

BATIMENT BOIS BELLEAU EST

Synthèse énergétique



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

Maîtrise d'ouvrage

Antoine LE LAY

Conducteur d'Opération - Sous-Direction
Investissements

SID Atlantique

BCRM de Brest – SID Atlantique

CC16 - 29240 Brest Cedex 9

@ : antoine.le-lay@intradef.gouv.fr

Tél : 02 98 22 97 36 - PNIA : 831 72 29 736

Assistant MOA

ALTEREA – Agence Lorient

14 rue du Sous-Marin Vénus

56100 Lorient

T 02 40 74 24 81

Kevin GOFF

Directeur Agence Lorient

T 02 40 74 24 81

P 07 79 67 61 62

@ : kgoff@alterea.fr

SUIVI DU DOCUMENT

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	18/03/2026	1 ^{er} version	ABAR	KGOF	KGOF

SOMMAIRE

1. SYNTHÈSE	4
2. ÉLÉMENTS METHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS	5
2.1. Conditions de réalisation de la visite et des relevés techniques du site.....	5
2.2. Documents mis à disposition	5
2.3. Paramètres d'étude	6
2.4. Hypothèses posées dans le cadre de l'étude.....	6
3. PRÉSENTATION DU SITE	7
3.1. Plan du site et périmètre de l'audit énergétique	7
3.2. Informations détaillées d'occupation du site.....	8
3.3. Historique des travaux du site.....	8
4. ANALYSE ÉNERGETIQUE ET CARBONE	9
4.1. Usages énergétiques du site.....	9
4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage.....	10
4.2.1. Electricité	10
4.2.2. Énergie thermique Fioul.....	11
4.3. Analyse des consommations de chauffage.....	12
5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES	14
5.1. Enveloppe du bâti	15
5.2. Systèmes énergétiques	16
5.2.1. Décret BACS.....	16
5.2.2. Schéma de principe de la chaufferie	18
5.2.3. Chauffage	19
5.2.4. Ventilation	22
5.2.5. Eau Chaude Sanitaire.....	23
5.2.6. Éclairage	23
5.2.7. Autres usages.....	25
5.3. Synthèse état des lieux techniques.....	25
6. MODELISATION ÉNERGETIQUE DU SITE	26
6.1. Analyse des déperditions thermiques	26
6.2. Analyse des consommations énergétiques simulées	28
7. INTERVENTIONS ÉNERGETIQUES ISSUES DU PROGRAMME DE TRAVAUX	29
7.1. Description du programme et gains associées.....	29
7.2. Détails des interventions.....	32

8. INTERVENTIONS OPTIONNELLES	36
8.1. Résultat du calcul réglementaire.....	38
8.1.1. Bilan du calcul réglementaire Th-C-E ex.....	38
8.1.2. Respect du niveau BBC :.....	38
8.2. Etudes complémentaires	39
8.3. Objectifs environnementaux du programme.....	40
9. METHODOLOGIE D'ETUDE.....	41
9.1. Déroulé de la prestation.....	41
9.2. Méthodologie de simulation énergétique.....	41
9.3. Stratégie d'économies d'énergie.....	42
9.4. Coefficients de conversion des énergies.....	43
9.5. Aide à la compréhension de l'étude	46
9.5.1. Lexique	46
9.5.2. Légende de notation	52
9.6. Récapitulatif des réglementations	55
9.6.1. Réglementation thermique des bâtiments existants.....	55
9.6.2. Décret Tertiaire	56
9.6.3. Décret BACS.....	58
9.6.4. Réglementation F-GAZ.....	59
9.6.5. Traitement de l'air	61
9.7. Limites de prestation.....	63
9.7.1. Niveau de détail de l'étude	63
9.7.2. Exhaustivité des informations.....	63
9.7.3. Chiffrage des préconisations	63
9.7.4. Chiffrage des subventions	63
9.7.5. Calcul en coût global	64
9.7.6. Evolutions réglementaires	64

1. SYNTHÈSE

IDENTITE DU SITE	
Nom du site :	Bois Belleau Est
Adresse :	Base aéronautique navale de Lanvéoc-Poulmic
Année de construction :	1940
Année de rénovation :	1987
Nombre de bâtiments :	1
Nombre de niveaux :	4 + 1 sous-sol
Surface de plancher (SDP) :	2 055 m ² _{SDP}
Usage du site :	Hébergements, Bureaux
Effectifs du site :	30 personnes
Horaires d'ouverture :	Hébergement : 24/24, 7J/7 Bureaux : du lundi au vendredi entre 8h00 et 17h00

CONCLUSION
Le bâtiment de Bois Belleau est un bâtiment construit en 1940 sur la base aéronautique navale de Lanvéoc-Poulmic. Celui-ci est divisé en deux parties : - Bois Belleau Est : zone du périmètre de la présente étude. Une rénovation globale a eu lieu en 1987. Le site est principalement utilisé pour de l'hébergement mais des bureaux sont également présents au RDC. - Bois Belleau Ouest : zone HORS périmètre de la présente étude. Le bâtiment a subi une réfection complète de l'enveloppe et des systèmes en 2019. Le bâtiment est aussi utilisé pour de l'hébergement. La chaufferie est partagée pour les deux bâtiments.

2. ELEMENTS METHODOLOGIQUES ET CONTEXTUELS

2.1. Conditions de réalisation de la visite et des relevés techniques du site

Visite technique du site	
Date de la visite :	16/02/2026
Auditeur ALTEREA :	Alexis BABROTIN
Conditions climatiques :	Text. = 10°C, Ensoleillé
Chauffage en fonctionnement lors de l'intervention :	Oui
Difficultés et anomalies rencontrées lors de la visite :	Accès impossible aux toitures

2.2. Documents mis à disposition

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

Documents mis à disposition		
Plans et surfaces	Plans (masse, niveaux, coupes, évacuation, ...)	X
	Tableau de surface	X
Consommations et dépenses d'énergie	Factures d'énergie détaillées mensuelles – période 2022-2024	
	Consommations annuelles - période 2015-2024	
	Relevés de sous-comptage thermique en chaufferie	X
Exploitation / Maintenance	Contrats d'exploitation maintenance et annexes	
	Récapitulatif des dépenses annuelles P2 / P3	
	Fiche chaufferie	
Divers documents	Horaires d'ouvertures du site	X
	Données OPERAT	
	Programme de travaux de la réhabilitation prévue	X
	Etudes techniques et énergétiques antérieures : Pré-diagnostic, DPE, calculs thermiques	X

2.3. 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	Brest	Costic
Outil de simulation utilisé	Outil de simulation thermique dynamique	Pleiades
Prix unitaire de valorisation des CEE	8,48 €/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	Fioul : 110,8 €/MWh Granulés : 82,3 €/MWh Electricité : 264,9 €/MWh	Fioul et électricité : Issu des Statistique publique de l'énergie, des transports et du logement et de l'environnement réactivement sur le mois de décembre 2025 et juin 2025 Granulé : prix du dernier trimestre de 2025 issus du centre d'étude de l'économie du bois
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

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
Isolation des toitures terrasses	5 cm de PSE	Basée selon période de rénovation
Isolation des murs	4 cm de PSE	Basée selon période de rénovation

L'isolation des murs est à confirmer par un sondage destructif. Il a été constaté visuellement au dernier niveau, mais pas à chaque niveau.

3.2. Informations détaillées d'occupation du site

Catégorie	Effectifs	Commentaires
Hébergements	30 personnes	Peuvent être absents sur la journée selon missions.
Bureaux	4 personnes	-

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Hébergements	0h00 24h00	0h00 24h00	0h00 24h00	0h00 24h00	0h00 24h00	0h00 24h00	0h00 24h00

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Bureaux	07h00 18h00	07h00 18h00	07h00 18h00	07h00 18h00	07h00 18h00	- -	- -

3.3. Historique des travaux du site

Aucun historique de travaux n'a été fourni par la maîtrise d'ouvrage.

Depuis 2022, le R+3 a été condamné car les chambres sont trop dégradées. Les 10 chambres du R+3 ne sont plus occupées depuis cette fermeture.

4. ANALYSE ENERGETIQUE ET CARBONE

4.1. Usages énergétiques du site

Bois Belleau Est :

Usage	Fioul	Electricité
Chauffage	X	
ECS		X
Auxiliaires		X
Eclairage		X
Usages spécifiques		X

Bois Belleau Ouest (**HORS** périmètre) :

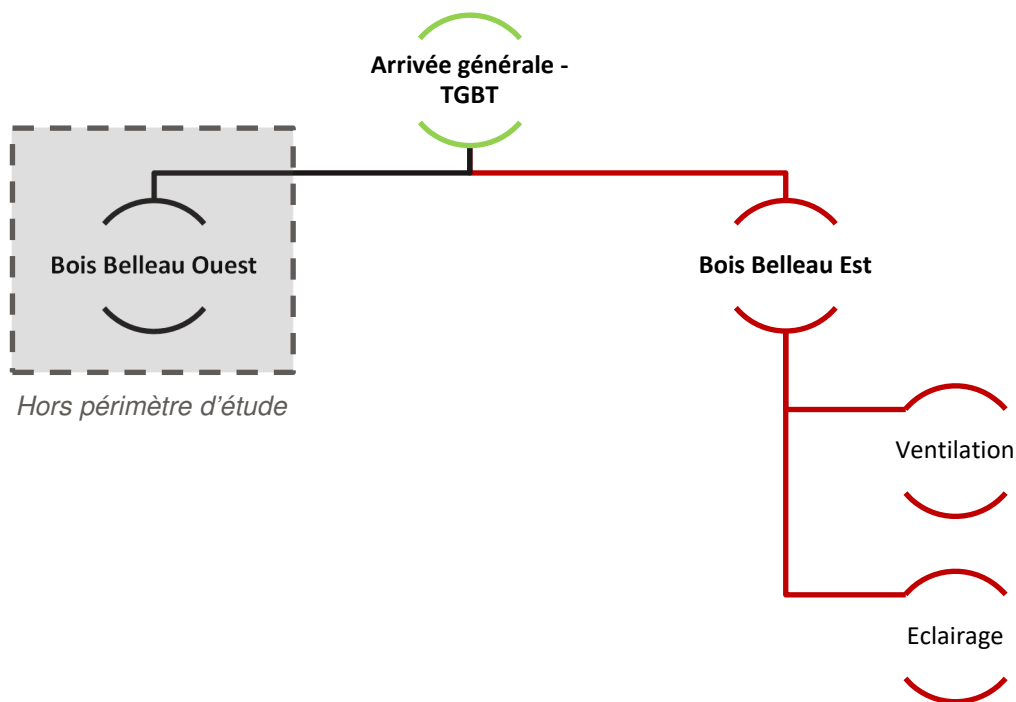
Usage	Fioul	Electricité
Chauffage	X	
ECS	X	
Auxiliaires		X
Eclairage		X
Usages spécifiques		X

4.2. Analyse contractuelle et plan de comptage

Ce chapitre présente, pour chaque vecteur énergétique les 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

Architecture et Plan de comptage



Légende :



Compteur concessionnaire existant



Sous-compteurs existants



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

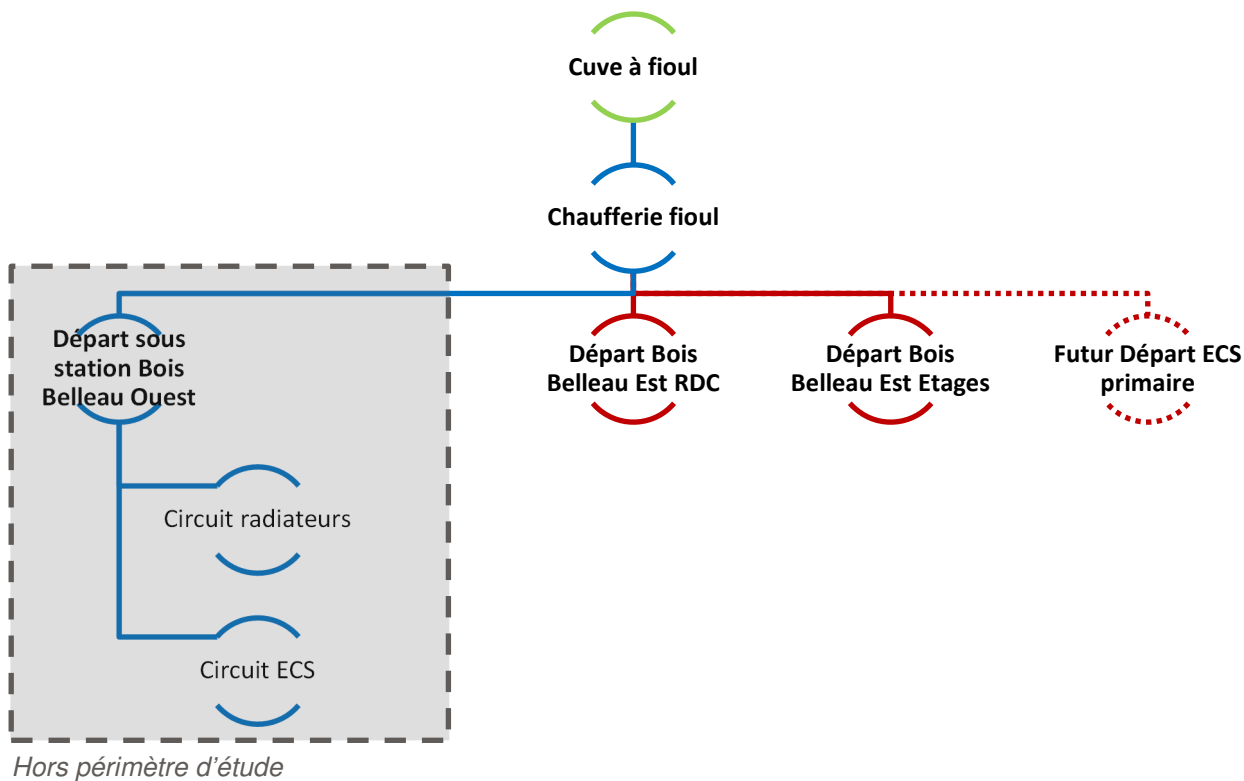
Éléments d'explication et d'analyse

Le site dispose d'un seul compteur général qui dessert l'ensemble du bâtiment Bois Belleau. Le bâtiment Bois Belleau Est n'est aujourd'hui pas sous-compté. Il est hors périmètre du programme de travaux et les engagements de performance énergétique n'ont pas pour vocation de prendre en compte les consommations électriques. Néanmoins, pour un meilleur suivi des consommations il serait intéressant de sous-compter les consommations électriques des deux ailes du bâtiment Bois Belleau.

4.2.2.Énergie thermique Fioul

Le site global possède une cuve fioul desservant la chaufferie globale du bâtiment Bois Belleau

Architecture et Plan de comptage



Légende :



Compteur concessionnaire existant



Sous-compteurs existants



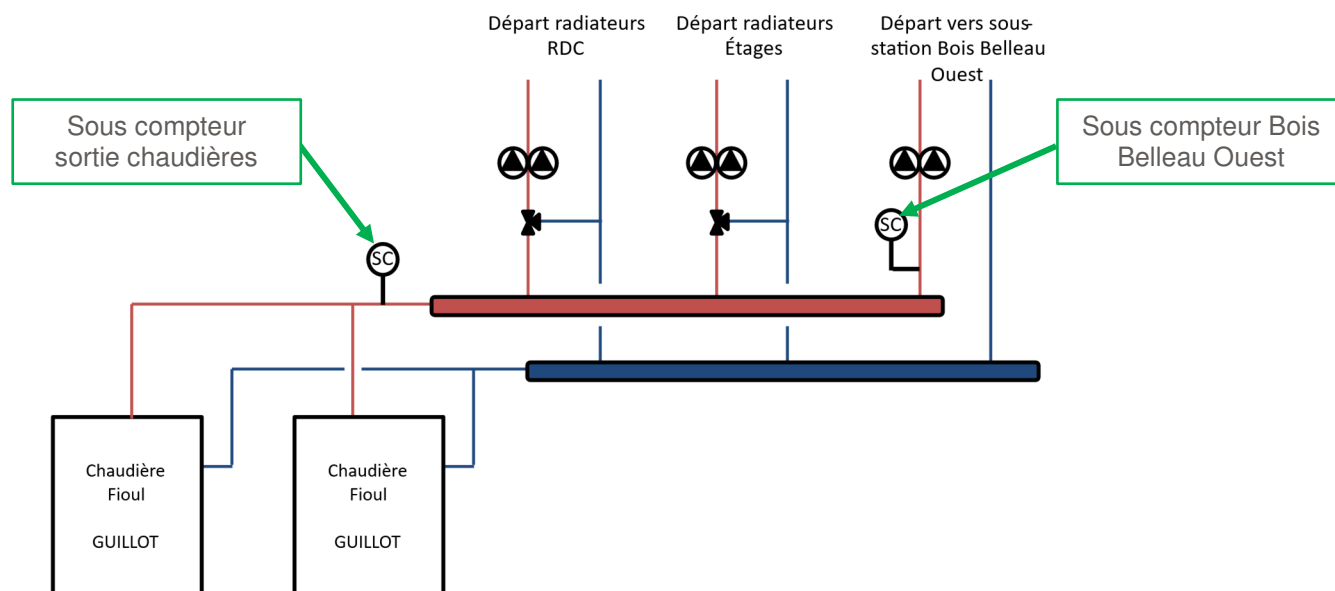
Sous-compteur à poser en vue d'une maîtrise complète des consommations d'électricité du site

Éléments d'explication et d'analyse

La chaufferie fioul dessert l'ensemble du bâtiment Bois Belleau, c'est-à-dire Bois Belleau Est (la présente étude) et Bois Belleau Ouest (Hors périmètre). Lors de la rénovation de Bois Belleau Ouest, des sous-compteurs ont été mis en place pour le suivi de consommations par bâtiment. Il est à noter que les consommations d'ECS de Bois Belleau Ouest est bien fait par la chaufferie globale (donc est fioul) tandis que l'ECS Bois Belleau Est est réalisée indépendamment par des ballons électriques.

4.3. Analyse des consommations de chauffage

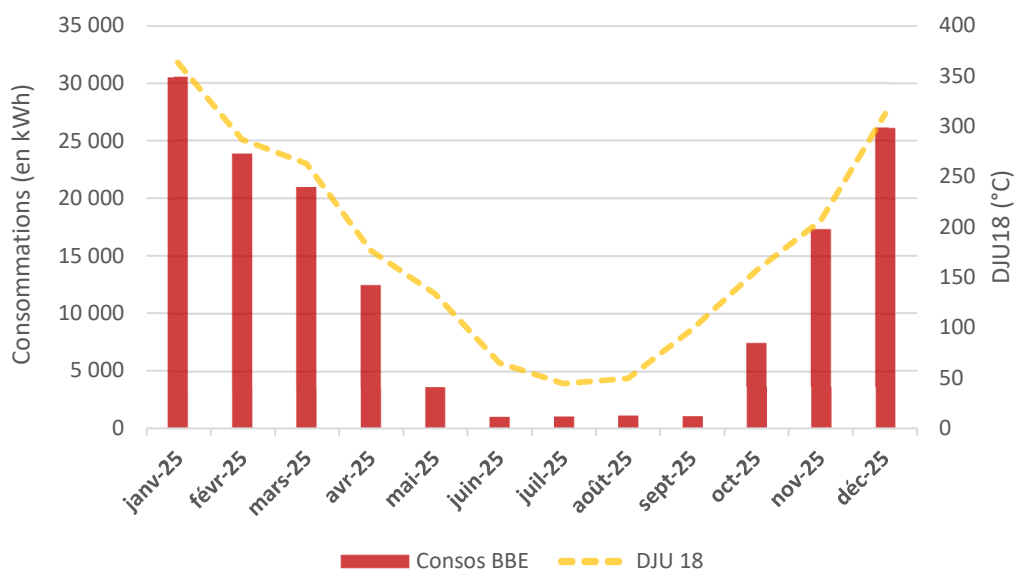
Les consommations d'énergie historiques du site sont présentées dans ce chapitre, sur la base des données de sous-comptage transmises par la MOA. En effet, les sous-compteurs en chaufferie permettent de différencier les consommations de Bois Belleau Est de Bois Belleau Ouest. Il est important de constater la position des sous-compteurs, représentés sur le schéma suivant de la chaufferie actuelle :



Au vu du comptage, il est donc possible d'estimer les consommations du bâtiment Bois Belleau Est en soustrayant les consommations de Bois Belleau Ouest aux consommations sorties de chaudières. Il est à noter que ces consommations prennent également en compte les pertes par réseaux en chaufferie, notamment en période estivale où les chaudières restent allumées pour l'ECS du bâtiment Bois Belleau Ouest. Le tableau ci-dessous présente les consommations de sous-comptage sur l'année 2025.

	Consos TOTAL	Consos BBO	Consos BBE
janv-25	47 120	16 630	30 490
févr-25	36 850	13 010	23 840
mars-25	33 570	12 620	20 950
avr-25	20 100	7 640	12 460
mai-25	8 900	5 290	3 610
juin-25	5 480	4 470	1 010
juil-25	5 590	4 550	1 040
août-25	5 820	4 700	1 120
sept-25	6 020	4 940	1 080
oct-25	13 480	6 020	7 460
nov-25	29 690	12 380	17 310
déc-25	41 790	15 690	26 100
Consos année 2025	254 410	107 940	146 470

Consommations du sous-comptage Bois Belleau Est



Les pertes par réseaux en chaufferie sont constatables en période estivale, avec des consommations relevées hors période de chauffe.

Les consommations de chauffage sont dépendantes des températures extérieures, comme le montre le graphique, avec des consommations étroitement liées aux DJU (degrés jours unifiés attestant de la rigueur climatique)

5. DESCRIPTION TECHNIQUE DU BATI ET DES SYSTEMES

Ce chapitre présente la description technique des différents éléments bâtis et des systèmes présents au sein du site. L'objet de ce descriptif n'est pas de dresser un listing parfaitement exhaustif de l'ensemble des parois et équipements consommateurs (notamment les systèmes d'éclairage, les prises de courant ...), mais de fournir une vision globale et synthétique des éléments techniques qui influent sur les consommations énergétiques, en caractérisant leur état et leur performance, et de poser une analyse sur les points forts et les axes d'amélioration.

Les échelles de notation de la performance et de la vétusté sont présentées dans la grille ci-dessous. Une annexe au présent document détaille les notations adaptées à chaque item (10.4.2 Légende de notation).

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

Référentiel de cotation de l'état de vétusté :

3 : Le matériel ou matériau est considéré comme neuf.

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

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

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

La vétusté et la performance sont évaluées en fonction des informations connues à date de réalisation de l'étude, notamment les documents techniques transmis et les constatations visuelles réalisées lors de l'intervention sur site. Aucun sondage destructif ou test / mesure n'a été réalisé dans le cadre de cette étude. Ainsi, en l'absence d'informations détaillées, des hypothèses ont pu être prises afin d'estimer les performances des matériaux et des équipements. Ces hypothèses sont synthétisées au paragraphe 2.4 *Hypothèses posées dans le cadre de l'étude*.

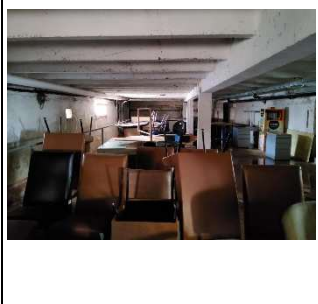
5.1. Enveloppe du bâti

PAROI OPAQUE					
Mur sur extérieur		Surface	U	P	V
-	Type :	Pierre	847 m²	0,65	1
	Epaisseur :	55 cm			
	Année :	1987			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Polystyrène expansé			
	Epaisseur d'isolation :	4 cm¹			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			
	Localisation :				

Menuiserie						
Fenêtre sur extérieur		Surface	Uw	P	V	
-	Matériau et vitrage : Bois / Simple vitrage		332 m²	4.70	0	0
	Etanchéité : Mauvaise					
	Occultation : Rideau intérieur					
	Position : Nu intérieur					
	Pathologies : Présence de défauts d'étanchéité à l'air généralisés au niveau du cadre					
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) : 1.9					
Localisation :		Ensemble du bâtiment				

¹ L'isolation a été constatée dans une des chambres du R+3 sur un mur vétuste avec un trou dans le doublage. L'isolation est considérée la même sur l'ensemble des murs.

PLANCHER HAUT					
Toiture-terrasse		Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	484 m²	0,77	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Polystyrène expansé			
	Epaisseur d'isolation :	4 cm			
	Etanchéité :	Bitumineuse			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5			
	Localisation :				

PLANCHER BAS					
Plancher bas sur local non chauffé		Surface	U	P	V
	Type :	Poutrelle hourdis en brique	497 m²	1,92	0
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Année :	1940			
	Position :	Local de stockage, Local technique			
	Ventilation du local non chauffé :	Local peu ventilé			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3			

Eléments d'explication et d'analyse
L'ensemble des caractéristiques du bâtiment est issu des relevés sur site ou des DOE. La performance thermique de l'enveloppe du bâtiment est faible. Les murs du bâtiment possèdent une faible isolation. Les menuiseries du bâtiment sont très déperditives et possèdent des problématiques d'étanchéité à l'air. Les planchers bas donnent sur un sous-sol non isolé. Les toitures sont anciennes et supposées très peu isolées. Une reprise globale de l'enveloppe du bâtiment permettrait de réduire drastiquement les déperditions du bâtiment ainsi que les consommations de chauffage associées. Le confort des occupants sera également amélioré.

5.2. Systèmes énergétiques

5.2.1. Décret BACS

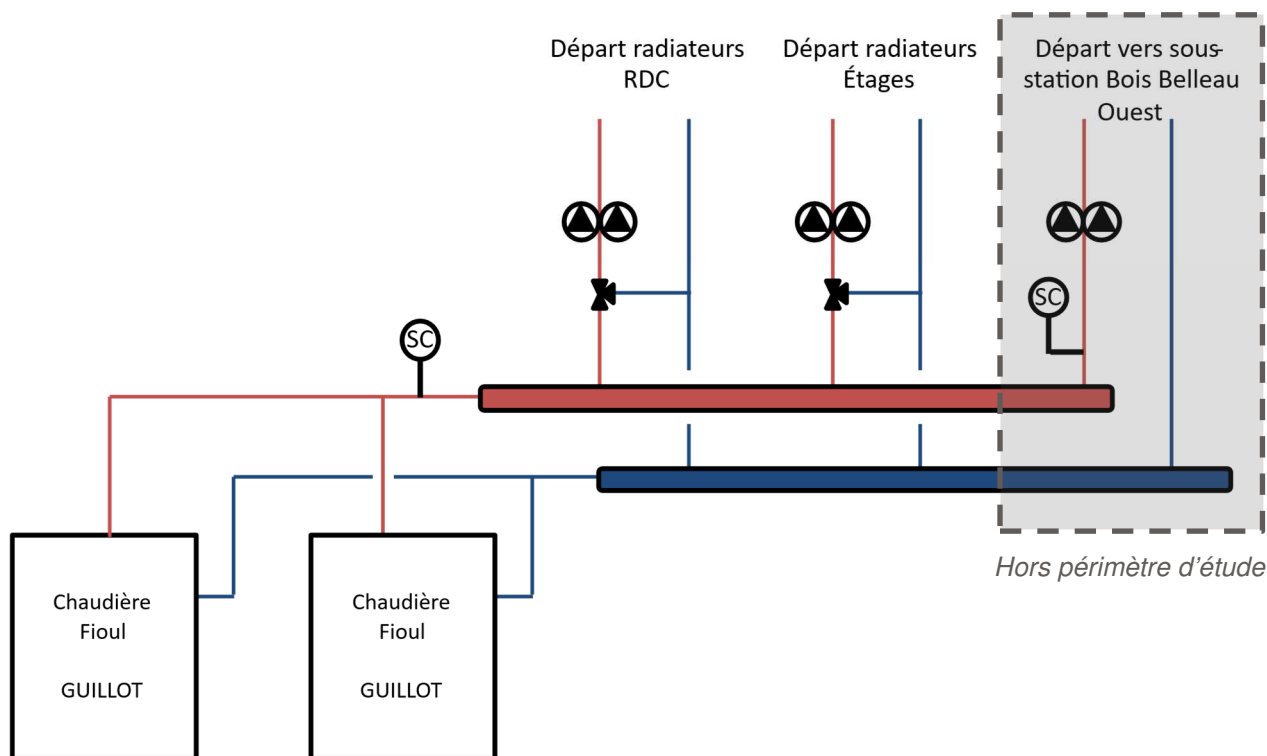
Le décret BACS, dispositif réglementaire présenté en annexe du document, impose l'installation d'un système d'automatisation et de contrôle (GTC) pour les bâtiments existants respectant les conditions suivantes :

- 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 ?	Non car l'usage très majoritaire du bâtiment est l'hébergement et que les consommations associées au non-hébergement ne sont pas représentatives.

5.2.2. Schéma de principe de la chaufferie



Le schéma est simplifié afin de comprendre au mieux les zones desservies et régulées.

La chaufferie actuelle ne présente pas de parois coupe-feu. De plus, des réseaux externes à la chaufferie non coupe-feu sont aussi présents.

5.2.3. Chauffage

PRODUCTION DE CHALEUR			
Chaudière		P	V
	Ensemble du bâtiment (dont chauffage et ECS Bois Belleau ouest hors périmètre)	1	1
	Locaux desservis :		
	Energie :		
	Classement ICPE :		
	Rendement :		
	Technologie :		
	Fonction :		
	Cascade :		
	Mode d'évacuation :		
	Position :		
	Marque :		
	Nombre :		
	Brûleur intégré :		
Localisation : Chaufferie			

AUXILIAIRE DE CHAUFFAGE			
Pompe chauffage		P	V
	Technologie :	3	2
	Type :		
	Fonction :		
	Nom du départ :		
	Nombre :		
	Localisation : Chaufferie		

DISTRIBUTION DE CHALEUR			
Réseaux de chauffage		P	V
	Nature :	2	1
	Technologie :		
	Mise en œuvre de l'isolation :		
	Epaisseur :		
	Localisation :		
	Longueur :		

EMISSION DE CHALEUR			
Radiateur		P	V

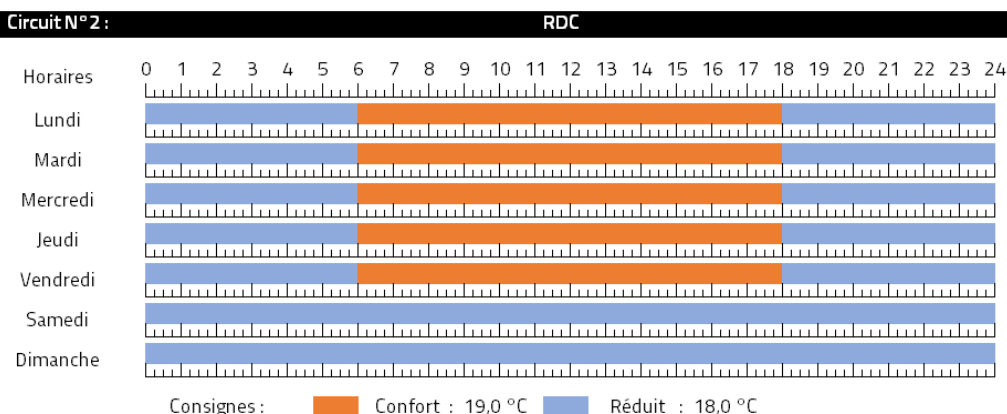
EMISSION DE CHALEUR			
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	
	Température :	Haute	
	Pathologies :	Présence de corrosion sur l'équipement	
Localisation :		Ensemble du bâtiment	
		3	0

REGULATION TERMINALE CHAUFFAGE			
Robinet manuel		P	V
	Technologie :	Robinet manuel	
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Localisation :	Ensemble du bâtiment	
		1	1

REGULATION CENTRALE CHAUFFAGE			
Régulation centrale		P	V
	Technologie :	Loi d'eau avec horloge	
	Programmation :	Hebdomadaire	
		2	1

Planning horaire																									
Circuit N°1 :													Etages												
Horaires	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Lundi																									
Mardi																									
Mercredi																									
Jeudi																									
Vendredi																									
Samedi																									
Dimanche																									
Consignes : ■ Confort : 19,0 °C ■ Réduit : 18,0 °C																									

Planning horaire



Commentaires

La production de chauffage actuelle est vieillissante et peu performante. Les rendements de chaudières sont faibles et le fioul est également très émetteur en CO2.

La production est logiquement distribuée via les différents départs séparant les usages/occupations distinctes. L'isolation est néanmoins à revoir à certains endroits. Des sous-compteurs calorifiques sont présents en sortie de chaudières ainsi que sur le départ vers la sous-station Bois Belleau Ouest. Ceci permet de différencier la consommation par bâtiment.

Les émetteurs de chaleur sont performants, permettant une diffusion lente de la chaleur et une bonne inertie de chauffage. Ils restent néanmoins vétustes. La régulation terminale en robinet manuel ne permet pas une régulation au plus proche des besoins pour réduire les consommations de chauffage.

La régulation centrale prévoit un réduit de température cohérent à l'usage.

5.2.4. Ventilation

EQUIPEMENT DE VENTILATION			
Caisson de ventilation simple flux		P	V
-	Technologie :	1	1
	Type :		
	Type de conduit :		
	Débit d'air :		
	Pathologies :		
	Locaux desservis :		
	Nombre :		
Localisation : Toiture terrasse			
Extracteurs mural		P	V
-	Technologie :	1	1
	Type :		
	Type de conduit :		
	Débit d'air :		
	Pathologies :		
	Locaux desservis :		
	Nombre :		
Localisation : Sur menuiseries de la salle de détente			

REGULATION CENTRALE VENTILATION			
Interrupteur manuel		P	V
	Technologie :	1	2
	Localisation :	Ventilation salle de détente	
Fonctionnement permanent		P	V
	Technologie :	2	2
	Localisation :	2 caissons VMC	

Commentaires
L'ensemble du bâtiment est équipé de ventilation mécanique. Le système permet d'extraire l'air vicié du bâtiment permettant un renouvellement d'air dans le bâtiment. Des entrées d'air sont présentes sur les menuiseries. L'un des deux caissons était à l'arrêt lors de la visite mais seulement depuis quelques jours.

5.2.5. Eau Chaude Sanitaire

PRODUCTION ECS			
Préparateurs ECS électriques		P	V
	Année :	2015	
	Nombre :	2	
	Energie :	Electricité	
	Puissance électrique unitaire :	10 kW	
	Volume :	2 x 516 L = 1 032 L	
	Locaux desservis :	Vestiaires	
Localisation :		Chaufferie	

AUXILIAIRES ECS			
Pompe bouclage ECS		P	V
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Puissance électrique totale :	46 W	
	Nombre :	1	
	Localisation :	Chaufferie	

DISTRIBUTION ECS			
Réseaux d'ECS		P	V
	Nature :	Acier noir	
	Technologie :	Présence de calorifuge avec quelques défauts	
	Mise en œuvre de l'isolation :	Laine de verre revêtue d'une coque aluminium, Isolant en caoutchouc synthétique	
	Epaisseur :	3 cm	
	Localisation :	En locaux technique	
	Longueur :	25 ml	
Localisation :		Chaufferie	

Commentaires	
Les besoins en ECS du bâtiment sont faibles importants, du fait de l'usage hébergement. Les ballons actuels représentent 1000L de stockage au total. Aucune plainte des occupants n'est remontée concernant une trop faible capacité de stockage. La production d'ECS est indépendante de la production de chauffage. Elle est réalisée par des anodes électriques, ce système est consommateur en énergie. Lors de la visite en chaufferie, la température de stockage dans le ballon était de 45°C et la température de retour du bouclage ECS était de 35°C. Ces températures permettent le développement de la légionelle. La régulation du système actuelle nécessite une reprise permettant d'éviter la propagation de la légionelle dans les réseaux (température de retour bouclage >50°C).	

5.2.6. Eclairage

SOURCE D'ECLAIRAGE			
Tube fluorescent T8		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T8	1
	Localisation :	Circulations et sanitaires	
LED		P	V
	Technologie :	Luminaire LED	3
	Localisation :	Salle de détente et bureaux	2
Lampe fluocompacte		P	V
	Technologie :	Lampe fluocompacte	2
	Localisation :	Chambres	1

PILOTAGE TERMINAL ECLAIRAGE			
Interrupteur avec minuterie		P	V
	Technologie :	Interrupteur avec minuterie	2
	Localisation :	Circulations	1
Interrupteur manuel		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	1
	Localisation :	Bureaux, chambres, sanitaires	1

Commentaires
La majorité des locaux sont équipés de tubes fluorescents T8 et d'ampoules fluocompactes. Ces luminaires sont d'anciennes génération et sont énergivores. La zone bureau et salle détente ont été équipés de luminaires LED performants.

5.2.7. Autres usages

AUTRES USAGES			
Equipements de bureautique		P	V
	Type :	Serveur informatique, Baie de brassage, PC portable, Télévision, Imprimante, Photocopieur, Vidéoprojecteur	2
	Extinction hors utilisation :	Fréquente	
	Durée de fonctionnement :	Permanente	
			2

Commentaires
Le bâtiment possède des consommations appelées « autres usages », elles concernent les consommations engendrées par les usages courants nécessaires à la vie sur site. Ces consommations sont difficilement compressibles si ce n'est le remplacement du matériel par un appareil moins consommateur.

5.3. Synthèse état des lieux techniques

Synthèse
La performance thermique globale de l'enveloppe du site est mauvaise. Aucune réfection globale de l'enveloppe n'a eu lieu sur les trois bâtiments. Les besoins en chauffage sont donc importants et pourraient être réduits Tous les locaux sont ventilés mécaniquement permettant de satisfaire un renouvellement d'air hygiénique pour les occupants. La production de chauffage actuelle est peu préformante et vétuste. Les émetteurs sont performants mais la mise en place de robinets thermostatiques réduirait les consommations de chauffage. La production d'ECS est adaptée à l'usage mais est très consommatrice. L'optimisation de l'éclairage du site réduirait globalement les consommations d'électricité.

6. MODELISATION ENERGETIQUE DU SITE

Ce chapitre présente les résultats de la modélisation thermique et énergétique réalisée dans le cadre de cette étude. Cette modélisation a été réalisée via le logiciel de simulation thermique dynamique Pléiades. La méthodologie est présentée en annexe du présent document.

Les objectifs de ce calcul sont les suivants :

- Construire un modèle énergétique rapproché du réel pour estimer la répartition des flux thermiques (déperditions et transferts de chaleur) et des flux énergétiques (décomposition des consommations) par poste
- Utiliser ce modèle pour estimer les gains énergétiques et économiques envisageables liés aux préconisations d'amélioration (comportement / régulation et travaux)

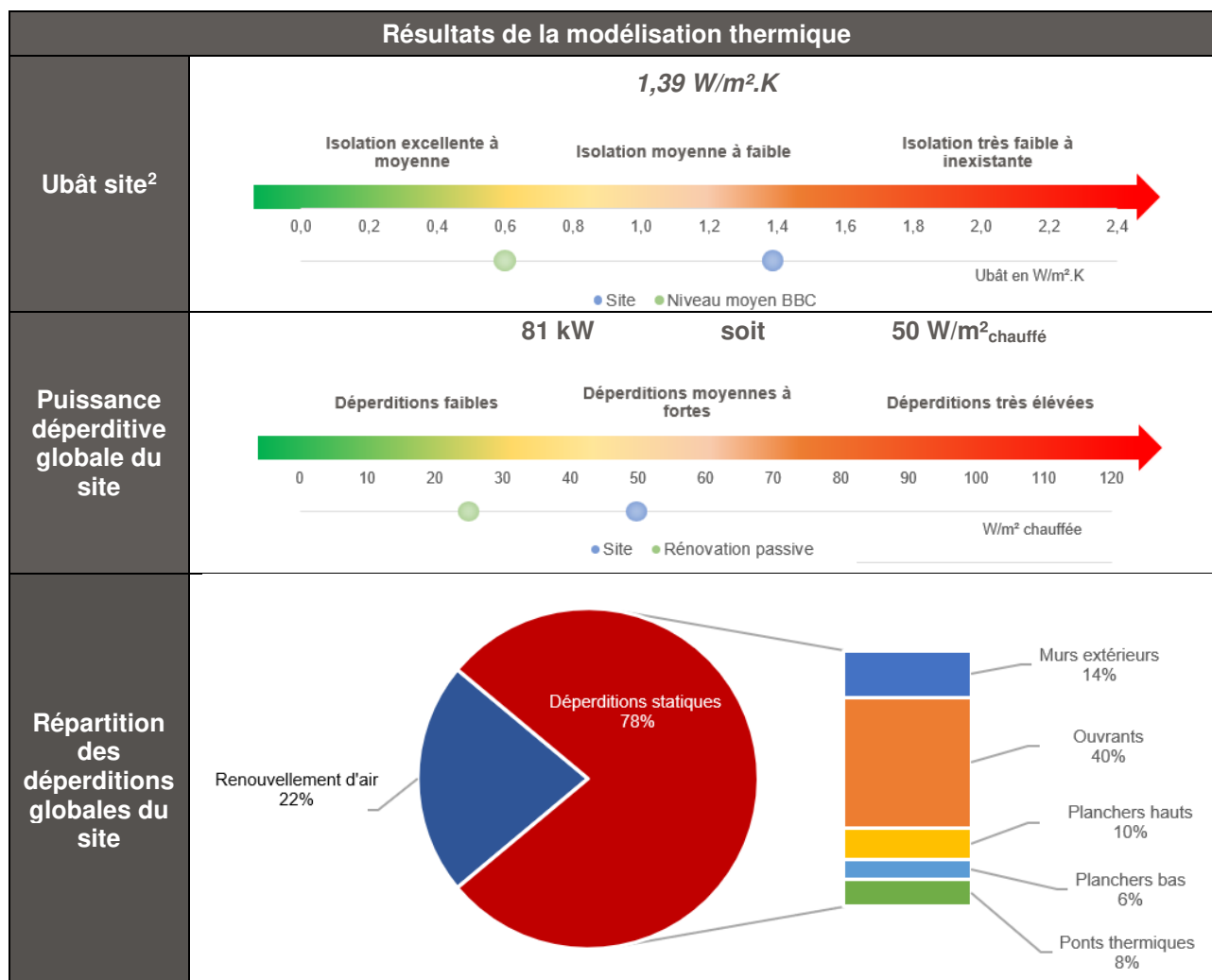
Cette modélisation intègre les caractéristiques techniques (bâti et système) collectées et relevées lors de la visite du site ainsi que l'usage du site décrits dans les précédents chapitres.

6.1. Analyse des déperditions thermiques

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

Caractéristiques thermiques de l'enveloppe		
Surface chauffée	1 622 m ²	La surface chauffée représente 78% de la surface de plancher. Une importante surface non chauffée en sous-sol.
Volume chauffé	4 866 m ³	Hauteurs sous plafond haute (3m).
Inertie thermique	Forte	Inertie forte du fait que toutes les parois donnant sur l'extérieur soient lourdes
Ratio surface vitrée / façade	28%	Surface vitrée moyenne.
Étanchéité à l'air	Faible	Faible étanchéité à l'air des menuiseries.
T° de chauffage	19 °C	Le calcul de déperdition prend en compte : $\Delta T = T_{\text{chauffage}} - T_{\text{base}}$
T° de base	-2 °C	

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



Eléments d'explication et d'analyse

La performance globale de l'enveloppe est mauvaise au vu du coefficient U_{bat} et de la puissance déperditive globale du site.

La majorité des déperditions du bâtiment sont engendrées par les menuiseries. En effet, les menuiseries possèdent de très faibles performances thermiques et ne sont pas très étanches à l'air. Également, la ventilation mécanique en simple flux représente également une part importante des déperditions. Les murs sont faiblement isolés mais cela permet de réduire en partie les déperditions de chauffage par ce poste.

Les travaux engendrés sur l'enveloppe du bâtiment viendront réduire les besoins de chauffage. Il est fortement préconisé de réduire les besoins de chauffage avant de modifier les systèmes. Des besoins de chauffage réduits induisent également des systèmes moins puissants et donc moins chers à l'investissement.

¹ Le U_{bat} 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 U_{bat} 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 aux relevés d'index des sous-compteurs thermiques en chaufferie. Ces index sont issus de l'année 2025 permettant de simuler au mieux le bâtiment à l'état actuel.

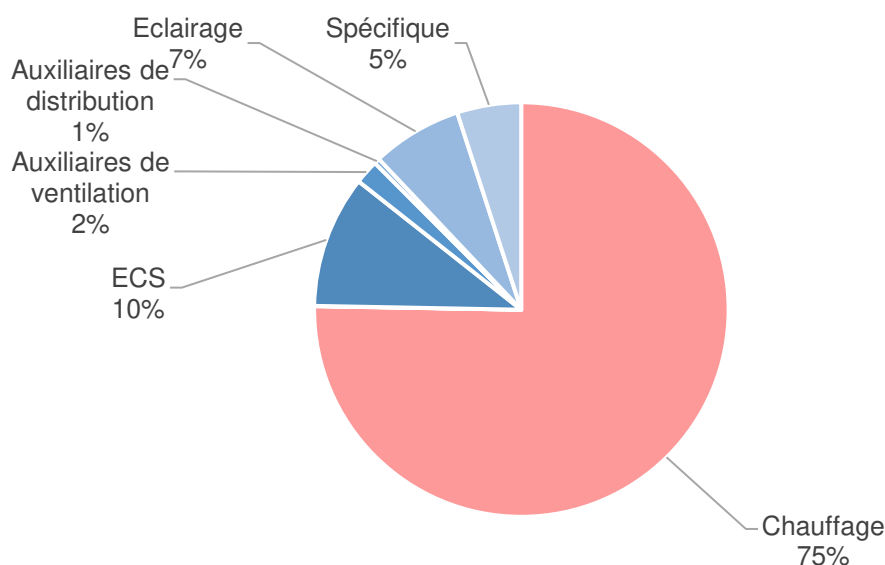
Le coût du fioul pris en compte pour la suite de l'étude est de 110,8 €TTC /MWh.

Le coût de l'électricité pris en compte pour la suite de l'étude est de 264,9 €TTC /MWh.

Ces coûts sont issus des Statistique publique de l'énergie, des transports et du logement et de l'environnement sur le mois de décembre 2025 pour le fioul et juin 2025 pour l'électricité.

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	Fioul	157 208	77	50 935	18 644
Chauffage	Electricité	61	0	5	16
ECS	Electricité	19 078	9	1 240	5 055
Auxiliaires de ventilation	Electricité	3 493	2	224	925
Auxiliaires de distribution	Electricité	866	0	55	229
Eclairage	Electricité	13 099	6	904	3 471
Spécifique	Electricité	9 263	5	593	2 454
TOTAL		203 067	99	53 956	30 794



Eléments d'explication et d'analyse

La très grande majorité des consommations représente le chauffage (environ 75% des consommations totales). Le reste des consommations se concentre sur la part d'eau chaude sanitaire. Cette répartition est typique des bâtiments à usage d'hébergement.

De manière générale, la majorité des réductions des consommations du site s'orientera sur l'usage du chauffage. Cela passera par des travaux sur l'enveloppe du bâtiment et sur l'optimisation des systèmes de chauffage.

7. INTERVENTIONS ENERGETIQUES ISSUES DU PROGRAMME DE TRAVAUX

7.1. Description du programme et gains associées

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place de sous compteurs	11 000 €HT
TRAVAUX SUR LE BATI	2	Mise en place d'une isolation des toitures terrasses	119 000 €HT
	3	Mise en place d'une ITE	170 000 €HT
	4	Mise en place de menuiseries aluminium double vitrage	268 000 €HT
	5	Mise en place d'une isolation sur les planchers bas	40 000 €HT
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	6	Réfection globale de la chaufferie et mise en place d'une chaufferie biomasse et raccordement de l'ECS à la production de chauffage	97 000 €HT
	7	Remplacement des radiateurs actuels par des radiateurs avec robinets thermostatiques	52 000€HT
	8	Mise en place de luminaires LED dans tout le bâtiment.	- €HT ³
	9	Mise en place d'une ventilation double flux dans les bureaux et simple flux dans les chambres	111 000 €HT
	10	Mise en place d'une GTC	15 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			883 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			430 €HT/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE						
		Etat initial		Programme de travaux	Ecart Total	Ecart CHAUFFAGE
Consommation d'énergie	kWhEF/an	203 067	u	102 117	-50%	-62%
	kWhEF/m²SP	99		50		
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO2/an	53 956	u	3 764	-93%	-96%
	kgCO2/an/m²SP	26		2		

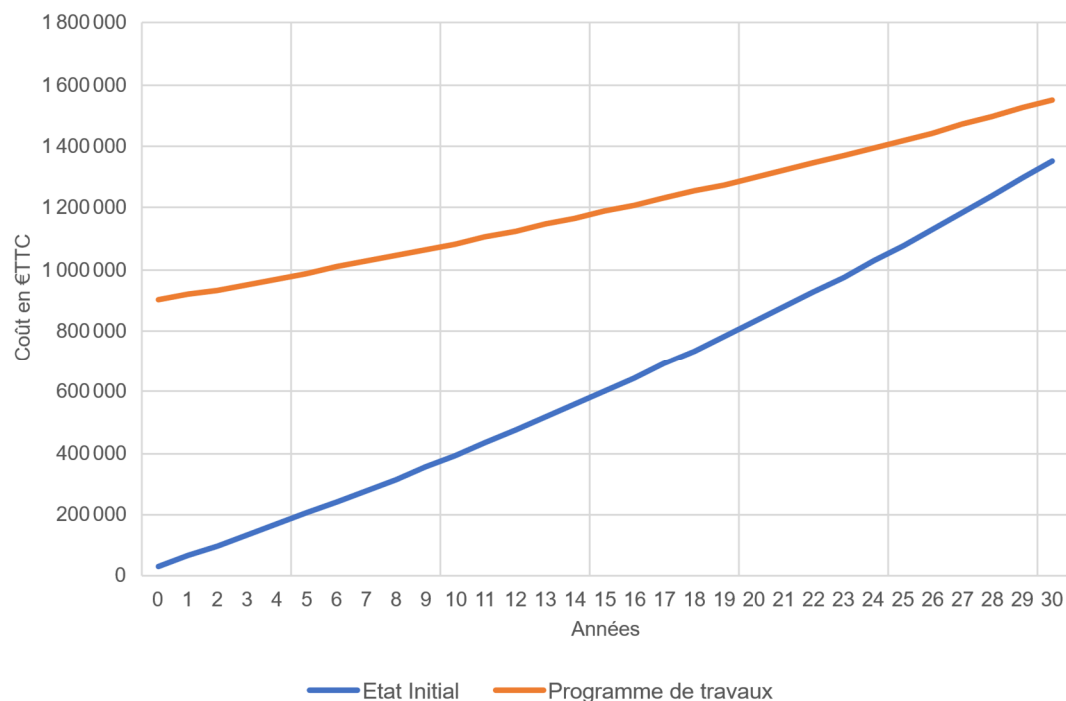
³ Le chiffrage est prévu dans le programme de travaux TCE (hors énergétique).

INDICATEURS ECONOMIQUES		Etat initial	SC1
Coûts travaux	€HT travaux	-	883 000
CEE mobilisables	kWhcumac	-	5 834 395
	€	-	49 534
Dépenses énergie (P1)	€TTC/an	30 794	12 766
	Ecart à l'état initial %	-	59%
Dépenses maintenance (P2)	€TTC	700	1 300
Dépenses renouvellement (P3)	€TTC	1 096	2 896

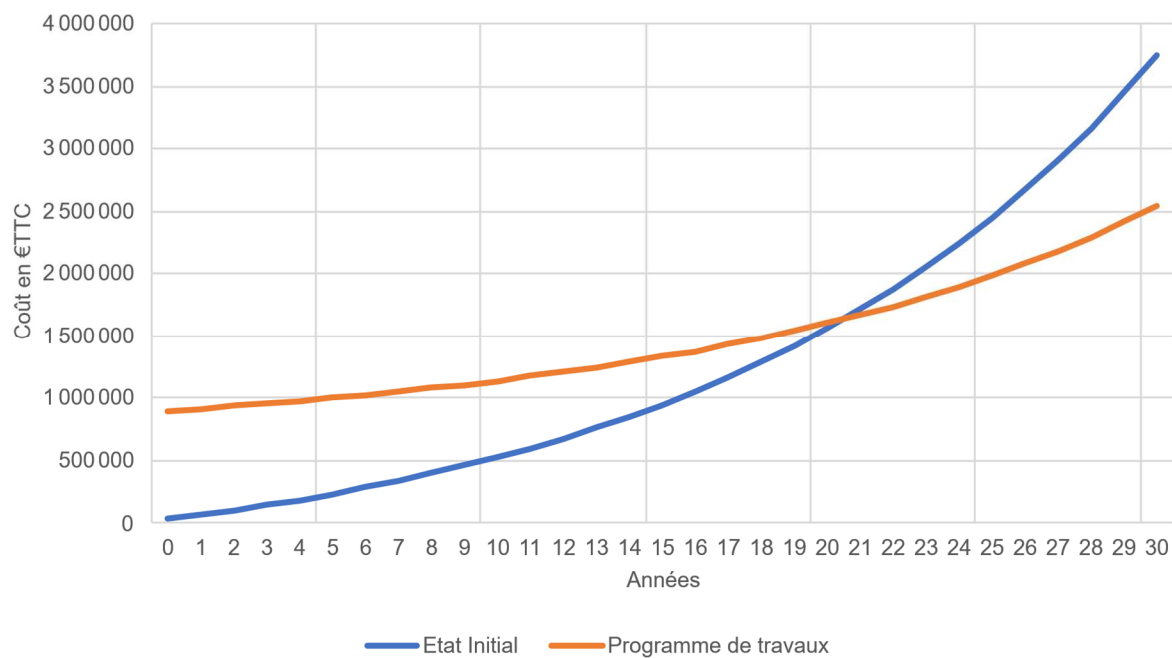
INDICATEURS FINANCIERS		Etat initial	SC1
Dépenses énergie (P1)	€TTC sur 30 ans Evolution P1 4%/an	1 826 981	757 382
	€TTC sur 30 ans Evolution P1 10%/an	5 602 841	2 322 680
	€TTC sur 30 ans	76 113	177 824
Dépenses maintenance (P2) et renouvellement (P3)	€TTC sur 30 ans Evolution P1 4%/an	1 352 442	1 550 656
	€TTC sur 30 ans Evolution P1 10%/an	3 742 013	2 541 262
	Années Evolution P1 4%/an	-	>30
Coût global actualisé y compris coûts travaux	Années Evolution P1 10%/an	-	21
	Années	-	21
	Evolution P1 10%/an	-	21
Retour sur investissement actualisé	Années	-	21
	Evolution P1 10%/an	-	21
	Années	-	21

INDICATEURS D'EFFICIENCE		Etat initial	SC1
Coût de l'énergie économisée	€HT travaux / kWh	-	9
Coût du carbone évité	€HT travaux / kgCO2	-	18

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



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



7.2. Détails des interventions

			Quantitatif et unité	Prix des travaux (€ ^{HT})	DETAILS DES PRECONISATIONS ET POINTS DE VIGILANCE
ACTIONS DE PILOTAGE	1	Mise en place de sous compteurs	5u. 1u. 14u.	11 000	Thermiques : - 1 par départ de chauffage - 1 pour le départ ECS - 1 sortie de chaudières Eau : - 1 sur le ballon d'ECS Electriques : - 1 par bâtiment - 1 sous-compteurs par usage (éclairage, prise de courant, ventilation, chaufferie, bureaux)
	2	Mise en place d'une isolation des toitures terrasses	484 m ²	119 000	Dépose et repose des équipements présents sur la toiture terrasse (Une intervention simultanée liée à la ventilation peut permettre de mutualiser ces couts). Dépose de l'étanchéité actuelle et de l'isolant actuel. Mise en place d'un isolant de résistance thermique R= 5,0 W/m2. K. Mise en place d'un pare-vapeur. Mise en place d'une étanchéité de type autoprotégée. Mise en place des gardes corps fixe. Point d'attention (hors chiffrage) : Création d'un acrotère sur les toitures terrasses selon le DTU. Dévoisement de toutes les EP.

	3	Mise en place d'une ITE	847 m ²	170 000	Pose d'un échafaudage. Préparation des surfaces (lavage et décontamination) des supports et réparation des dégradations. Mise en œuvre d'une isolation thermique extérieure. Dépose et repose après intervention des descentes d'eau pluviale, avec ajustement des regards si nécessaire. Mise en œuvre d'une isolation thermique extérieure. La solution choisie est une isolation thermique extérieure sous enduit. L'isolant de type laine minérale possédant un $R = 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Traitement des encadrements de baies par retour de l'isolation des façades courantes. L'isolation sera plus fine (quelques centimètres d'épaisseur) en fonction du cadre des menuiseries extérieures. Point d'attention : Remplacement et dévoiement descente EP Remplacement et dévoiement du coffret électrique (hors chiffrage)
	4	Mise en place de menuiseries aluminium double vitrage	315 m ²	268 000	Dépose totale des menuiseries existantes. Remplacement des menuiseries par des menuiseries en aluminium avec un double-vitrage peu émissif avec remplissage argon de caractéristiques minimales suivantes : - $U_w = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ - Facteur solaire : $S_w \leq 0,35$ Mise en place des menuiseries au nu intérieur de la maçonnerie. Pose de baguettes de finition. Point d'attention : Traitement des ponts thermiques de l'ensemble des cadres de menuiseries

	5	Mise en place d'une isolation sur les planchers bas	497 m ²	40 000	Mise en place d'une isolation par soufflage mécanique de laine minérale disposant d'un R=3,5 m².K/W au plafond du sous-sol. Abaissement des réseaux circulant en plafond (hydrauliques, électriques, ...). Mise en place d'un revêtement résistant aux chocs. Mise en place d'un revêtement de finition esthétique, type TRESPA. Une attention particulière devra être apportée à la faible hauteur de l'intervention Point d'attention : Le type de fixation de l'isolant devra permettre un bon maintien dans le plancher.
TRAVAUX SUR LES SYSTEMES	6	Réfection globale de la chaufferie et mise en place d'une chaufferie biomasse et raccordement de l'ECS à la production de chauffage	1 ens.	97 000	Dépose de la production de chaleur existante. Mise en place de chaudières à granulés de caractéristiques suivantes : - Puissance : 1x70 kW + 1x30kW (<i>puissances basées pour satisfaire les besoins d'ECS et de chauffage des Bois Belleau Est et Bois Belleau Ouest et modèle de puissance pour respecter le Guide RAGE</i>) Mise en place d'un ballon tampon et mise en place d'un silo textile. Mise en place d'un ballon ECS hydraulique raccordé à la production de chauffage. Remplacement du tableau électrique en chaufferie. (L'étude de faisabilité biomasse réalisée en parallèle permet d'apporter plus de détail) Reprise de la régulation du chauffage avec réduction de la température de réduit à 16° la nuit. Point d'attention (hors chiffrage) : Afin d'assurer la continuité de l'ECS sur le deuxième second bâtiment pendant les travaux en chaufferie, il sera nécessaire de prévoir une chaufferie mobile.
	7	Remplacement des radiateurs actuels par des radiateurs avec robinets thermostatiques	108 m ²	52 000	Dépose des radiateurs existants. Mise en place des nouveaux radiateurs avec robinets thermostatiques (VT ≤ 0,25). Point d'attention : Un diagnostic métallographique des réseaux serait intéressant afin de constater la vétusté.
	8	Mise en place de luminaires LED dans tout le bâtiment.	1 396 m ²	-	Dépose des luminaires non-LED existants. Le chiffrage est prévu dans le programme de travaux TCE (hors énergétique).

	9	Mise en place d'une ventilation double flux dans les bureaux et simple flux dans les chambres	1 396 m²	111 000	Zone hébergement : Dépose de la ventilation actuelle (caisson et de l'ensemble des réseaux de ventilation). Mise en place de VMC simple flux pour les chambres ainsi que pour les sanitaires. L'extracteur est situé en toiture terrasse. Création des réseaux aérauliques avec passage des conduits verticaux dans les gaines techniques. Passage des gaines de ventilation dans les faux plafond des circulations et mise en place de bouche d'extraction en paroi donnant sur les chambres. Débit de renouvellement d'air à respecter : - 18 m³/h par adultes ; - débit règlementaire pour les sanitaires. Débit de renouvellement d'air estimé : 2 000 m³/h. Zone bureaux : Mise en place de CTA double flux avec récupération de chaleur (rendement des échangeurs de 80 %) pour les bureaux du RDC. La CTA est située en faux plafond. Mise en place des bouches d'extraction, de soufflage et des gaines de ventilation dans un faux plafond. Pose des éléments de pilotage et de contrôle (horloge). Mise en place d'une programmation horaire adaptée (8h-18h). Débit de renouvellement d'air à respecter : - 25 m³/h dans les bureaux Débit de renouvellement d'air estimé : 250 m³/h dans les bureaux et 500 m³/h dans le foyer. Dans le cadre d'optimisation du confort d'été, la mise en place VMC double flux pourra permettre de réaliser de la surventilation nocturne (freecooling).
	10	Mise en place d'une GTC	1 ens.	15 000	Mise en place d'une GTC avec gestion du chauffage, de l'ECS et de la ventilation. Mise en place d'une connexion ADSL, établissement de la liste des points d'entrées et de sorties, mise en place d'un automate central (dont interface et programmation), des capteurs et des actionneurs adéquats (dont raccordements).

8. INTERVENTIONS OPTIONNELLES

OPTION 1 :

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
	0	Programme de travaux	883 000 €HT
Option 1	1	Mise en place de récupérateur de chaleur sur eaux grises dans les douches	24 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			907 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			441 €/m²

INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario optionnel 1	Ecart Total
Consommation d'énergie	kWhEF/an	203 067	u	96 636	-52%
	kWhEF/m ² SP	99		47	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO ₂ /an	53 956	u	3 600	-93%
	kgCO ₂ /an/m ² SP	26		2	

En comparaison au programme de travaux prévu, la mise en place de récupérateur de chaleur sur eaux grises engendrerait une réduction de 25% des consommations d'ECS, soit 5% des consommations totales.

OPTION 2 :

		PRECONISATIONS	COUT TRAVAUX
	0	Programme de travaux	883 000 €HT
Option 2	1	Mise en place de capteurs solaires thermiques pour l'ECS	23 000 €HT
COUTS TRAVAUX TOTAUX			906 000 €HT
COUTS TRAVAUX SURFACIQUES			441 €/m²

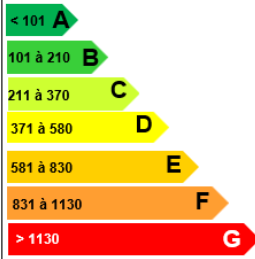
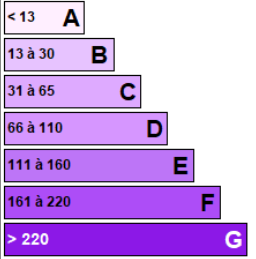
INDICATEURS ENERGIE ET CARBONE					
		Etat initial		Scénario optionnel 2	Ecart Total
Consommation d'énergie	kWhEF/an	203 067	u	89 862	-56%
	kWhEF/m ² SP	99		44	
Emissions de gaz à effet de serre	kgCO ₂ /an	53 956	u	3 396	-94%
	kgCO ₂ /an/m ² SP	26		2	

En comparaison au programme de travaux prévu, la mise en place de récupérateur de chaleur sur eaux grises engendrerait une réduction de 56% des consommations d'ECS, soit 12% des consommations totales.

	Quantitatif et unité	Prix des travaux (€ ^{HT})	DETAILS DES PRECONISATIONS ET POINTS DE VIGILANCE	Avantage	Inconvénients
OPTION 1 : Mise en place de récupérateur de chaleur sur eaux grises dans les douches	30 u.	24 000	Mise en place de récupérateur de chaleur sur eaux grises individuels au niveau des nouveaux bacs à douches.	• Simple d'installation en rénovation globale des douches • Entretien simple • Investissement unitaire faible	• Une installation par émetteur • Gain uniquement sur la consommation de la douche équipée
OPTION 2 : Mise en place de capteurs solaires thermiques pour l'ECS	14 m ²	23 000	Mise en place de 14 m ² de panneaux solaires thermiques en toiture. Dépose du ballon existant. Mise en place d'un ballon solaire thermique avec appoint via la chaudière biomasse. Mise en place du calorifugeage des réseaux et du ballon. Taux de couverture solaire estimé : 56% Il est conseillé de faire une étude détaillée au préalable pour dimensionner au mieux l'installation en fonction des besoins (sous-compteur ECS).	• Energie renouvelable • Peut aussi servir sur la production de chauffage • Peu d'entretien	• Cout d'installation important • Dépendant de l'ensoleillement • Nécessite de l'espace en chaufferie • Nécessite le remplacement complet du système d'ECS en rénovation.

8.1. Résultat du calcul réglementaire

8.1.1. Bilan du calcul réglementaire Th-C-E ex

Bâtiments	Consommation conventionnelle CEP (kWh _{EP} /m ² .an)	Emission GES (kg _{eq} CO ₂ /m ² .an)		
Bois Belleau Est	Bâtiment économe  Bâtiment énergivore	Initial	Projet	Faible émission de GES  Forte émission de GES
		215 kWh _{EP} /m ² .an	41 kWh _{EP} /m ² .an	48 kg _{eq} CO ₂ /m ² .an

8.1.2. Respect du niveau BBC :

Les exigences thermiques du label BBC en usage autre qu'habitation principale est explicité ci-dessous :

Critère	Valeur à respecter	Valeur projet	Respect du critère BBC
Cep projet < Cep ref -50%	Cep ref -50% = 93,35 kWh _{EP} /m ²	Cep projet = 41,4 kWh _{EP} /m ²	OUI

8.2. Etudes complémentaires

Les études complémentaires importantes à avoir en parallèle sont les suivantes :

- Plans, coupes, façades, en DWG à jour
- Diagnostic conformité accessibilité PMR public et aménagement parking PMR pour personnel
- Diagnostic parasitaire des éléments en bois du bâtiment
- Diagnostic phytosanitaire des espaces extérieurs
- Diagnostic Amiante Avant Travaux
- Diagnostic Plomb
- Diagnostic Radon
- Diagnostic acoustique état initial
- Diagnostic des réseaux intérieurs (chauffage, EF, ECS) par métallographie
- Diagnostic des réseaux intérieurs (EP, EU).
- Diagnostic des réseaux extérieurs (EP, EU) par passage caméra et géoréférencement
- Diagnostic des réseaux extérieurs (AEP, GAZ) et géoréférencement
- Test d'étanchéité à l'air initial
- DT concessionnaire
- Diagnostic PEMD
- Géoréférencement des réseaux
- Diagnostic faunistique et floristique

8.3. Objectifs environnementaux du programme

Le tableau suivant résume les exigences environnementales décrit au programme :

	Cohérence avec le programme actuelle	Complexité d'atteinte de l'objectif
Démarche Bâtiment Basse Consommation	Cohérent avec les travaux prévus	Moyenne
Approvisionnements en énergie	Cohérent avec le déploiement de la chaufferie biomasse au granulés	Simple
Performance énergétique	Cohérent avec les exigences minimales de la RT existant	Moyenne
Qualités des produits et matériaux mis en œuvre	Cohérent	Moyenne
Perméabilité à l'air de l'enveloppe	Pas de valeur imposée	Aucune
Confort thermique d'été	Cohérent avec reprise globale de l'enveloppe et nouvelles menuiseries avec volet roulant	Objectif de 50h max au-delà de 28°C semble assez contraignant.
Individualisation et suivi des consommations	Cohérent avec le sous-comptage prévus	Simple
Gestion de la ressource en eau	Cohérent	Simple
Gestion des déchets	Cohérent	Classique
Utilisation du bois	Cohérent	Moyenne
Contraintes environnementale	Cohérent	Simple

9. METHODOLOGIE D'ETUDE

9.1. 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

9.2. Méthodologie de simulation énergétique

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

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

2 méthodes de modélisation énergétique coexistent :

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

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

Simulation Energétique Dynamique (SED)

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



PLEIADES

Simulation Energétique Statique (SES)

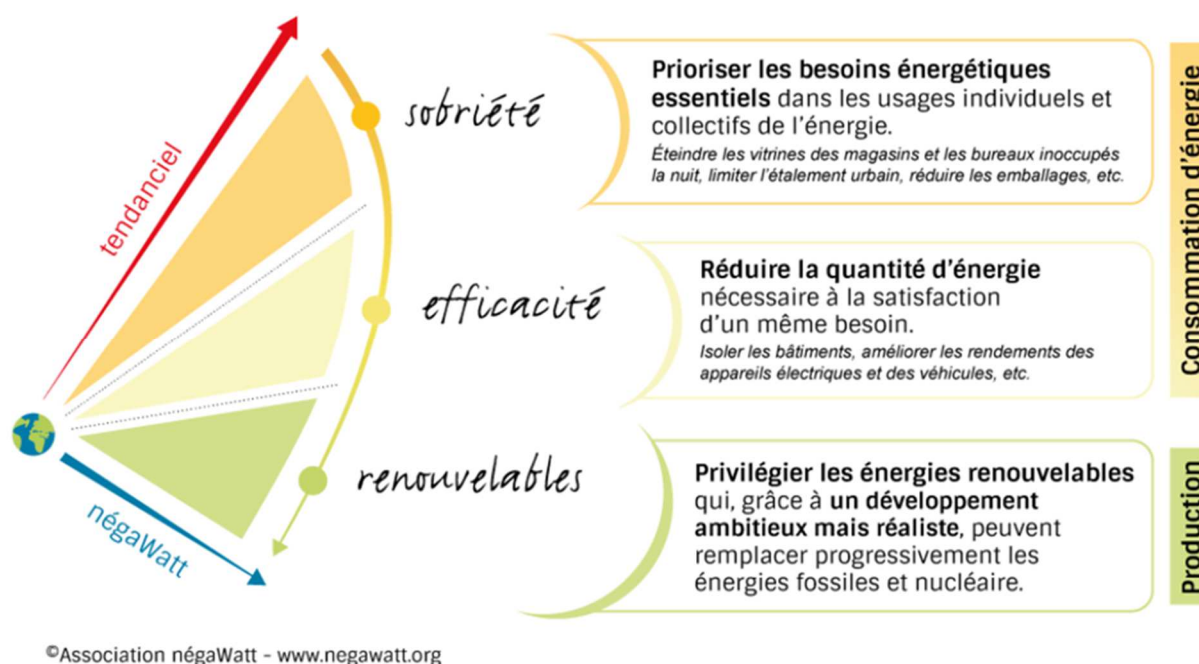
Contrairement à la modélisation SED, cette modélisation ne s'appuie pas sur un logiciel, mais sur un outil de calcul développé en interne conformément aux règles de l'art reconnues par le COSTIC. Aucune modélisation 3D n'est réalisée, les paramètres (enveloppe / systèmes / usages) sont rentrés à la main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

9.3. 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 :



9.4. 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 ⁴	DT ⁵
	Conversion [kg _{CO2} /kWh _{EF.PCI}]	Conversion [kg _{CO2} /kWh _{EF.PCI}]
Gaz naturel-Tous	0,227	0,227
Gaz Propane	0,272	0,272
Fioul-Tous	0,324	0,324
Bois-Tous	Selon type de bois - 0,024 à 0,03	Selon type de bois - 0,024 à 0,03
Electricité-Tous usages (sauf Chauffage, Refroidissement, ECS, Eclairage)	0,064	0,064
Electricité-Chauffage	0,079	0,064
Electricité-Refroidissement	0,064	0,064
Electricité-ECS	0,065	0,064
Réseau urbain chaud-Tous	Selon le réseau - cf arrêtés	Selon le réseau - cf arrêtés
Réseau urbain froid-Tous	Selon le réseau - cf arrêtés	Selon le réseau - cf arrêtés
Electricité-PV	0,064 (hors autoconso)	0,064
Electricité-Eclairage	0,069	0,064

En ce qui concerne les réseaux de chaleur, l'arrêté du 12 octobre 2020 modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006 donne les valeurs à prendre en compte.

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.

⁴ Arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments ou parties de bâtiment autres que d'habitation existants proposés à la vente en France métropolitaine.

⁵ Arrêté du 13 avril 2022 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire.

Énergie	RT existant et cahier des charges audit Ademe ⁶	DT ⁷
	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

⁶ 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.

⁷ 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.

9.5. Aide à la compréhension de l'étude

9.5.1. 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	m ² SHOB	La surface hors œuvre brute (SHOB) des constructions est égale à la somme des surfaces de chaque niveau, des surfaces des toitures-terrasses, des balcons ou loggias et des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée, y compris l'épaisseur des murs et des cloisons. Sont compris les combles et sous-sols, aménageables ou non, les balcons, les loggias et toitures-terrasses. Ne sont pas compris les éléments ne constituant pas de surface de plancher. Cette surface est aujourd'hui remplacée par la surface de plancher dans les différentes réglementations
Surface Hors Œuvre Nette	SHON	m ² SHON	La SHON est une mesure de superficie des planchers pour les projets de construction immobilière. La SHON est mesurée à partir de la SHOB en déduisant les surfaces des combles et sous-sol dont la hauteur est inférieure à 1,8, les surfaces des toitures-terrasses, balcons, locaux techniques en sous-sol ou combles, des caves, des parkings. Cette surface est aujourd'hui remplacée par la surface de plancher dans les différentes réglementations
Surface de Plancher	SDP	m ² SDP	La Surface De Plancher, définie par l'ordonnance 2011-1539 du 16 novembre 2011, et la surface de référence dans le code de l'urbanisme et dans le dispositif décret tertiaire. Elle remplace les surfaces SHOB et SHON depuis 2011. Elle est définie comme la surface totale des planchers de chaque niveau clos et couvert dont la hauteur est >1,8m, calculée au nu intérieur des façades, après déduction, entre autres : - des vides et des trémies afférentes aux escaliers et ascenseurs ; - des surfaces de stationnement et circulation des véhicules ; - des surfaces de plancher des combles non aménageables ; - des surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ; - des surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes à des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune.
Surface Thermique	SRT	m ² SRT	Surface thermique à prendre en compte dans le cadre de la réglementation thermique. Elle est définie à l'annexe III de l'arrêté du 26 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 11 décembre 2014. Dans le cas d'un bâtiment tertiaire, cette surface est égale à la surface utile RT de ce bâtiment ou de cette partie de bâtiment, multipliée par un coefficient dépendant de l'usage.
Surface Utile Réglementation Thermique	SURT	m ² SURT	Surface utile d'un bâtiment. Elle est définie comme la surface de plancher construite des locaux soumis à la réglementation thermique, après déduction des surfaces occupées par les murs, y compris l'isolation, les cloisons fixes prévues aux plans, les poteaux, les marches et cages d'escaliers.
Surface Utile Brute	SUB	m ² SUB	La surface utile brute correspond à la surface horizontale située à l'intérieur des locaux, de laquelle sont déduits les éléments structuraux (poteaux, murs extérieurs, refends gaines techniques, circulations verticales...), les locaux techniques hors combles et sous-sols (chauffage, ventilation, poste EDF, commutateur téléphonique) à l'exclusion de ceux exclusivement réservés à l'usage d'un locataire (salles informatiques par exemple). C'est la surface de référence pour les baux immobiliers.
Surface Utile Nette	SUN	m ² SUN	La Surface Utile Nette s'obtient en déduisant de la surface utile brute la quote-part pour les parties communes, les locaux techniques non partagés, les circulations horizontales (couloirs, paliers d'ascenseur et d'escalier, sas de sécurité) ainsi que les locaux sociaux et les sanitaires. Ce calcul permet d'établir la surface effectivement réservée aux espaces de travail : bureaux, ateliers, laboratoires, salles de réunion... C'est la surface de référence pour les aménagements des plateaux de bureaux
Surface Habitable	SHAB	m ² SHAB	La surface Habitable est la surface de référence pour l'habitat. Elle correspond à la surface de plancher construite, après déduction des surfaces occupées par les murs, cloisons, marches et cages d'escaliers, gaines, embrasures de portes et de fenêtres [...] Il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R.111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.

Thermique du bâtiment :

Terme	Abréviation	Unité	Définition
Déperdition thermique	-		La déperdition thermique est la perte de chaleur subie par un bâtiment par ses parois et ses échanges de fluide avec l'extérieur. Plus l'isolation thermique est faible, plus les déperditions sont importantes.
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 une modulation des débits de réfrigérants selon les besoins terminaux, et présente d'excellents niveaux de performance.
Split System		-	Un split système est un système de chauffage / refroidissement thermodynamique à détente directe de type air/air. Il est composé d'une unité extérieure et d'une ou plusieurs unités intérieures. C'est le système de climatisation le plus couramment utilisé.
Coefficient de Performance	COP	-	Coefficient de Performance Calorifique, caractérise la performance d'un appareil de chauffage par cycle thermodynamique (pompe à chaleur) selon des conditions normalisées de fonctionnement à un instant T. Cette donnée est calculée comme le ratio la puissance calorifique en condition optimale par la puissance électrique à l'instant T dans ces mêmes conditions
Efficiency Energy Ratio	EER	-	Coefficient de Performance Frigorifique, caractérise la performance d'un appareil de climatisation selon des conditions normalisées de fonctionnement à un instant T. Cette donnée est calculée comme le ratio la puissance frigorifique produite en condition optimale par la puissance électrique à l'instant T dans ces mêmes conditions
Seasonal Efficiency Energy Ratio	SEER	-	Coefficient d'efficacité frigorifique saisonnière, caractérise la performance moyenne d'un appareil de climatisation selon des conditions évolutives et normalisées sur une période d'utilisation. Ce ratio est calculé comme le ratio de la somme de l'énergie frigorifique produite sur la saison par la somme de l'énergie consommée sur cette même période
Réseau de Chaleur Urbain	RCU	-	Les Réseaux de Chaleur Urbain, mis en place à l'échelle territoriale, permettent la distribution de chaleur depuis des chaufferies centralisées jusqu'aux consommateurs finaux. Ce mode de chauffage permet de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation, notamment en zones urbaines (bois-énergie, géothermie, chaleur de récupération...).
Réseau de Froid Urbain	RFU	-	Les Réseaux de Froid Urbain, mis en place à l'échelle territoriale, permettent la distribution de froid depuis des productions centralisées jusqu'aux consommateurs finaux. Ce mode de chauffage permet de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation, notamment en zones urbaines (géothermie...).
Eaux Grises	EG	-	Les eaux grises sont des eaux usées faiblement polluées (par exemple eau d'évacuation d'une douche ou d'un lavabo) et pouvant être utilisées pour des tâches ne nécessitant pas une eau absolument propre. Pour certains bâtiments, la récupération de chaleur sur eaux grises est pertinente pour alimenter d'autres usages.

Réglementation bâtiment énergie :

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

Exploitation maintenance :

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

9.5.2.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

9.6. Récapitulatif des réglementations

9.6.1. 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.

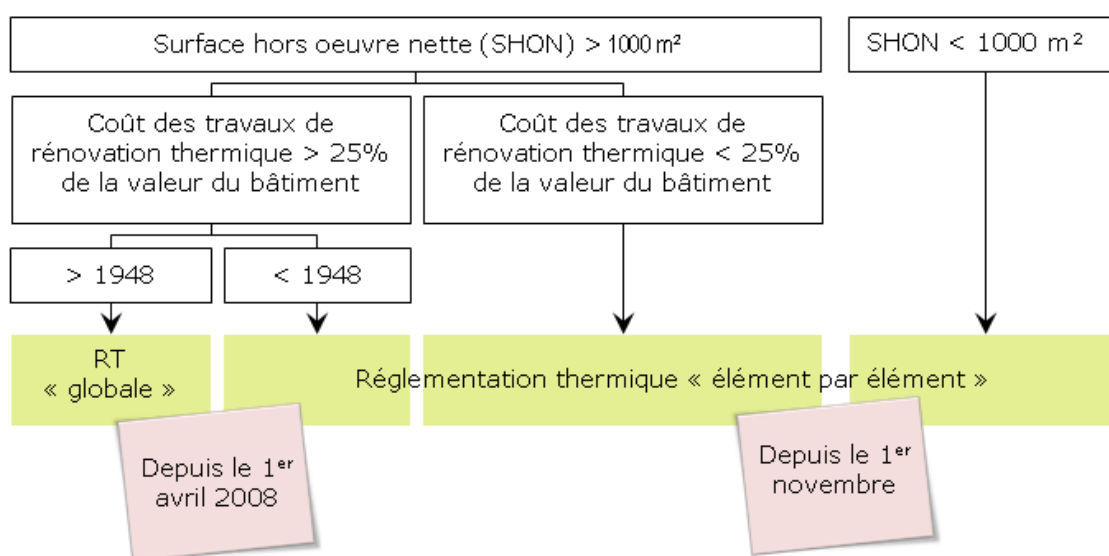
L'objectif général de cette réglementation est de fixer de prérequis et des garde-fous sur la performance énergétique d'un bâtiment lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend telle amélioration. L'objectif global étant d'apporter une amélioration significative de la performance des bâtiments.

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 1 775 €/m²_{SHON} (valeur pour le 1^{er} semestre 2025⁹).

⁹ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.14, mis à jour le 1^{er} janvier 2025.



9.6.2. Décret Tertiaire

Contexte législatif :

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

Périmètre d'assujettissement :

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

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

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

Précisions sur le dispositif :

En premier lieu, il est nécessaire d'identifier la situation énergétique de référence, avec l'année de référence et la consommation d'énergie associée. Cette étape se réalise à partir de l'analyse des consommations d'énergie de 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/>

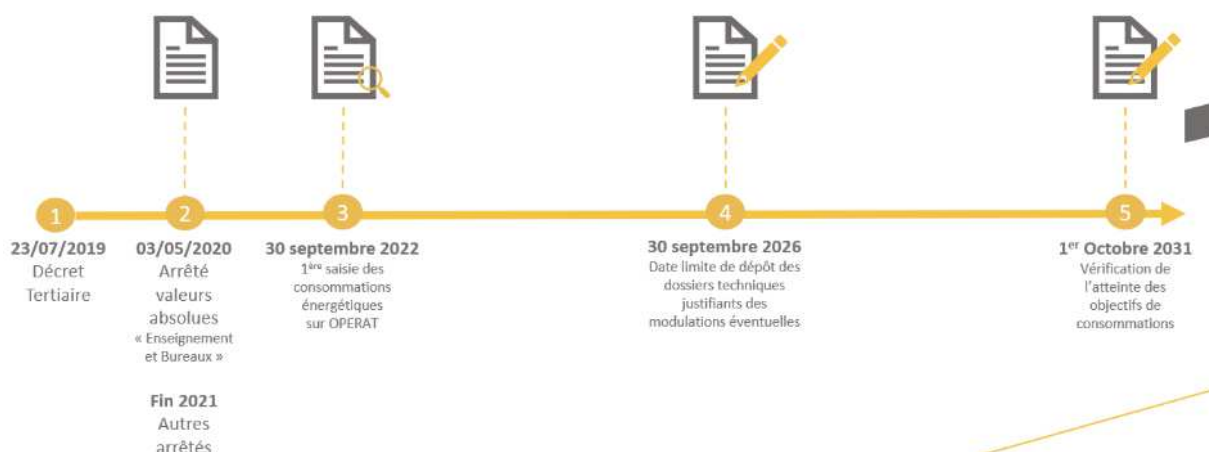
¹¹ Décret tertiaire : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251>

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.

9.6.3. Décret BACS

Contexte législatif

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

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

Périmètre du décret BACS

Sont concernés les bâtiments neufs et les bâtiments existants :

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

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

Précisions sur les systèmes d'automatisation à mettre en œuvre

Les systèmes d'automatisation et de contrôle doivent :

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

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

Échéances :

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

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

9.6.4.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

Sur le centre commercial de Lemud, les installations concernées sont :

- Les pompes à chaleurs qui alimentent en chauffage et en climatisation les bureaux
- L'ensemble des chambres froides positives (11) et négatives (3)
- L'ensemble des présentoirs et bacs réfrigérés alimentaires, dans la surface de vente

9.6.5. 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.

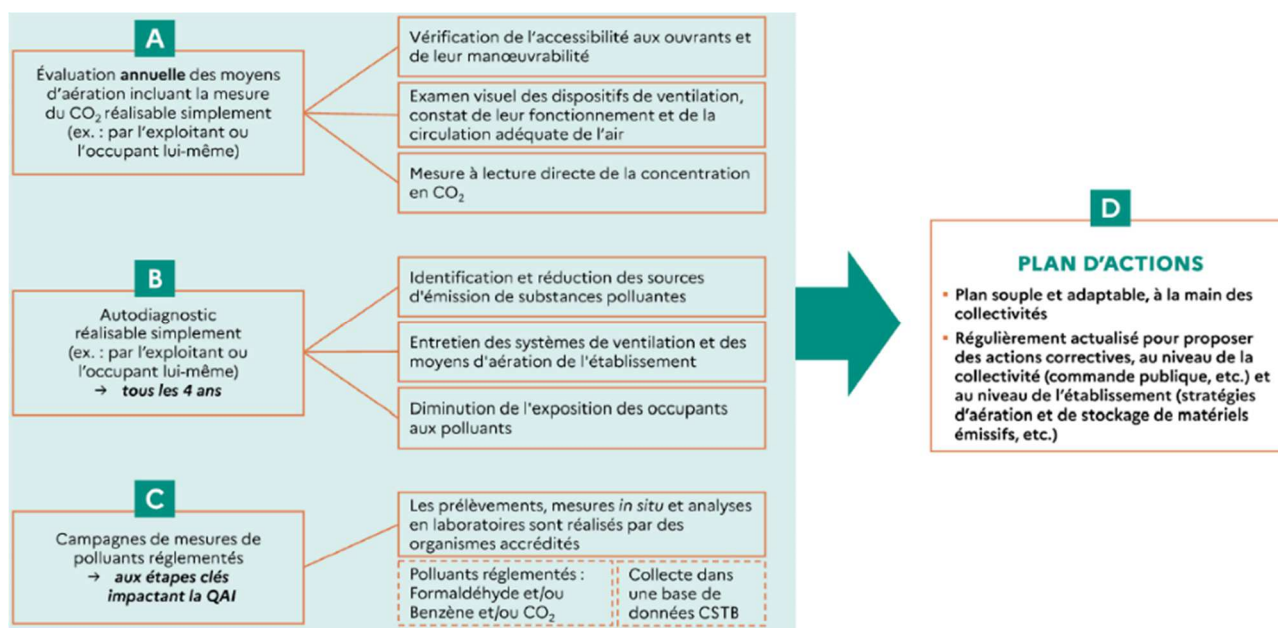
Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1er janvier 2023 sont ceux accueillant des enfants :

- 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 :



9.7. Limites de prestation

9.7.1. Niveau de détail de l'étude

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

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

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

9.7.2. 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.

9.7.3. 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

9.7.4. 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.

9.7.5.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

9.7.6.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).