire l'appoint en chaleur.
- > Raccordement du ballon à la distribution d'eau chaude existante.

Remarques

- > L'échangeur thermique ainsi que le ballon tampon devront être correctement calorifugés.
- > Une étude complémentaire pourra être réalisée afin d'estimer précisément les besoins ECS et les temps d'utilisation des chambres froides afin de mettre en place le système de récupération le plus adéquat.
- > Les données relatives à ces éléments sont disponibles ici :

<https://www.boostherm.com/wp-content/uploads/Fiche-technique-Modules-5-10-kW.pdf>
<https://www.boostherm.com/wp-content/uploads/Fiche-technique-Ballons-ECS-Boostherm-1.pdf>



Chiffrage

- > Le chiffrage comprend les prestations suivantes :
 La mise en place d'échangeurs thermiques, de ballons tampons à capacité équivalente et le raccordement à la distribution existante.

10.2. Détails des résultats de l'étude 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]	1 135 345	785590	537141
Consommation surfacique annuelle [kWh _{EP} .m ² _{SP} .an]	183	126	86
Ecart par rapport à l'état initial [%]	-	-31%	-53%

Commentaires

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

10.3. Méthodologie d'étude

10.3.1. Déroulé de la prestation

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

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

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

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

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

3. Proposition de travaux d'amélioration

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

4. Proposition de scénarios de travaux

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

10.3.2. Méthodologie de simulation énergétique

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

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

2 méthodes de modélisation énergétique coexistent :

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

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

Simulation Energétique Dynamique (SED)

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



PLEIADES

Simulation Energétique Statique (SES)

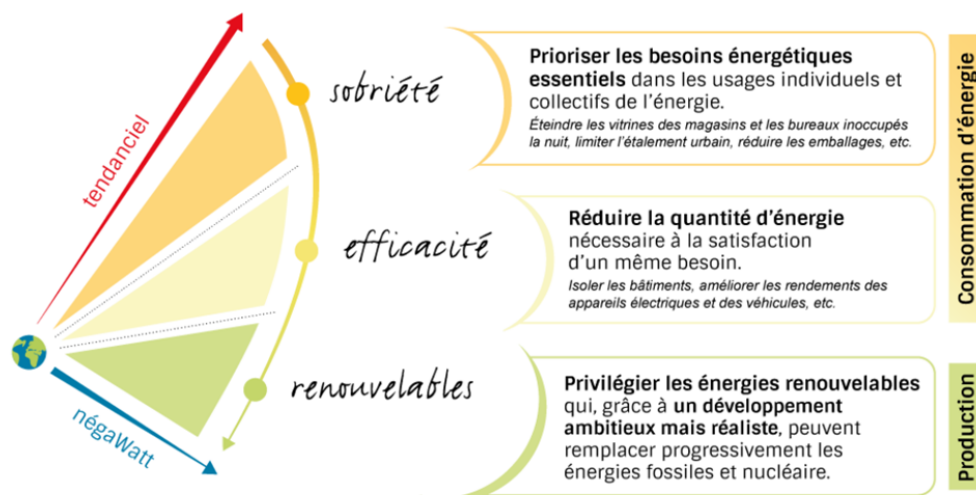
Contrairement à la modélisation SED, cette modélisation ne s'appuie pas sur un logiciel, mais sur un outil de calcul développé en interne conformément aux règles de l'art reconnues par le COSTIC. Aucune modélisation 3D n'est réalisée, les paramètres (enveloppe / systèmes / usages) sont rentrés à la main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

10.3.3. Stratégie d'économies d'énergie

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

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

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



©Association négaWatt - www.negawatt.org

10.3.4. Coefficients de conversion des énergies

Coefficients de conversion des vecteurs énergétiques

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

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

Coefficients de conversion émissions CO₂

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

Énergie	RT existant et cahier des charges audit Ademe ³	DT ⁴
	Conversion [kg _{CO2} /kWh _{EF,PCI}]	Conversion [kg _{CO2} /kWh _{EF,PCI}]
Gaz naturel-Tous	0,227	0,227
Gaz Propane	0,272	0,272
Fioul-Tous	0,324	0,324

³ Arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments ou parties de bâtiment autres que d'habitation existants proposés à la vente en France métropolitaine.

⁴ Arrêté du 13 avril 2022 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire.

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.

Énergie	RT existant et cahier des charges audit Ademe ⁵	DT ⁶
	Conversion [kWh _{EP} /kWh _{EF.PCI}]	Conversion [kWh _{EP} /kWh _{EF.PCI}]
Gaz naturel-Tous	1	1
Fioul-Tous	1	1
Bois-Tous	1	0,6
Electricité hors PV	2,3	2,3
Réseau urbain chaud-Tous	1	1
Réseau urbain froid-Tous	1	1
Electricité-PV	2,3 (hors autoconso)	2,3
Electricité-Eclairage	2,3	2,3

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

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

10.4. Aide à la compréhension de l'étude

10.4.1. Lexique

Généralités :

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

Energétique :

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

Surfaces :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Surface Hors Œuvre Brute	SHOB	m²SHOB	La surface hors œuvre brute (SHOB) des constructions est égale à la somme des surfaces de chaque niveau, des surfaces des toitures-terrasses, des balcons ou loggias et des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée, y compris l'épaisseur des murs et des cloisons. Sont compris les combles et sous-sols, aménageables ou non, les balcons, les loggias et toitures-terrasses. Ne sont pas compris les éléments ne constituant pas de surface de plancher. Cette surface est aujourd'hui remplacée par la surface de plancher dans les différentes réglementations
Surface Hors Œuvre Nette	SHON	m²SHON	La SHON est une mesure de superficie des planchers pour les projets de construction immobilière. La SHON est mesurée à partir de la SHOB en déduisant les surfaces des combles et sous-sol dont la hauteur est inférieure à 1,8, les surfaces des toitures-terrasses, balcons, locaux techniques en sous-sol ou combles, des caves, des parkings. Cette surface est aujourd'hui remplacée par la surface de plancher dans les différentes réglementations
Surface de Plancher	SDP	m²SDP	La Surface De Plancher, définie par l'ordonnance 2011-1539 du 16 novembre 2011, et la surface de référence dans le code de l'urbanisme et dans le dispositif décret tertiaire. Elle remplace les surfaces SHOB et SHON depuis 2011. Elle est définie comme la surface totale des planchers de chaque niveau clos et couvert dont la hauteur est >1,8m, calculée au nu intérieur des façades, après déduction, entre autres <ul style="list-style-type: none"> - des vides et des trémies afférentes aux escaliers et ascenseurs ; - des surfaces de stationnement et circulation des véhicules ; - des surfaces de plancher des combles non aménageables ; - des surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ; - des surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes à des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune.
Surface Thermique	SRT	m²SRT	Surface thermique à prendre en compte dans le cadre de la réglementation thermique. Elle est définie à l'annexe III de l'arrêté du 26 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 11 décembre 2014. Dans le cas d'un bâtiment tertiaire, cette surface est égale à la surface utile RT de ce bâtiment ou de cette partie de bâtiment, multipliée par un coefficient dépendant de l'usage.
Surface Utile Réglementation Thermique	SURT	m²SURT	Surface utile d'un bâtiment. Elle est définie comme la surface de plancher construite des locaux soumis à la réglementation thermique, après déduction des surfaces occupées par les murs, y compris l'isolation, les cloisons fixes prévues aux plans, les poteaux, les marches et cages d'escaliers.
Surface Utile Brute	SUB	m²SUB	La surface utile brute correspond à la surface horizontale située à l'intérieur des locaux, de laquelle sont déduits les éléments structuraux (poteaux, murs extérieurs, refends gaines techniques, circulations verticales...), les locaux techniques hors combles et sous-sols (chauffage, ventilation, poste EDF, commutateur téléphonique) à l'exclusion de ceux exclusivement réservés à l'usage d'un locataire (salles informatiques par exemple). C'est la surface de référence pour les baux immobiliers.
Surface Utile Nette	SUN	m²SUN	La Surface Utile Nette s'obtient en déduisant de la surface utile brute la quote-part pour les parties communes, les locaux techniques non partagés, les circulations horizontales (couloirs, paliers d'ascenseur et d'escalier, sas de sécurité) ainsi que les locaux sociaux et les sanitaires. Ce calcul permet d'établir la surface effectivement réservée aux espaces de travail : bureaux, ateliers, laboratoires, salles de réunion... C'est la surface de référence pour les aménagements des plateaux de bureaux
Surface Habitable	SHAB	m²SHAB	La surface Habitable est la surface de référence pour l'habitat. Elle correspond à la surface de plancher construite, après déduction des surfaces occupées par les murs, cloisons, marches et cages d'escaliers, gaines, embrasures de portes et de fenêtres [...] Il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R.111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.

Thermique du bâtiment :

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

Technique bâtiment :

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

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

Réglementation bâtiment énergie :

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

Exploitation maintenance :

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

10.4.2. Légende de notation

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

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

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

Référentiel de cotation de l'état de vétusté :

3 : Le matériel ou matériau est considéré comme neuf.

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

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

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

Référentiel de cotation de la performance thermique :

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

Référentiel de cotation de la performance des systèmes :

Eléments	3	2	1	0
	Très Performant	Performant	Energivore	Très Energivore
Production chaleur	Chaudière gaz à condensation	Chaudière gaz basse température	Chaudière gaz classique	Chaudière fioul
	Sous-station secondaire			Chaudière électrique
	Chaudière bois		Effet Joule direct	
	PAC Air/Eau, Air/Air ou Eau/Eau		Radiants gaz ou électriques	
	Réseau de chaleur Urbain ou Privé			
Régulation centrale	Loi d'eau + thermostat d'ambiance programmable par zone	Loi d'eau + thermostat d'ambiance programmable unique	Loi d'eau seule	Aquastat seul
	GTB		Thermostat d'ambiance programmable seul	Absence de régulation
Paramétrage régulation centrale	Optimisé	Optimisable		Non optimisé
Pompes	Pompe à débit variable	-	Pompe à débit constant	-
Distribution	Parfaitement isolé	Isolé avec quelques défauts	Isolation ponctuelle	Absence de calorifuge
Emission	Plancher chauffant	Radiants hydrauliques	Cassettes plafonniers	Aérothermes et radiants gaz
			Ventilo-convecteurs	
			Bouches de soufflage	
	Plafond chauffant	Radiateurs en fonte	Radiants ou panneaux rayonnants électriques	Convecteurs et aérothermes électriques
	Radiateur acier basse température	Radiateurs aciers	Aérothermes hydrauliques	Radiateurs à ailettes
Régulation terminale	Robinets thermostatiques récent	Robinets thermostatiques anciens	Robinets manuels	Absence de régulation
	Thermostat d'ambiance	Thermostats manuels	Thermostats intégrés Relance temporisée	
Eau Chaude Sanitaire (faible consommation)	Ballon électrique			Stockage surdimensionné
				Production centralisée
Eau Chaude Sanitaire (forte conso)	Eau Chaude solaire	Production centralisée	Production instantanée	Ballons électriques dispersés
	Semi-instantanée			
Eclairage	LED	Tubes fluorescents de type T5	Tubes fluorescents de type T8	Incandescent

Eléments	3	2	1	0
	Très Performant	Performant	Energivore	Très Energivore
		Lampes basse consommation	Spots dichroïques	Halogène
		Lampes fluocompactes		Sodium
Régulation Eclairage	Détection de présence	Interrupteur et minuterie	Interrupteur	Absence de régulation
		Interrupteur et détection de présence		
	Graduation automatique par salle ou par rangée	Horloge		
		Graduation manuelle par salle ou par rangée		
Equipement de ventilation	Double flux avec recyclage et récupération d'énergie	Double flux sans récupération d'énergie avec recyclage Double flux avec récupération d'énergie et sans recyclage	VMC simple flux CTA simple flux Double flux sans récupération d'énergie et sans recyclage	Ventilation naturelle
Régulation Ventilation	Programmation optimisée	Programmation optimisable	Programmation non optimisée	Pas de programmation
	Sondes CO2	Détection de présence		Absence de régulation
	Hygrométrie			Régulation manuelle
	Présence de variateurs >75%	Présence de variateurs < 75 %	Présence de variateurs < 25 %	Pas de variateur

10.5. Récapitulatif des réglementations

10.5.1. Réglementation thermique des bâtiments existants

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

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

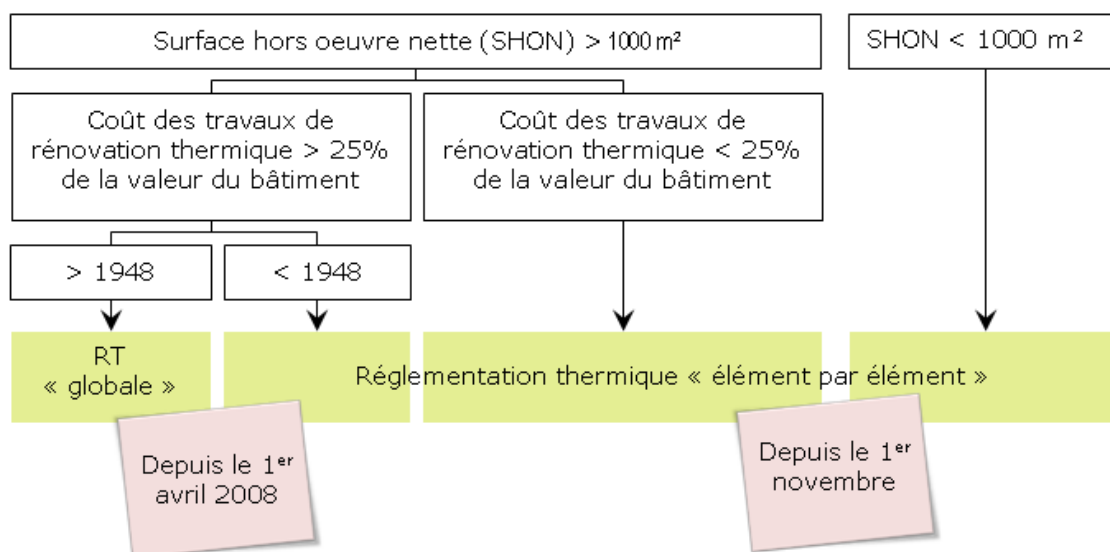
L'objectif général de cette réglementation est de fixer de prérequis et des garde-fous sur la performance énergétique d'un bâtiment lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend telle amélioration. L'objectif global étant d'apporter une amélioration significative de la performance des bâtiments.

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

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

Note : Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de 1 709 €/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} semestre 2024⁹).

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



10.5.2. Décret Tertiaire

Contexte législatif :

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

Périmètre d'assujettissement :

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

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

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

Précisions sur le dispositif :

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

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

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

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

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

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

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

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

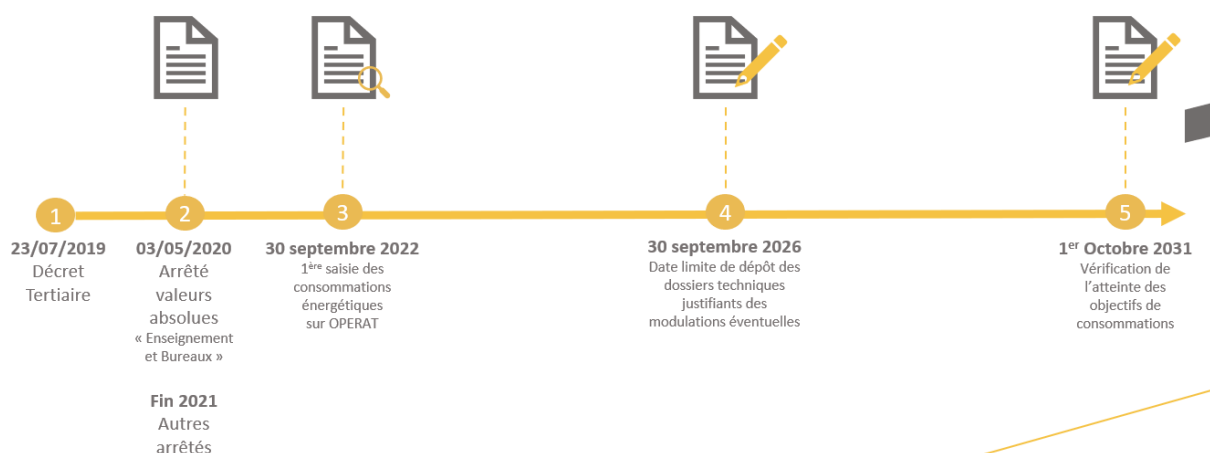
¹¹ Décret tertiaire : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251>

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

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

Echéances :

Calendrier des échéances réglementaires



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

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

10.5.3. Décret BACS

Contexte législatif

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

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

Périmètre du décret BACS

Sont concernés les bâtiments neufs et les bâtiments existants :

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

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

Précisions sur les systèmes d'automatisation à mettre en œuvre

Les systèmes d'automatisation et de contrôle doivent :

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

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

Échéances :

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

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

10.5.4. Règlementation F-GAZ

Contexte réglementaire:

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

Précisions et échéances:

La F-Gaz est à l'origine de l'interdiction des gaz fluorés CFC et des HCFC depuis 2015. Conformément à ses indications, il est encore possible d'utiliser les HFC jusqu'à environ 2030 (entre 2029 et 2032 selon les catégories et puissances d'équipement). Ces gaz seront interdits d'installation à cette date.

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

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

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

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

Le texte complet est disponible ici :

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

10.5.5. Traitement de l'air

Réglementation sur le renouvellement d'air :

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

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

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

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

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

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

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

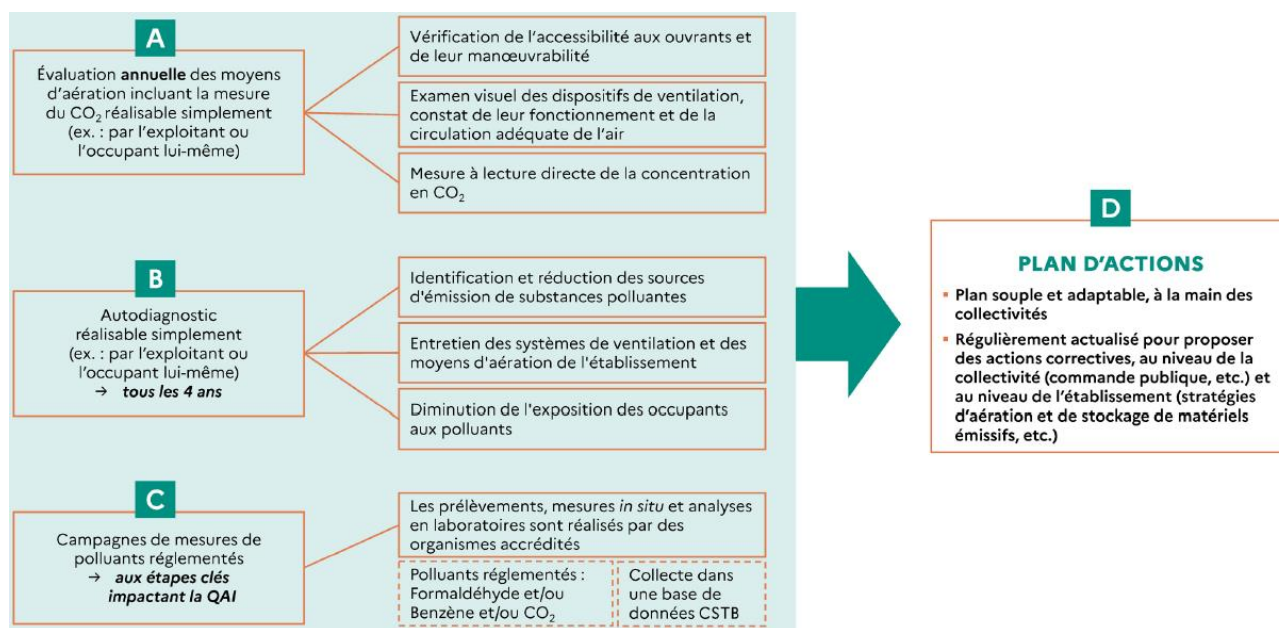
Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1er janvier 2023 sont ceux accueillant des enfants :

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

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

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

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



10.6. Limites de prestation

10.6.1. Niveau de détail de l'étude

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

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

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

10.6.2. Exhaustivité des informations

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

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

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

10.6.3. Chiffrage des préconisations

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

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

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

10.6.4. Chiffrage des subventions

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

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

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

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

10.6.5. Calcul en coût global

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

10.6.6. Evolutions réglementaires

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

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