



CNED – UNITE OPERATIONNELLE ROUEN

3 RUE GUGLIELMO MARCONI

76130 MONT-SAINT-AIGNAN

AUDIT ENERGETIQUE

MAITRISE D'OUVRAGE :



CNED
2 Boulevard NICEPHORE - NIEPCE
86 360 CHASSENEUL-DU-POITOU

Marjorie PERRINET
Gestionnaire des opérations immobilières / Service
Patrimoine Immobilier
05 49 49 34 23
marjorie.Perrinet@ac-cned.fr

ASSISTANT MOA :



ALTEREA AGENCE OUEST
26 bd Vincent Gâche – CS 17502
44275 NANTES CEDEX 2
T 02 40 74 24 81

Pierre GUERY
Chef de Projet
02 40 74 24 81
07 57 12 58 07
pguery@alterea.fr

François VANDER ELST
Coordinateur d'études
02 40 74 24 81
07 48 15 80 68
fvanderelst@alterea.fr

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

SUIVI DU DOCUMENT :

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	05/06/2024	Version initiale	MCAI	FVAN	PGUE
2	24/07/2024	Reprises	MCAI	FVAN	PGUE

contact@alterea.fr – www.alterea.fr

Agence Ouest (siège)
26 bd Vincent Gâche CS 17502
44275 Nantes Cedex 2
T 02 40 74 24 81
f 02 51 84 16 33

Agence Ile-de-France
23 avenue d'Italie
75013 Paris
T 01 46 28 31 89
f 02 51 84 16 33

Agence Nord
21 rue Pierre Mauroy
59000 Lille
T 03 59 54 21 08
f 02 51 84 16 33

Agence Sud-Ouest
2 rue du Jardin de l'Ars
33800 Bordeaux
T 05 56 64 42 51
f 02 51 84 16 33

Agence Sud – Est
19 rue de la Villette
69003 Lyon
T 04 87 24 90 75
f 02 51 84 16 33

Agence Est
20 place des Halles
67000 Strasbourg
T 03 88 52 26 01
f 02 51 84 16 33

SOMMAIRE

Table des matières

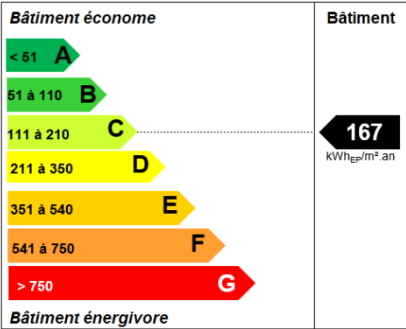
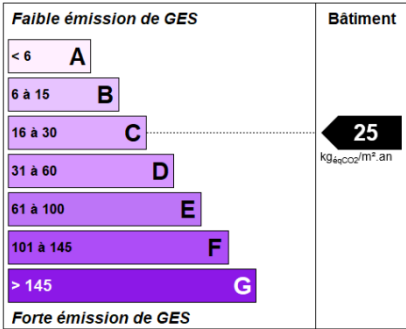
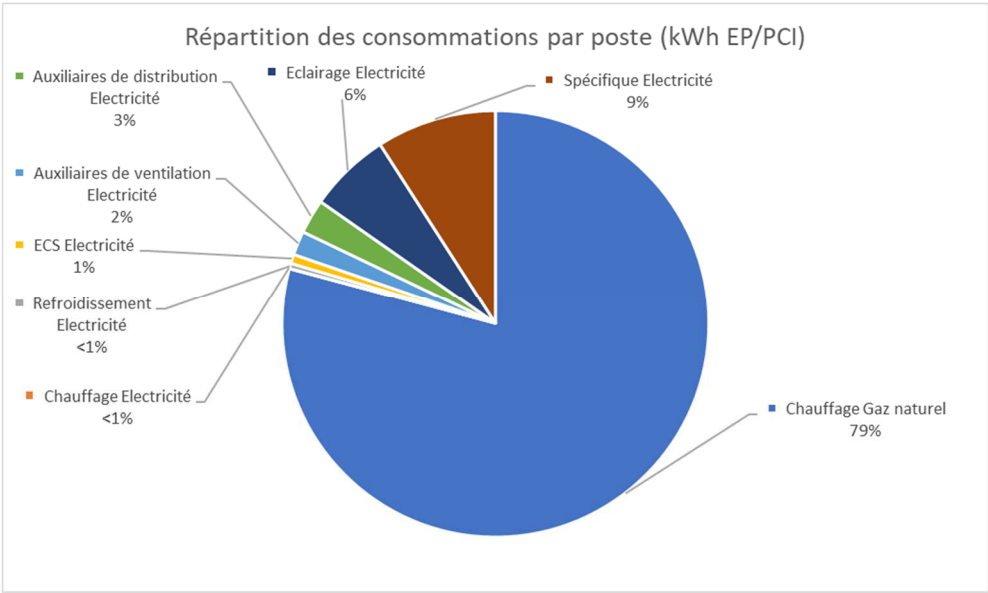
1	SYNTHESE DE L'AUDIT ENERGETIQUE	6
2	INTRODUCTION	11
2.1	OBJECTIF DE LA MISSION	11
2.2	DECRET TERTIAIRE	11
2.3	METHODOLOGIE EMPLOYEE	13
2.3.1	Processus de l'audit énergétique	13
2.3.2	Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie	13
3	SYNTHESE DES METHODES UTILISEES ET DIFFERENCES	15
3.1	LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS PAR LA MOA	16
3.2	HYPOTHESES PRISES POUR LA REALISATION DE L'ETUDE	16
3.3	ANOMALIES EVENTUELLES A FAIRE REMONTER	16
3.4	POINTS BLOQUANTS	16
3.5	ESTIMATIONS DES QUANTITES POUR LES DIFFERENTES PRESCRIPTIONS	16
4	DESCRIPTION DU SITE	17
4.1	INFORMATIONS GENERALES	17
4.1.1	Périmètre du diagnostic	17
4.1.2	Coordonnées des interlocuteurs	17
4.1.3	Visite	17
4.1.4	Travaux antérieurs ou programmés	18
4.1.5	Vue aérienne du site	18
4.2	DONNEES D'USAGE DU SITE	19
4.2.1	Bâtiments	19
4.2.2	Occupation du bâtiment	19
4.3	ANALYSE DU CONFORT DES USAGERS	20
4.4	ANALYSE DU COMPORTEMENT DES USAGERS	21
5	ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE	22
5.1	USAGES ENERGETIQUES DU SITE	22
5.2	PLAN DE COMPTAGE DES ENERGIES	23
5.2.1	Description de l'approvisionnement en électricité	23
5.2.2	Description de l'approvisionnement en gaz naturel	24
5.3	HISTORIQUE DES CONSOMMATIONS	25
5.3.1	Electricité	25
5.3.2	Gaz naturel	26

5.3.3	Détermination de l'année de référence (Décret Tertiaire)	27
5.3.4	Objectifs de consommations énergétiques aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050	28
5.4	CONTRAINTES TECHNIQUES, ARCHITECTURALES ET PATRIMONIALES	29
6	DESCRIPTION DU BATIMENT	30
6.1	BATI	30
6.2	CHAUFFAGE	36
6.2.1	Description de la chaufferie	36
6.2.2	Description des émetteurs	40
6.2.3	Description de la régulation	43
6.3	VENTILATION	44
6.4	EAU CHAUDE SANITAIRE	46
6.5	ECLAIRAGE	47
6.6	CLIMATISATION	50
6.7	AUTRES USAGES	54
7	REGLEMENTATIONS TECHNIQUES	55
7.1	DECRET BACS	55
7.2	REGLEMENTATION F-GAZ	56
7.2.1	Installations existantes	56
7.2.2	Installations neuves	57
8	ETUDE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	58
8.1	MODELISATION DU BATI	58
8.2	ANALYSE DES DEPERDITIONS THERMIQUES DU SITE	59
8.3	SYNTHESE DE L'ENVELOPPE	61
8.4	ANALYSE DES CONSOMMATIONS SIMULEES	61
8.5	COMPARAISON DES CONSOMMATIONS REELLES ET SIMULEES	63
9	ENERGIES RENOUVELABLES	64
9.1	INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES EXISTANTES	64
9.2	POTENTIELS D'ENR	64
10	GISEMENT DES POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE	67
10.1	INTRODUCTION	67
10.2	SYNTHESE DES INTERVENTIONS SIMULEES	68
11	SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE	71
11.1	SCENARIO 1 : -40% SUR ENERGIE FINALE	71
11.1.1	Synthèse	71
11.1.2	Données détaillées des performances du scénario	72

11.1.3 Application de la réglementation thermique	73
11.1.4 Analyse en coût global	73
11.2 SCENARIO 2 : -60% SUR ENERGIE FINALE	74
11.2.1 Synthèse	74
11.2.2 Données détaillées des performances du scénario	76
11.2.3 Application de la réglementation thermique	77
11.2.4 Analyse en coût global	77
11.3 PLAN DE PROGRES	78
11.4 COMPARAISON DES SCENARIOS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DU DECRET TERTIAIRE	79
12 ANNEXES	80
12.1 PRESENTATION DES RESULTATS REGLEMENTAIRES (METHODE TH-C-E ex)	80
12.2 DEBITS REGLEMENTAIRES	81
12.3 GRANDEURS UTILES AU DIAGNOSTIC	82
12.3.1 Conversion des unités énergétiques	82
12.3.2 Émissions de CO2	82
12.3.3 Lexique de quelques abréviations	83
12.3.4 Facteur de conversion énergie finale / énergie primaire	83
12.3.5 Réglementation thermique	84
12.3.6 PRECAUTIONS D'USAGE	85

1 SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

	Année de construction	1995
	Type	Catégorie DPE : 6.1 – Bureaux
	Surface plancher	2 780 m ²
	SHON	3 058 m ²
	Nombre de niveaux	2 Niveaux

Performance énergétique en énergie primaire ¹	 Bâtiment 167 kWhEP/m².an Cette étiquette n'a pas valeur de DPE	 Bâtiment 25 kgECO2/m².an Cette étiquette n'a pas valeur de DPE
Coût énergétique simulé au réel ²	98 815 € TTC/an dont gaz naturel 61 595 €^{TTC}/an dont électricité 37 220 €^{TTC}/an	
Consommations par usage (kWhEP)	 Répartition des consommations par poste (kWh EP/PCI) - Chauffage Gaz naturel: 79% - Spécifique Electricité: 9% - Eclairage Electricité: 6% - Auxiliaires de distribution Electricité: 3% - Auxiliaires de ventilation Electricité: 2% - ECS Electricité: 1% - Refroidissement Electricité: <1% - Chauffage Electricité: <1%	

¹ Les résultats sont issus de la simulation énergétique réelle, réalisée à partir des observations de la visite et des documents fournis.

² Dépenses énergétiques hors maintenance des installations issues de la simulation énergétique réelle.

Objectif des scénarios proposés :

Les scénarios sont basés sur une approche technique mêlant besoins énergétiques, fonctionnels et décarbonation. L'ensemble des postes de consommation est considéré. Les scénarios sont cumulatifs.

- Scénario 1 « - 40% EF » correspond, dans la mesure du possible, à une réduction de 40% de la consommation globale d'énergie finale du bâtiment.
- Scénario 2 « - 60% EF » : il correspond à une réduction, dans la mesure du possible, de 60% de la consommation globale d'énergie finale sans pouvoir être, sur les cinq postes de la réglementation
- **Ces scénarios sont en phase avec le « Décret tertiaire » qui fixe des objectifs de réduction -40% et -60% de la consommation d'énergie finale en 2030 et 2050**

Le scénario 1 prévoit :

- La mise en place d'un plan de comptage énergétique
- La reprise des paramètres de régulation du chauffage et de la climatisation
- La mise en place d'une horloge pour le fonctionnement des extracteurs des bureaux
- La mise en place d'une pompe à chaleur (déjà réalisé)
- Le remplacement des pompes à débit constant par des pompes à débit variable
- La mise en place d'une coupure centralisée de la bureautique
- La réduction de la température de consigne de climatisation des locaux serveurs
- La mise en conformité de la GTB (ventilation, suivi énergétique)

Le scénario 2 prévoit en complément du scénario 1 :

- La réfection de la toiture-terrasse comprenant l'isolation et l'étanchéité / $R = 7,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}^*$
- La mise en place d'une isolation par l'extérieur des murs du bâtiment construit en 1995 ainsi que de la paroi non isolée de l'extension de 1999 / $R = 5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}^*$
- La reprise de l'isolation par l'extérieur des murs extérieurs de l'extension du bâtiment / $R = 5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}^*$
- La mise en place d'une isolation des murs donnant sur des locaux non chauffés / $R = 5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}^*$
- Le remplacement des menuiseries non performantes / $U_w = 1,30 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- La mise en place d'une centrale de traitement d'air double flux avec récupération de chaleur dans les bureaux + régulation
- La mise en place d'une installation photovoltaïque en toiture-terrasse

*Les résistances thermiques des interventions portant sur l'isolation sont précisées. Il est indiqué des niveaux de performances en évoquant la résistance thermique et non le coefficient de transmission thermique afin d'évoquer les critères d'éligibilité aux subventions CEE (résistances thermiques minimales à atteindre).

APPROCHE ECONOMIQUE							
Scénario	Economie annuelle d'énergie					Coût (€HT)	TRA
	kWh EP/PCI	€TTC	%EP	%EF	%CO ₂		

Scénario 1	189 117	40 805	37%	68%	78%	171 000	4
------------	---------	--------	-----	-----	-----	---------	---

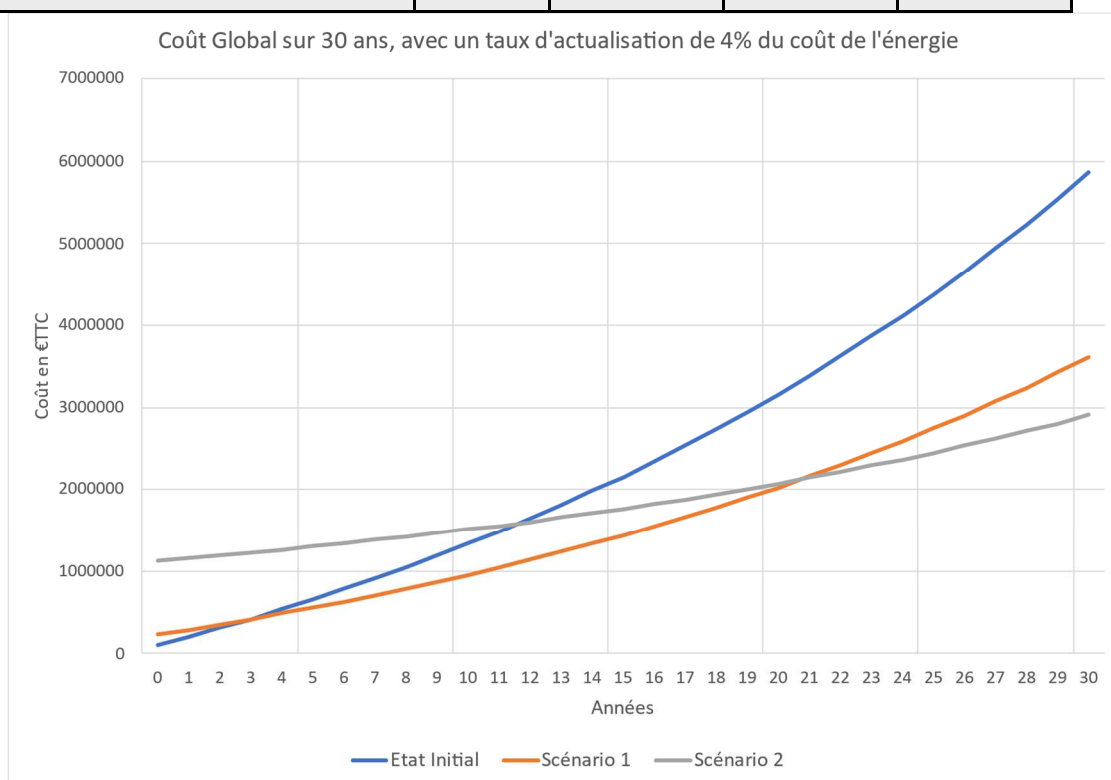
Scénario 2	342 261	68 386	67%	83%	88%	1 099 000	13
------------	---------	--------	-----	-----	-----	-----------	----

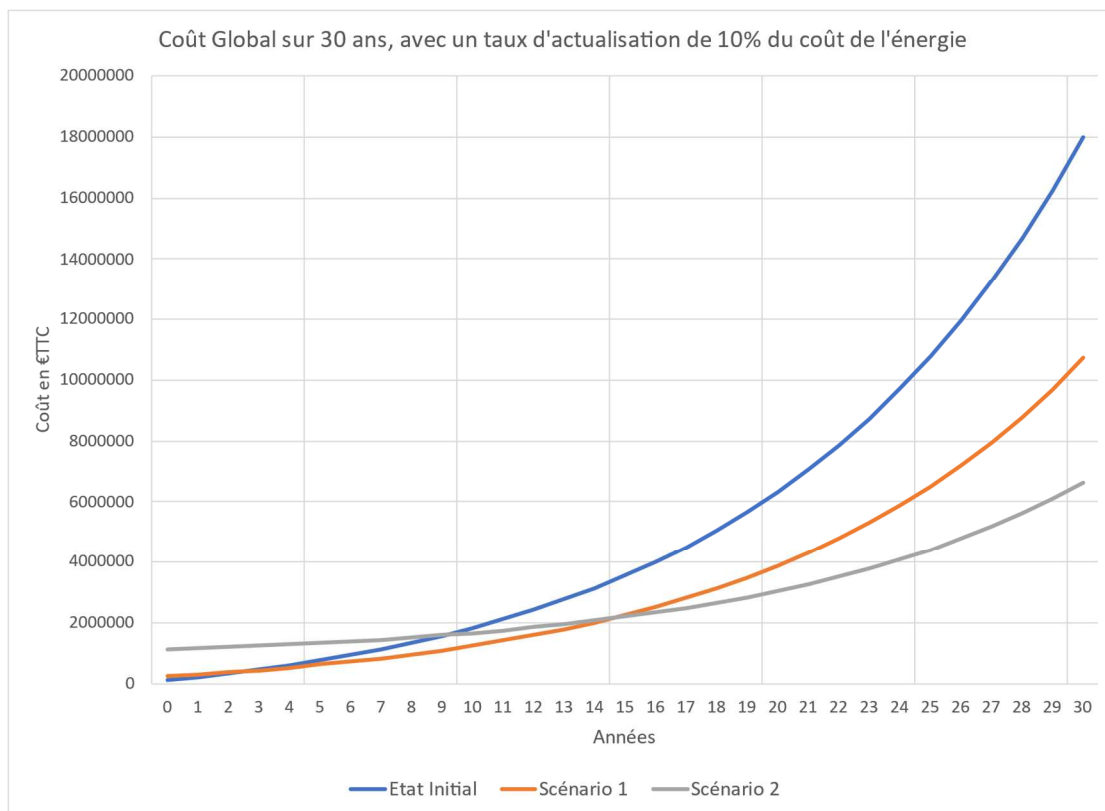
APPROCHE ENERGETIQUE								
Scénario	Consommation énergétique simulée En kWh _{ep} /m ² . _{SHON}	Emissions de CO ₂ En kg CO ₂ /m ² . _{SHON}	Optimisation	Amélioration des systèmes		Traitement du bâti		EnR
				léger	lourd	léger	lourd	

Scénario 1	51 à 110 B 105	< 6 A 6	✓		✓			
------------	--------------------------	-------------------	---	--	---	--	--	--

Scénario 2	51 à 110 B 55	< 6 A 3	✓		✓		✓	✓
------------	-------------------------	-------------------	---	--	---	--	---	---

Désignation	Unité	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2
Investissements	€HT	0	171 000	1 099 000
Economie annuelle d'énergie primaire	%	0	37%	67%
Economie annuelle d'énergie finale	%	0	68%	83%
Emissions de CO2 évitées	%	0	78%	88%
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	€TTC	0	-40 805	-68 386
CEE Mobilisables	kWh CUMAC	0	5 117	4 271 397
Valorisation CEE	€	0	36	29 900
Temps de retour sur investissement actualisé	années	0	4	13
Dépenses annuelles énergétiques	€TTC	98 812	58 007	30 426
Dépenses énergétiques sur 30 ans (Actualisation des coûts d'énergie de 4%)	€TTC	5 862 345	3 441 438	1 805 128
Coût global (avec investissements)	€TTC	5 862 345	3 612 438	2 904 128





Commentaires

Les deux scénarios ont un temps de retour relativement court de moins de 15 ans. Le premier scénario a un temps de retour de 4 ans grâce à des interventions à faibles investissements (reprises des paramètres de régulation). Le scénario 2 possède un temps de retour de 13 ans avec des interventions ayant des investissements plus conséquents. Les deux scénarios permettent de réduire les coûts de fonctionnement et les émissions de gaz à effet de serre.

Avec une vision plus large sur l'évolution des coûts de l'énergie à 10% au lieu de 4%, nous constatons que le scénario 2 permet un retour sur investissement de 9 ans et le scénario 1 de 3 ans.

2 INTRODUCTION

2.1 OBJECTIF DE LA MISSION

L'audit énergétique consiste à réaliser un état des lieux du site (sur le bâti et les systèmes) dans le but d'identifier les gisements d'économies d'énergies possibles et de proposer des solutions d'amélioration efficaces et rentables à court, moyen et long terme (investissements, gains énergétiques, confort, etc.). L'audit justifie ces propositions alternatives en chiffrant l'investissement nécessaire et en présentant les gains énergétiques auxquels il est possible de prétendre. Par conséquent, il est possible de présenter les marges de progrès du site avec une analyse multicritère (TRI, investissements, gains, etc.).

Les principaux objectifs auxquels devra répondre la mission d'audit énergétique sont les suivants :

- Une diminution des consommations à travers la mise en place de systèmes performants,
- L'amélioration du confort intérieur pour les occupants,
- La diminution des émissions de CO₂
- Si justifié, utilisation d'une ou plusieurs énergies renouvelables.

2.2 DECRET TERTIAIRE

La **Loi ELAN**³ (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 obligation de 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** »⁴, 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 le périmètre de l'obligation définie par la Loi ELAN :

- Une approche en énergie finale, tous usages énergétiques confondus
- Toutes les activités tertiaires sont concernées, publiques comme privées, marchandes comme non-marchandes
- Avec un seuil de surface plancher supérieur à 1 000 m²
- Pour les bâtiments existants au 24/11/2018

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.

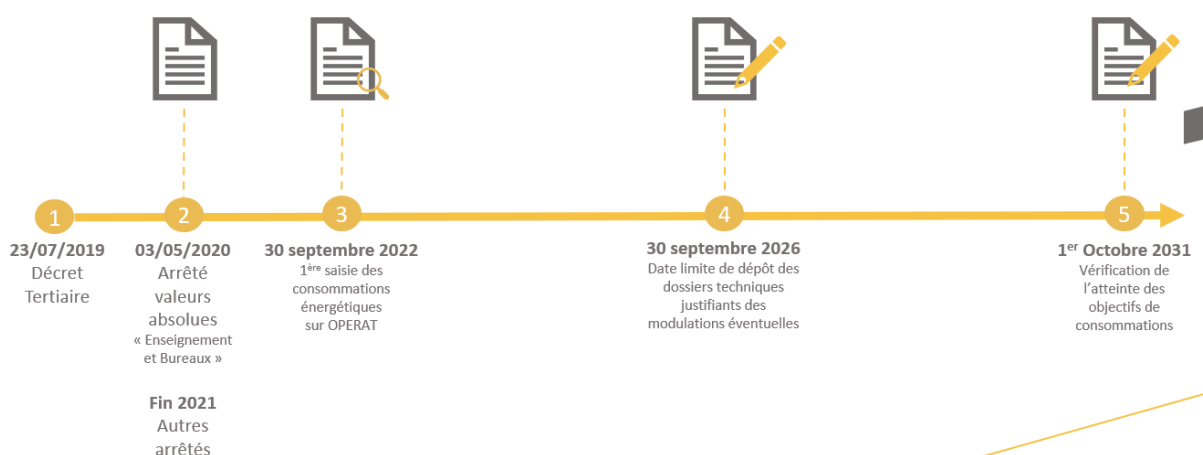
³ Loi ELAN : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037639478/>

⁴ 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.

Calendrier des échéances réglementaires



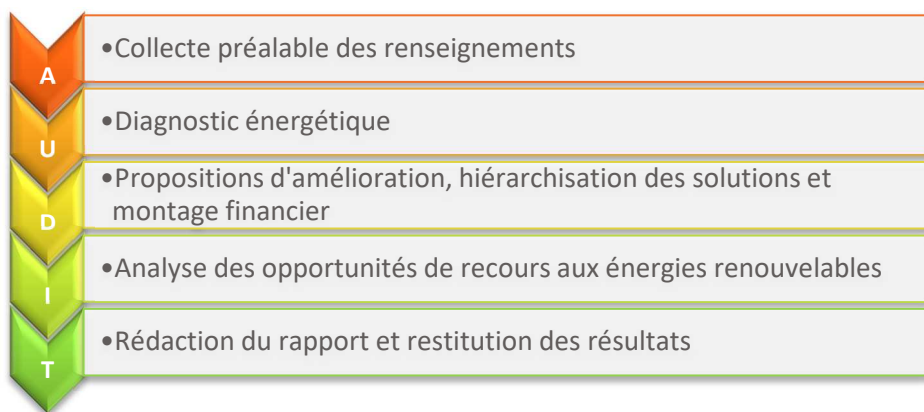
En cas de non-atteinte des objectifs (et/ou la non-transmission des données), dont la première évaluation sera faite en 2031, les **sanctions** encourues sont une amende de 5^{ème} classe (maximum 7 500 €), ainsi que la publication de l'identité des « mauvais élèves » par les services de l'Etat.

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.

2.3 METHODOLOGIE EMPLOYEE

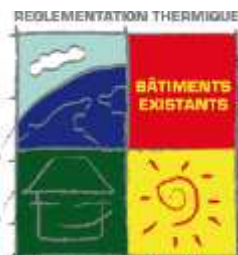
2.3.1 Processus de l'audit énergétique

Le diagnostic peut se décomposer en cinq étapes distinctes :



2.3.2 Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie

Sur la base des éléments techniques, architecturaux et fonctionnels de l'état de lieux et de l'analyse rétrospective des consommations et des usages énergétiques, un modèle thermique des bâtiments existants a été construit à l'aide du logiciel Pléiades+Comfie. Ce dernier permet de réaliser, sur la base d'une saisie unique des caractéristiques thermiques des bâtiments et des caractéristiques techniques des systèmes, trois types d'évaluations :



1. La méthode conventionnelle par le logiciel Pléiades de IZUBA utilisant la méthode TH-C-E ex (calcul réglementaire) établie par le CSTB, permet de simuler un bâtiment de manière conventionnelle (ou intrinsèque) en fonction de scénarios d'occupation prédéfinis et fixes, qu'il n'est pas possible de moduler (température intérieure de référence, occupation du bâtiment, etc.).

Cette méthode est utilisée par tous les bureaux d'études thermiques et ainsi, il est possible de conserver les mêmes résultats sur toutes les étapes d'un projet (de l'audit énergétique à la phase travaux). Cette méthode permet ainsi d'épurer la simulation des comportements d'usage du bâtiment et d'occupation (par exemple : température de consigne élevée, ouverture des ouvrants pour réguler le chauffage, etc.). Ainsi, il est possible de comparer de manière objective les bâtiments d'un même usage (bâtiment collectif, maison individuelle, enseignement, etc.).

Cette simulation présente les consommations de 5 usages (chauffage, refroidissement, ECS, éclairage, auxiliaires (de ventilation et de chauffage). C'est sur cette simulation que sont basées les subventions qu'il est possible d'obtenir.

2. La méthode par simulation thermique dynamique (STD). Cette méthode permet de caler le modèle thermique du bâtiment au plus près des consommations énergétiques réelles issues des factures. Les résultats du modèle thermique élaboré et les consommations énergétiques réelles sont confrontés, les hypothèses de calcul sont modifiées par essai-erreur en vue de réduire autant que possible l'écart entre les deux. Cette méthode de calcul est utilisée pour évaluer le potentiel d'économies d'énergie des actions d'efficacité énergétique dans la suite du rapport. Au-delà de la possibilité de prendre en compte la spécificité des comportements et des usages, 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.



3 SYNTHÈSE DES MÉTHODES UTILISÉES ET DIFFÉRENCES

Désignation	Méthode réelle	Méthode conventionnelle
Périmètre des usages pris en comptes	Tous les usages du site.	5 usages : Chauffage, ECS, refroidissement, éclairage, auxiliaires (ventilation et chauffage).
Paramètres d'usage et d'utilisation	Ceux constatés durant la visite afin d'adapter le modèle thermique à la réalité.	Ceux fixés dans la méthode de calcul. Ces paramètres ne peuvent pas être modifiés.
Objectif de cette méthode	Cette méthode permet : De fragmenter les factures disponibles en fonction des postes de consommation D'être le plus précis possible sur les économies d'énergie pressenties vis-à-vis des interventions proposées. D'avoir des temps de retour cohérents et représentatifs de la réalité	Cette méthode permet de comparer les bâtiments ayant la même fonction entre eux. Les subventions se basent sur cette méthode pour vérifier l'éligibilité.
Analyse des résultats	Les résultats présentés correspondent aux dépenses réelles du Maître d'Ouvrage.	Cette méthode donne une tendance théorique des consommations, qui ne correspond pas aux consommations réelles du bâtiment
Présentation dans le rapport	Les résultats de l'état actuel seront présentés selon cette méthode (estimation des consommations par poste, des dépenses, etc.). Les gains énergétiques (en kWh et en €TTC) des interventions et des scénarios seront également présentés suivant cette méthode	Une indication sur le résultat de l'étiquette sera uniquement présentée.

Les résultats des deux simulations ne peuvent donc pas être comparés car le périmètre de ces deux calculs est différent.

3.1 LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS PAR LA MOA

DOCUMENTS		FORMAT
Plans et surfaces	Plans de niveaux du bâtiment	DWG et PDF
Consommations énergétiques	Consommations et dépenses de gaz naturel des années 2011 à 2023.	Excel
	Consommations et dépenses électriques des années 2011 à 2023.	
Divers	Liste des travaux effectués	Excel

3.2 HYPOTHESES PRISES POUR LA REALISATION DE L'ETUDE

- Isolation par l'extérieur des murs extérieurs de l'extension par une épaisseur de 6 cm (hypothèse basée sur la date de construction du bâtiment).
- Isolation par l'intérieur des murs extérieurs du bâtiment de 1995 par une épaisseur de 6 cm (hypothèse basée la date de construction du bâtiment).
- Aucune isolation installée en sous-face du plancher bas sur terre-plein du bâtiment de 1995 (hypothèse basée la date de construction du bâtiment).
- Isolation des planchers bas sur terre-plein de l'extension réalisée par une épaisseur de 6 cm (hypothèse basée la présence d'un plancher chauffant dans le hall).
- Isolation par le dessus des toitures-terrasses par une épaisseur de 8 cm (hypothèse basée la date de construction du bâtiment et de l'extension).
- Fonctionnement permanent des extracteurs desservant les sanitaires, les bureaux, les salles de réunions (hypothèse basée sur le fait qu'aucun système de régulation n'a été observé lors de la visite).

3.3 ANOMALIES EVENTUELLES A FAIRE REMONTER

Sans objet.

3.4 POINTS BLOQUANTS

Sans objet.

3.5 ESTIMATIONS DES QUANTITES POUR LES DIFFERENTES PRESCRIPTIONS

La date de valeur des estimations correspond à la date de notre visite sur site, soit le 19/03/2024. Les quantités prescrites dans les interventions correspondent à des estimations réalisées à la suite de celle-ci.

4 DESCRIPTION DU SITE

4.1 INFORMATIONS GENERALES

4.1.1 Périmètre du diagnostic

CNED Unité Opérationnelle Rouen
3 Rue Guglielmo Marconi, 76130 Mont-Saint-Aignan

4.1.2 Coordonnées des interlocuteurs

	CNED - UNITE OPERATIONNELLE ROUEN
Nom	Sagrario PICHARD
Téléphone	02 35 59 54 10
Fonction	Assistant de direction CNED Collège
E-mail	sagrario.pichard@ac-cned.fr

4.1.3 Visite

La visite du bâtiment a été réalisée dans les conditions suivantes :

Situation	
Date de la visite :	19/03/2024
Diagnostiqueur :	Florentin GIRARDEAU fgirardeau@alterea.fr
Accompagnateurs :	Mme. PICHARD
Conditions climatiques :	T _{ext.} = 15°C, Ensoleillé

4.1.4 Travaux antérieurs ou programmés

Les travaux antérieurs ou programmés sont les suivants :

Travaux	Date
Travaux de réfection des toitures terrasses du bâtiment comprenant étanchéité et isolation	Prévu en 2025
Réfection de l'installation de chauffage : mise en place d'une PAC à l'extérieur du bâtiment avec relais de la chaudière en place en cas de températures négatives.	2023-2024
Remplacement des luminaires extérieurs	2022-2023
Remplacement des luminaires par des LED (partie courrier + archives - non gradable)	2022-2023
Remplacement des luminaires par des LED (commande gradable)	2022-2023
Extension du bâtiment	1999

4.1.5 Vue aérienne du site



Désignation	
	Bâtiment 1995
	Extension 1999

4.2 DONNEES D'USAGE DU SITE

4.2.1 Bâtiments

Bâtiment	Année de Construction	Niveaux	SHON étudiée	Surface chauffée	Usages
CNED - Unité opérationnelle Rouen	1995 + Extension 1999	2	3 058 m ²	2 280 m ²	Immeuble de bureaux

*Le bâtiment respecte la RT 1988.

4.2.2 Occupation du bâtiment

4.2.2.1 Horaires du site

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Ouverture	07h00	07h00	07h00	07h00	07h00	-	-
Fermeture	19h00	19h00	19h00	19h00	19h00	-	-

4.2.2.2 Fréquentation du site

Dénomination	Effectif
Effectif du site	Environ 100 personnes

4.3 ANALYSE DU CONFORT DES USAGERS

Les usagers du site ont été interrogés et il ressort les analyses suivantes sur leur confort :

Confort	Ressenti des occupants / Note	Commentaires
Hivernal		Le confort hivernal est faible dans l'ensemble du bâtiment. Les usagers ont des sensations de froid. Le bâtiment est fortement vitré et les menuiseries actuelles ne sont pas performantes. Également, les épaisseurs d'isolation des murs et des planchers haut sont faibles. Le remplacement des menuiseries ainsi que la reprise de l'isolation des murs et des toitures-terrasses permettront d'améliorer le confort hivernal des usagers.
Estival		Le confort estival du bâtiment est faible. Le site est occupé toute l'année. La salle de réunion est équipée d'un split system permettant le refroidissement de la zone. Des sensations de chaud sont ressentis par les usagers dans l'ensemble des bureaux du bâtiment. La surface vitrée du bâtiment est importante et les menuiseries ne sont pas performantes. Également, le bâti est peu performant. Le remplacement des menuiseries ainsi que la reprise de l'isolation des murs et des toitures-terrasses permettront d'améliorer le confort estival des usagers. Également, la mise en place d'ombrières ou de brise-soleils pourra être considérée sur les menuiseries pour limiter l'inconfort estival. A
Lumineux		Le confort lumineux est très bon. Les systèmes d'éclairage sont présents en quantités suffisantes, sont de technologies LED et sont gradables dans les bureaux.
Acoustique		Lors de la visite, aucune nuisance provenant de l'environnement alentour n'a été constatée.
Renouvellement d'air (ventilation)		Le bâtiment dispose d'extracteurs d'air. Ils permettent d'extraire l'air vicié des sanitaires et des bureaux/salles de réunion. Le reste du bâtiment est ventilé naturellement. Les usagers ont signalé des remontées d'odeurs. La mise en place d'une centrale de traitement d'air avec récupération de chaleur dans l'ensemble des locaux (hors sanitaires) permettra d'améliorer la qualité de l'air des usagers et d'améliorer leur confort en conséquence.
Étanchéité à l'air		L'étanchéité à l'air est faible. Les menuiseries ne sont pas performantes et des infiltrations d'air sont ressentis par les usagers. Le remplacement des menuiseries permettra d'améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Le nombre de pictogrammes correspond au niveau de confort selon la légende ci-dessous :

Légende :

	Confort faible
	Confort moyen
	Confort bon
	Confort très bon

4.4 ANALYSE DU COMPORTEMENT DES USAGERS

Inspection des comportements	
Comportement des usagers	
Le public est-il sensibilisé aux problématiques énergétiques ?	Non très peu
Hiver : Comportement des usagers vis-à-vis de l'ouverture des Mex	Ouverture uniquement par le personnel de ménage
Hiver : Les portes d'accès aux bâtiments (halls, portes d'entrée, accès techniques, etc) sont	Fermées systématiquement
Comportement vis à vis de la bureautique - Personnel	Extinction de beaucoup de postes
Comportement vis à vis des radiateurs	Tendance à ouvrir les robinets
Comportement vis à vis de l'éclairage	Les usagers éteignent souvent les éclairages
Comportement vis à vis des douches	Non utilisées
Ressenti des usagers	
Les usagers ont-ils des sensations de froid en hiver ?	Oui (ensemble du site)
Les usagers ont-ils des sensations de chaud en été ?	Oui (ensemble du site)
Les usagers ressentent-ils des courants d'air ?	Oui (zones ponctuelles)
Les usagers mentionnent-ils des problématiques liées à la qualité de l'air (odeurs, air sec, air humide, ...) ?	Odeurs
Si autre, préciser	-
Appréciation générale du comportement des usagers	
Performance	2
Commentaires	Les occupants du bâtiment sont très peu sensibilisés aux problématiques énergétiques. Aucun affichage de sensibilisation n'a été constaté lors de la visite. Les usagers ont tendance à ouvrir les robinets des radiateurs lorsqu'ils ont des sensations de froid. Également, des courants d'air sont ressentis par les usagers au niveau des menuiseries. Des remontés d'odeurs dans le bâtiment ont été signalées par les usagers. Des travaux sur les systèmes et sur le bâti sont envisageables afin d'améliorer le confort des usagers.

0	Très énergivore
1	Energivore
2	Performant
3	Très performant

5 ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE

5.1 USAGES ENERGETIQUES DU SITE

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

5.2 PLAN DE COMPTAGE DES ENERGIES

5.2.1 Description de l’approvisionnement en électricité

- Le site dispose d’un seul compteur général qui dessert l’ensemble du bâtiment
- Aucune présence de sous-compteur pour l’électricité.

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PDL	Fournisseur	Puissance souscrite
CNED - Unité opérationnelle Rouen	Fournisseur	-	-	NC	NC

Le schéma ci-dessous présente le système de comptage actuel et proposé :

Réseau électrique	Compteur général électrique	Départ 1 :	Auxiliaire de chauffage
		Départ 2 :	Refroidissement
		Départ 3 :	Auxiliaires de ventilation
		Départ 4 :	Eclairages
		Départ 5 :	ECS

Légende		
Compteur concessionnaire existant	Sous-compteur existant	Sous-compteur à poser en vue d’une maîtrise complète des consommations d’énergie du site

Aucun sous compteur n’est présent sur site afin d’indiquer avec précision les consommations spécifiques des différents usages du bâtiment de Rouen. La mise en place de sous-compteurs électriques permettrait d’identifier précisément les consommations et de limiter le risque de dérives énergétiques. La remontée d’informations via les sous-compteurs sur la GTB est préconisée pour mettre en conformité l’équipement.

5.2.2 Description de l’approvisionnement en gaz naturel

Le site dispose d’un seul compteur général pour le gaz naturel.

Zone	Type de compteur	Matricule compteur	PCE	Fournisseur
CNED - Unité opérationnelle Rouen	Fournisseur	-	-	NC

Le schéma ci-dessous présente le système de comptage actuel et proposé :

Réseau gaz	Compteur général gaz	Départ 1 :	Réseau radiateurs chaufferie principale
		Départ 2 :	Réseau aérothermes chaufferie principale
		Départ 3 :	Réseau plancher chauffant sous-station extension
		Départ 4 :	Réseau façade Nord sous-station extension
		Départ 5 :	Réseau façade Sud sous-station extension

Légende		
Compteur concessionnaire existant	Sous-compteur existant	Sous-compteur à poser en vue d’une maîtrise complète des consommations d’énergie du site

Il est préconisé d’installer un sous-comptage thermique sur chaque départ de chauffage (en sous-station de l’extension ainsi qu’en chaufferie principale) du bâtiment de Rouen afin de différencier avec précision les consommations de chauffage du bâtiment et d’éviter les dérives énergétiques. Ces sous-compteurs seront également intéressants avec la présence de la pompe à chaleur installée début 2024. La remontée d’informations via les sous-compteurs sur la GTB est préconisée pour mettre en conformité l’équipement.

5.3 HISTORIQUE DES CONSOMMATIONS

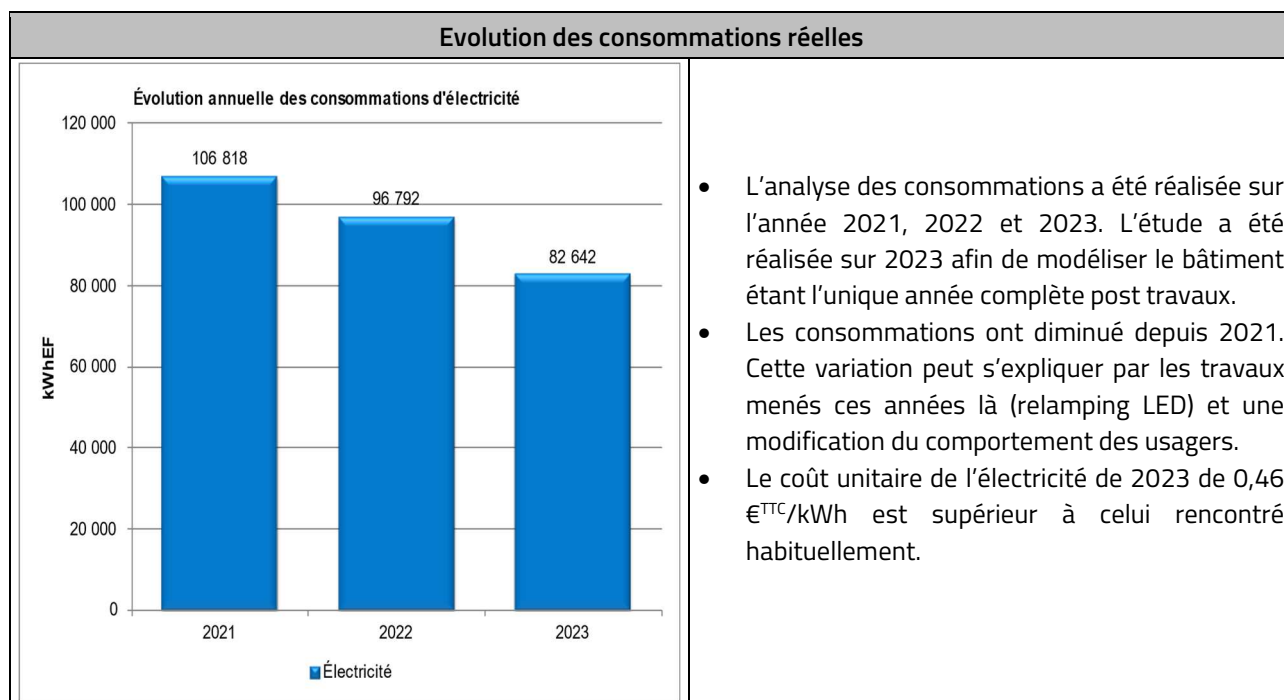
5.3.1 Electricité

Les consommations ci-dessous nous ont été transmises par la Maîtrise d'Ouvrage.

Consommations énergétiques réelles		2021	2022	2023	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{SHON}
Électricité	Consommations (kWh)	106 818	96 792	82 642	95 417	80,5
	Emissions de CO2 (kg _{éq-CO2})	8 973	8 131	6 942	8 015	
	Dépenses (€ ^{TTC})	17 723	20 932	38 399	25 685	
	Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh)	0,17	0,22	0,46	0,27	

*Les consommations antérieures à 2023 ont été écartées de l'étude du fait du Covid-19 et des travaux qui ont été réalisés avant 2023.

Les facteurs de conversion pour l'émission de gaz à effet de serre sont précisés (12.3.2).



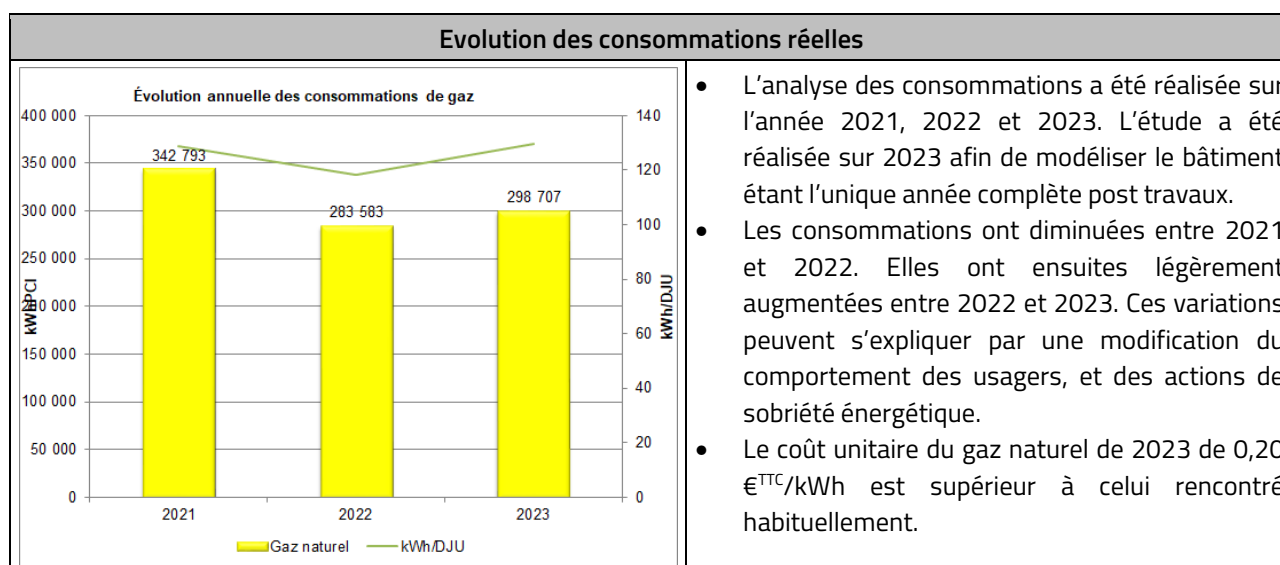
5.3.2 Gaz naturel

Les consommations ci-dessous nous ont été transmises par la Maîtrise d'Ouvrage.

Consommations énergétiques réelles		2021	2022	2023	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{SHON}
Gaz naturel	Consommations (kWh)	342 793	283 583	298 707	308 361	101,1
	Emissions de CO2 (kg _{éq-CO2})	80 214	66 358	69 897	72 156	
	Dépenses (€ ^{TTC})	21 388	30 797	60 413	37 533	
	Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh)	0,06	0,11	0,20	0,12	
	DJU (Station : Rouen Boos)	2 664	2 394	2 303		
	DJU Décennaux : 2 461					

*Les consommations antérieures à 2023 ont été écartées de l'étude du fait du Covid-19 et des travaux qui ont été réalisés avant 2023.

Les facteurs de conversion pour l'émission de gaz à effet de serre sont précisés (12.3.2).



5.3.3 Détermination de l'année de référence (Décret Tertiaire)

La sélection de l'année de référence s'effectue sur les 10 dernières années, soit entre 2010 et 2019. Pour cela, nous analysons les consommations d'énergie sur ces 10 années, issues des relevés de consommations fournis par la Maîtrise d'Ouvrage. Ensuite, une modulation des consommations d'énergie vis-à-vis de la rigueur climatique (DJU) pour les postes chauffage et climatisation est effectuée. Les années non renseignées dans le tableau ci-après sont liées à des données non exploitables ou non disponibles.

Consommations énergétiques corrigées à la rigueur climatique (Toutes énergies confondues)											
Années	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022
Consommation totale corrigée [kWhEF]	460 292	529 523	512 245	429 922	436 594	417 997	473 403	553 298	621 983	414 192	443 048
Consommation surfacique totale [kWhEF/m²]	166	190	184	155	157	150	170	199	224	149	159

L'année 2019 étant la plus consommatrice sur ces dix dernières années, elle est sélectionnée pour année de référence.

La consommation de référence associée est de 224 kWhEF/m²SP.an

Il sera possible de valoriser gratuitement les travaux énergétiques réalisés entre 2019 et aujourd'hui, dans l'atteinte des objectifs énergétiques réglementaires. Une économie déjà valorisable entre 2019 et 2022, **indique un gain de 35%.**

5.3.4 Objectifs de consommations énergétiques aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050

Deux options sont possibles pour définir les objectifs de réduction des consommations d'énergie aux échéances temporelles 2030, 2040 et 2050 :

- 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. A ce jour, seul l'arrêté pour les catégories de bâtiments « Enseignement et Bureaux » et pour l'échéance 2030 est publié en date du 24 novembre 2020 ; les arrêtés pour les autres usages sont attendus pour fin 2021.

Calcul des objectifs « décret tertiaire » :

Les objectifs de consommation d'énergie calculés sont :

- Objectif absolu 2030 = 106 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2030 (-40%) = 134 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 112 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 89 kWhEF/m²

L'objectif en valeur absolue pour 2030 est déterminé suivant l'arrêté du 24 novembre 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale des bâtiments à usage tertiaire, catégorie « Bureaux Services Publics », sous-catégorie « Bureaux Standards (cloisonnés-attribués) ». Les objectifs en valeur absolue pour 2040 et 2050 ne sont pas encore disponibles.

Objectifs « décret tertiaire » retenus :

Ainsi, les objectifs « décret tertiaire » retenus dans le cadre de cette étude sont :

- Objectif relatif 2030 (-40%) = 134 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 112 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 89 kWhEF/m²

En 2022, le bâtiment possède un ratio de consommation de 159kWhEF/m².

5.4 CONTRAINTES TECHNIQUES, ARCHITECTURALES ET PATRIMONIALES

Plusieurs contraintes peuvent compromettre l'atteinte des objectifs énergétiques :

- Contraintes techniques
- Contraintes architecturales
- Contraintes patrimoniales
- Coûts manifestement disproportionnés des actions par rapport aux avantages attendus en termes de consommations d'énergie finale.

Dans le cas où celles-ci sont avérées, elles devront être justifiées par un dossier technique. Le bâtiment concerné pourra donc faire l'objet d'une demande de modulation des objectifs.

Voici un bilan dressant par type de contrainte les difficultés éventuelles du site audité.

Contrainte décret tertiaire	
Contraintes techniques	
Les façades sont compatibles avec la mise en place d'une ITE	Non
Les façades sont perspirantes (isolants végétaux : ouate de cellulose, fibre de bois...)	Non
Des équipements peuvent être implantés en façade (conduit fumée, groupe ext., ...)	Oui
Les planchers peuvent être isolés (absence de voute en pierre/moellon, plancher métallique...)	Non
Le retour d'isolant sur les fenêtres est simple à mettre en œuvre	Oui
La surface extérieure est suffisante pour la mise en place de technologies renouvelables (ex : forage géothermique, silos bois...)	Non
La hauteur sous plafond est inférieure à 2,7 m	Non
Contraintes architecturales	
Des échafaudages peuvent être installés sans empiéter sur la propriété voisine	Oui
Les façades sont ouvragées ou complexes	Non
Les menuiseries sont homogènes	Oui
Les descentes EP sont simples à modifier	Oui
Des entrées d'air sont présentes	Oui
Contraintes patrimoniales ⁵	
Le bâtiment est classé	Non
L'année de construction du bâtiment est antérieure à 1930 (bâtiment qualitatif) ou le bâtiment est constitué de matériaux nobles (pierre de taille/brique/ardoise/zinc)	Non
Le bâtiment dispose de surélévations ou d'extensions	Oui
L'environnement du site présente une valeur patrimoniale importante	Non
Coûts disproportionnés	
Les interventions sur le bâti ont un temps de retour sur investissement supérieur à 30 ans	Non
Les interventions sur les équipements ont un temps de retour sur investissement supérieur à 15 ans	Non
Les interventions sur les systèmes d'optimisation et d'exploitation ont un temps de retour sur investissement supérieur à 10 ans	Non

⁵ L'analyse du périmètre classé a été réalisée depuis le site <http://atlas.patrimoines.culture.fr>

6 DESCRIPTION DU BATIMENT

6.1 BATI

Légende utilisée pour la suite de l'audit :

U : Coefficient de transmission thermique ($W/m^2.K$)

U_w : Coefficient de transmission thermique Windows ($W/m^2.K$). Cela correspond à la mesure de l'ensemble de la fenêtre (résultat du U_f du cadre (U_{frame}) et du U_g du vitrage (U_{glass})).

Performance	0	Très déperditif	1	Déperditif	2	Performant	3	Très performant
Vétusté	0	A remplacer	1	Etat d'usage	2	Bon état	3	Etat neuf

Paroi opaque					
Mur sur extérieur - ITE		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	309m ²	0,56	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Année :	1999			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'extérieur			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	6 cm			
	Pathologies :	Parement dégradé			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			
Mur sur extérieur - ITI		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	160m ²	0,56	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Année :	1995			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	6 cm			
	Pathologies :	Présence de salissures généralisées			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			

Mur sur locaux non chauffé			Surface	U	P	V
	Type :	Béton creux (parpaing)	187m²	1,92	0	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Année :	1995				
	Nature du local non chauffé :	Stockage				
	Présence d'une isolation :	Non				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	2.5				
Mur sur extérieur - Non isolé			Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	82m²	2,90	0	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Année :	1999				
	Présence d'une isolation :	Non				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2				

Commentaire par équipement	
Mur sur extérieur - ITE	Les murs extérieurs de l'extension du bâtiment datant de 1999 sont isolés par l'extérieur sous le bardage métallique. Lors de la visite, l'isolation n'a pas été observée. Basée sur la date de construction de l'extension, l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 6 cm a été installée. Cette épaisseur est faible et le bardage est vétuste, il est préconisé de reprendre l'isolation par l'extérieur afin que le mur respecte une résistance thermique $R=5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.
Mur sur extérieur - ITI	Les murs extérieurs de la partie du bâtiment d'origine (1995) sont isolés par l'intérieur. Lors de la visite, l'isolation n'a pas été observée. Basée sur la date de construction du bâtiment, l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 6 cm a été installée. Cette épaisseur est faible, il est préconisé d'installer une isolation par l'extérieur afin que le mur respecte une résistance thermique $R=5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$. Afin d'éviter la condensation dans les murs, il est important que l'épaisseur de l'isolation extérieur n'excède pas 2/3 de l'épaisseur de l'isolation intérieur.
Mur sur locaux non chauffé	Les locaux de stockage, d'archives et ex-imprimerie du bâtiment construit en 1995 ne sont plus chauffés. Les murs donnant sur ces locaux ne sont pas isolés. La mise en place d'une isolation respectant une résistance de $R=5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ est préconisée.
Mur sur extérieur - Non isolé	Une minorité des murs Est de l'extension de 1999 ne sont pas isolés. La mise en place d'une isolation par l'extérieur afin que la paroi respecte une résistance thermique de $R= 5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ est préconisée.

Menuiserie						
Menuiserie en aluminium 4/10/4		Surface	Uw	P	V	
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 10 mm	350m²	2.70	1	2
	Etanchéité :	Faible				
	Remplissage :	Air				
	Année :	1999				
	Occultation :	Store intérieur				
	Matériau occultation :	Textile				
	Position :	Nu extérieur				
	Pathologies :	Présence de condensation dans le double vitrage				
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9				
Menuiserie en aluminium 4/8/4		Surface	Uw	P	V	
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 8 mm	100m²	3.40	1	2
	Etanchéité :	Faible				
	Remplissage :	Air				
	Année :	1995				
	Occultation :	Store intérieur				
	Matériau occultation :	Aluminium				
	Position :	Nu extérieur				
Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9					
Lanterneau		Surface	Uw	P	V	
	Matériau et vitrage :	Métal / Polycarbonate simple-peau	13m²	3.60	1	2
	Etanchéité :	Faible				
	Remplissage :	Sans objet				
	Année :	1999				
	Occultation :	Aucune				
	Matériau occultation :	Sans objet				
	Inclinaison :	Horizontale				
	Pathologies :	Présence de défauts d'étanchéité à l'air ponctuels au niveau du cadre				
Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9					

Porte en aluminium non isolé		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Porte pleine non isolée	5m ²	5.80	1
	Etanchéité :	Mauvaise			
	Remplissage :	Sans objet			
	Année :	1995			
	Occultation :	Aucune			
	Matériau occultation :	Sans objet			
	Position :	Nu extérieur			
Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :		Sans objet			2

Commentaire par équipement	
Menuiserie en aluminium 4/10/4 Menuiserie en aluminium 4/8/4	Les menuiseries du bâtiment d'origine sont en aluminium double vitrage avec une épaisseur de lame d'air de 8 mm et celles de l'extension en aluminium double vitrage avec une épaisseur de lame d'air de 10 mm. Ces menuiseries sont énergivores et vétustes. De plus, il a été constaté la présence de condensation dans le double vitrage des menuiseries de l'extension. Le remplacement de l'ensemble des menuiseries du bâtiment par des menuiseries en aluminium respectant une performance de Uw= 1,30 W/(m ² .K) est préconisé.
Lanterneau	Des menuiseries en polycarbonate simple peau sont présentes en toiture-terrasse. Elles sont énergivores et vétustes. Le remplacement de ces menuiseries par des menuiseries en aluminium respectant une performance de Uw= 1,30 W/(m ² .K) est préconisé. Le remplacement pourra être réalisé simultanément avec la réfection de la toiture-terrasse.
Porte en aluminium non isolé	La porte de l'ex-diffusion (ancienne imprimerie) est en aluminium non isolée. Elle est énergivore et vétuste. Il est préconisé de la remplacer par une porte respectant une performance de Ud= 1,50 W/(m ² .K).

Plancher bas					
Plancher bas sur terre-plein – Bâtiment 1995		Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	510m ²	0,23	3
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Année :	1995			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	Sans objet			
Plancher bas sur terre-plein – Extension 1999		Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	839m ²	0,11	3
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	6 cm			
	Année :	1999			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	Sans objet			

Commentaire par équipement	
Plancher bas sur terre-plein – Bâtiment 1995	Les planchers bas du bâtiment construit en 1995 donne sur un terre-plein. Basée sur l'année de construction du bâtiment (1995), l'hypothèse prise est qu'aucune isolation n'a été installée en sous-face du plancher bas sur terre-plein. Le fait que le plancher bas donne sur un terre-plein permet de limiter les déperditions. Etant donné la complexité et le coût engendré par la mise en place d'une isolation en plancher bas sur terre-plein, aucune intervention n'est préconisée.
Plancher bas sur terre-plein – Extension 1999	Les planchers bas de l'extension du bâtiment donne sur un terre-plein. La présence d'un plancher chauffant implique une isolation en sous-face du plancher bas. Basée sur cette information et sur la présence d'un plancher chauffant dans le hall d'entrée, l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 6 cm a été installée en sous-face. Aucune intervention n'est préconisée.

Plancher Haut					
Toiture-terrasse – Bâtiment 1995		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	510m ²	0,45	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	8 cm			
	Etanchéité :	Bitumineuse			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Année :	1995			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5			
Toiture-terrasse – Extension 1999		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	839m ²	0,45	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	8 cm			
	Etanchéité :	Finition lourde (gravillons)			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Année :	1999			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	4.5			

Commentaire par équipement	
Toiture-terrasse – Bâtiment 1995 Toiture-terrasse – Bâtiment 1999	Basée sur la date de construction du bâtiment (1995 et 1999), l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 8 cm a été installée par le dessus de la toiture-terrasse. En 2025, une réfection de la toiture-terrasse comprenant l'étanchéité et l'isolation est prévue. Cette intervention est préconisée afin que le plancher haut respecte une résistance de $R=7,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

6.2 CHAUFFAGE

6.2.1 Description de la chaufferie

Production de chaleur			
Chaudière - Gaz Naturel		P	V
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique totale :	230 kW	
	Puissance électrique totale :	NC	
	Classement ICPE :	Non	
	Technologie :	Basse température	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Mode d'évacuation :	Ventouse	
	Position :	Au sol	
	Année :	1997	
	Marque :	Guillot	
	Modèle :	Optimagaz 232	
	Nombre :	2	
	Brûleur intégré :	Oui	
	Nombre de brûleur :	2	
Electricité		P	V
-	Energie :	Electricité	NC

Commentaire par équipement	
Chaudière – Gaz Naturel	Deux chaudières à gaz basses températures assurent le chauffage de l'ensemble du bâtiment. Une pompe à chaleur air-eau a été installée début 2024 en remplacement des chaudières. Les chaudières ont été conservées en appoint de la PAC en cas de températures extérieures négatives. Cette intervention est présentée dans le rapport afin d'estimer les gains potentiels mais a déjà été réalisée (étant donné qu'il n'y a pas encore d'année pleine de consommation tenant compte de cette installation de pompe à chaleur). La pompe à chaleur récemment installée utilise le fluide frigorigène R32. Le gaz est du R32 avec un PRP de 675, donc il n'est pas concerné par les interdictions de fluide qui portent sur les PRP>750.
Electricité	Des radiateurs à bain d'huile et des convecteurs électriques d'appoint sont utilisés ponctuellement par les usagers. Sachant que si la puissance n'est pas augmentée, il est possible légalement de continuer à maintenir cet équipement.

Auxiliaire de chauffage			
Pompe chauffage – Départ radiateurs		P	V
	Puissance électrique totale :	475 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Radiateurs	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Grundfos	
	Modèle :	Magna1D 40 - 120 F 250	
	Nombre :	1	
		3	2
Pompe chauffage – Départ aérothermes		P	V
	Puissance électrique totale :	475 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ constant	
	Nom du départ :	Aérotherme	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Grundfos	
	Modèle :	Magna1D 40 - 120 F 250	
	Nombre :	1	
		3	2
Pompe chauffage – Départ primaire extension		P	V
	Puissance électrique totale :	450 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Primaire	
	Nom du départ :	Départ primaire extension	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Grundfos	
	Modèle :	UPSD 50-120/2	
	Nombre :	1	
		1	2
Pompe chauffage - Recyclage chaudière		P	V
	Puissance électrique totale :	305 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe simple	
	Fonction :	Recyclage chaudière	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Wilo	
	Modèle :	Yonos MAXO 50/0,5-8	
	Nombre :	1	
		3	2

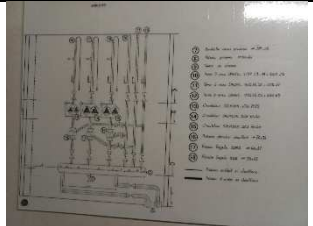
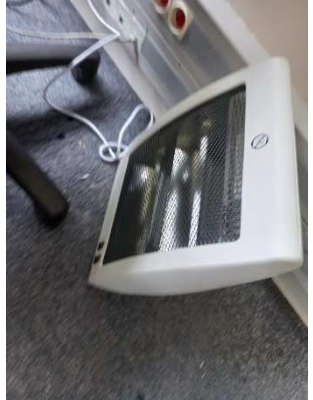
Pompe chauffage - Sous-station extension départ plancher chauffant		P	V
	Puissance électrique totale :	83 W	
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Départ plancher chauffant	2
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	CXL2025P	
	Nombre :	1	
Pompe chauffage - Sous-station extension départs Sud-Ouest et Nord-Est		P	V
	Puissance électrique totale :	300 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Départ Sud-Ouest, Départ Nord-Est	2
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	DCX40-40	
	Nombre :	2	

Commentaire par équipement	
Pompe de chauffage – Départ radiateurs Pompe de chauffage – Départ aérothermes Pompe de chauffage – Recyclage chaudière Pompe chauffage – Sous- station extension départs Sud-Ouest et Nord-Est	La majorité des pompes de chauffage sont à débit variable. Aucune intervention n'est préconisée.
Pompe de chauffage – Départ primaire extension Pompe chauffage – Sous- station extension départ plancher chauffant	La pompe de chauffage du départ primaire de l'extension est à débit constant. Elle permet la distribution du chauffage jusqu'à la sous-station de l'extension. La pompe de chauffage du départ plancher chauffant présente en sous-station est également à débit constant. Le remplacement de ces circulateurs par des pompes à débit variable est préconisé.

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

Commentaire par équipement	
Réseaux de chauffage	Les réseaux de chauffage sont correctement calorifugés. Il a été constaté quelques défauts causés par le vieillissement du calorifugeage de la chaufferie principale ainsi que de la sous-station. Ces défauts ne sont pas majeurs. A plus long terme, la reprise du calorifugeage des réseaux sera à considérer.

6.2.2 Description des émetteurs

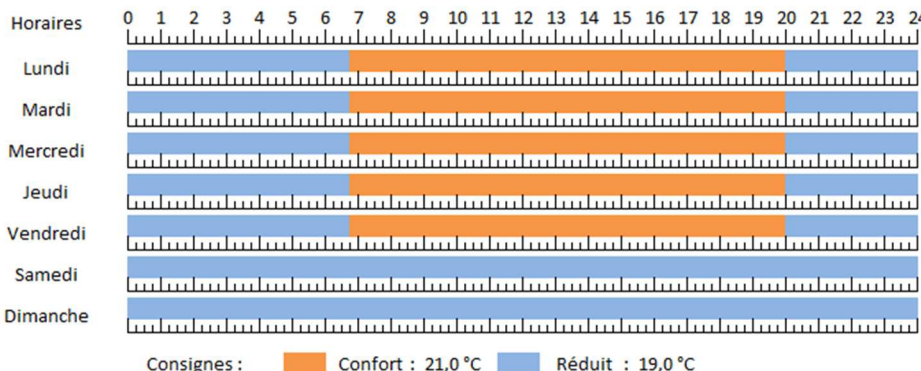
Emission de chaleur			
Radiateur		P	V
	Locaux desservis :	Majorité du bâtiment	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier et fonte	
	Année :	1995 et 1999	
2			2
Plancher chauffant		P	V
	Locaux desservis :	RDC extension	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Plancher chauffant basse température	
	Année :	1999	
		2	2
Aérothermes		P	V
	Locaux desservis :	Ex Diffusion Courrier	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes (chauffage seul)	
	Année :	Non déterminée	
		0	2
Emetteurs électriques d'appoint		P	V
	Locaux desservis :	Bureaux	
	Technologie :	Convecteur ancienne génération	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	Non déterminée	
		0	2

Commentaire par équipement	
Radiateur	La majorité du bâtiment est chauffée par des radiateurs hydrauliques. Ces émetteurs sont performants, aucune intervention n'est préconisée.
Plancher chauffant	Basé sur le schéma de principe de la sous-station de l'extension, un plancher chauffant est présent dans le bâtiment. Il est supposé être présent dans le hall d'entrée du bâtiment. Ce système est performant, aucune intervention n'est préconisée.
Aérothermes	Le local ex-diffusion est chauffé par des aérothermes. Ces émetteurs sont adaptés aux locaux ayant une hauteur sous-plafond importantes. Pour cette raison, aucune intervention n'est préconisée.
Radiateurs à bain d'huile et convecteurs électriques d'appoints	Des radiateurs à bain d'huile électriques et des convecteurs électriques portables sont utilisés en appoint par les usagers lorsque l'inconfort hivernal est trop important. Les travaux sur le bâti permettront d'améliorer le confort des usagers et de stopper l'utilisation de ces équipements.

Régulation terminale chauffage			
Robinet thermostatique ancien		P	V
	Technologie :	Robinets thermostatiques anciens	
	Année :	1995 et 1999	
	Locaux desservis :	Majorité du bâtiment	
		2	2
Robinet thermostatique récent		P	V
	Technologie :	Robinets thermostatiques anciens	
	Année :	Non déterminée	
	Locaux desservis :	Minorité du bâtiment	
		2	2
Sans régulation terminale – Plancher chauffant		P	V
-	Technologie :	Sans régulation terminale	
	Locaux desservis :	Hall extension	
		0	NC
Interrupteur manuel – Aérothermes, radiateurs à bain d'huile et convecteurs électriques d'appoints		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	
	Année :	Non déterminée	
	Locaux desservis :	Ex Diffusion Courrier, Bureaux	
		1	2

Commentaire par équipement	
Robinet thermostatique ancien	Les radiateurs sont régulés par des robinets thermostatiques. Aucune intervention n'est préconisée.
Robinet thermostatique récent	
Sans régulation terminale – Plancher chauffant	Le plancher chauffant ne possède aucune régulation terminale.
Interrupteur manuel – Aérothermes, radiateurs à bain d'huile et convecteurs électriques d'appoints	Les aérothermes, les radiateurs à bain d'huile et les convecteurs électriques d'appoints sont pilotés par des interrupteurs manuels.

6.2.3 Description de la régulation

Caractéristiques de la régulation en chaufferie :		Vétusté	Perf.
Régulation	 La régulation du chauffage est réalisée à partir d'une GTB. Ce système est performant.	2	1
	Départ Chauffage  Consignes : ■ Confort : 21,0 °C ■ Réduit : 19,0 °C		

Commentaires
Le chauffage est actuellement régulé par l'intermédiaire d'une GTB. Lors de la visite, il a été vu que le planning de chauffage correspond à l'occupation du bâtiment. En revanche, les températures de consigne de confort et de réduit ne sont pas adaptées au bâtiment. Elles sont respectivement de 21 °C et 19 °C. Il est préconisé de réduire les températures de consigne et de réduit à 19 °C et 16 °C respectivement. Également, aucune température d'hors gel n'est appliquée. La mise en place d'une température d'hors gel de 8 °C lorsque le bâtiment est inoccupé plus de 24h consécutives, comme le week-end, est préconisée. Dans ce cas, le chauffage sera à redémarrer en mode confort 2h avant l'arrivée des premiers usagers le lundi matin. Il est important de noter que cette température de 8 °C pourrait entraîner des problématiques d'humidité dans le bâtiment (le bâti étant actuellement peu performant). Si aucun travaux n'est entrepris sur le bâti, il est préconisé d'appliquer une température d'hors gel à 12 °C. Le site de Rouen est en conformité avec le décret BACS du 21/07/2020 (Building Automation and Control System) imposant la mise en place d'une GTB pour les bâtiments tertiaires disposant d'une puissance installée (Chauffage + Refroidissement) supérieure à 290kW. Le lot de ventilation doit communiquer avec la GTB.

6.3 VENTILATION

Équipement de ventilation			
Extracteurs simple flux		P	V
	Technologie :	Autoréglable	
	Année :	Non déterminée	
	Locaux desservis :	Sanitaires et Bureaux	
	Localisation :	Toiture-terrasse	
		1	2
Ventilation naturelle		P	V
-	Technologie :	Ventilation par ouverture des fenêtres	
	Locaux desservis :	Ex-diffusion	
		0	NC

Commentaire par équipement	
Extracteurs simple flux	Des extracteurs permettent l'extraction de l'air vicié des sanitaires, des bureaux et des salles de réunion. Un extracteur a été vu en toiture-terrasse. Ces équipements sont adaptés aux locaux humides comme les sanitaires et les vestiaires. En revanche, il est préconisé de mettre en place une centrale de traitement d'air avec récupération de chaleur dans les bureaux et salles de réunion afin de contrôler le débit de ventilation et d'améliorer la qualité de l'air des usagers.
Ventilation naturelle	Une minorité du bâtiment (local ex-diffusion) est ventilée naturellement par ouverture des menuiseries et défauts d'étanchéités de l'enveloppe du bâtiment. Il est préconisé de mettre en place une CTA double flux à récupération de chaleur afin de contrôler les débits de ventilation et le renouvellement d'air des locaux et ainsi d'améliorer le confort et la qualité de l'air des usagers.

Régulation centrale ventilation			
Fonctionnement permanent		P	V
-	Technologie : Fonctionnement permanent	0	NC
	Programmation : Sans objet		
	Adéquation de la régulation : Non optimisée		
	Locaux desservis : Sanitaires et Bureaux		

Commentaire par équipement	
Fonctionnement permanent	Aucune système de régulation n'a été observé pour les extracteurs desservant le bâtiment. L'hypothèse prise est qu'ils fonctionnent en permanence. Ce fonctionnement est adapté aux locaux humides tels que les sanitaires. En revanche, la mise en place d'une horloge est préconisée afin de limiter le fonctionnement des extracteurs des bureaux et salles de réunion à l'occupation de ces zones. La mise en conformité de la GTB avec le raccordement des équipements de ventilation est préconisée.

6.4 EAU CHAUDE SANITAIRE

Production ECS			
Ballon électrique – 300L		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	1	
	Type de production :	Production centralisée	
	Puissance électrique unitaire :	3 kW	
	Volume :	300 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Sanitaires, cuisine, douches	
	Localisation :	Chaufferie	
		3	2
Ballon électrique – 30L		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	2	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Puissance électrique unitaire :	1.5 kW	
	Volume :	30 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Ex imprimerie	
	Localisation :	Ex imprimerie	
		NC	NC

Commentaire par équipement	
Ballon électrique – 300L	Un ballon électrique d'un volume de 300L est présent en chaufferie principale. Il alimente l'ensemble des sanitaires du bâtiment, la cuisine et les douches qui ne sont plus utilisées. Le volume du bâtiment est adapté à l'usage du bâtiment. Aucune intervention n'est préconisée.
Ballon électrique – 30L	Deux ballons d'un volume de 30 L ont été vus dans la partie ex-imprimerie. D'après les informations récoltées sur place, ils ne sont plus utilisés. La dépose des ballons d'ECS pourra être envisagée.

6.5 ECLAIRAGE

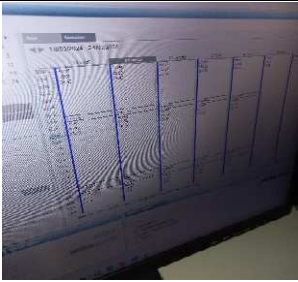
Eclairage intérieur			
Dalle LED – Bureaux, salles de réunion, circulation		P	V
	Année :	2022	33
	Technologie :	Luminaire LED	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	40 W	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	
Ampoule LED - Sanitaires		P	V
	Année :	2022	33
	Technologie :	Luminaire LED	
	Type de luminaire :	Ampoule	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	10 W	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	
Tube LED – Ex-diffusion, Ex-imprimerie, stockage		P	V
	Année :	2022	33
	Technologie :	Luminaire LED	
	Type de luminaire :	Tube	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	NC	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	

LED - Eclairage extérieur		P	V
	Année :	2022	3
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Ampoule	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	NC	
	Position :	Encastrée, En saillie	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	

Commentaire par équipement	
Commentaire général	Un relamping LED a été réalisé en 2022-2023. Les systèmes d'éclairage du bâtiment sont récents et performants. Aucune intervention n'est préconisée.

Pilotage terminal éclairage			
Interrupteur manuel		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	0
	Locaux desservis :	L'ensemble des locaux sauf les sanitaires et les circulations	
Détection de présence		P	V
	Technologie :	Détection de présence	3
	Locaux desservis :	Sanitaires et circulations	

Commentaire par équipement	
Interrupteur manuel	Les éclairages de l'ensemble des locaux, à l'exception des sanitaires et de la circulation, sont pilotés par des interrupteurs manuels. Ce fonctionnement est adapté à ces pièces, aucune intervention n'est préconisée.
Détection de présence	Les éclairages de la circulation et des sanitaires sont pilotés par détection de présence. Ce fonctionnement est performant, aucune intervention n'est préconisée.

Pilotage central éclairage			
GTB – Eclairage extérieur		P	V
	Technologie :		
	GTB	3	2

Commentaire par équipement	
GTB – Eclairage extérieur	Le fonctionnement des éclairages extérieurs est piloté par la GTB. L'éclairage est en fonctionnement de 6h45 à 7h30 et de 18h30 à 20h. Aucune intervention n'est préconisée.

Gradation			
Gradation éclairage intérieur		P	V
-	Technologie :		
	Gradateur manuel	2	3

Commentaire par équipement	
Gradation éclairage intérieur	Les éclairages de la majorité des bureaux et des salles de réunion sont pilotés par une gradation manuelle. Ce fonctionnement est adapté à l'usage des pièces, aucune intervention n'est préconisée.

6.6 CLIMATISATION

Production de froid			
Climatiseur – Salle de réunion		P	V
	Type :	Monosplit	
	Puissance frigorifique totale :	10.5 kW	
	Puissance électrique totale :	3.1 kW	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	EER nominal :	3.39	
	Fluide frigorigène :	R32	
	Position :	Terrasse	
	Locaux desservis :	Salle de réunion	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Gree	
	Modèle :	GWHD(36)NK6LO	
	Nombre :	1	
Localisation :		Toiture-terrasse	
Split system - Salle serveur		P	V
	Type :	Monosplit	
	Puissance frigorifique totale :	5 kW	
	Puissance électrique totale :	1.5 kW	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	EER nominal :	3.33	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Locaux desservis :	Salle Serveur accolée à la chaufferie	
	Année :	2008	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	RKS50G	
	Nombre :	1	
Localisation :		Toiture-terrasse	

Split system – Locaux serveurs/onduleurs extension		P	V	
	Type :	Monosplit	1	2
	Puissance frigorifique totale :	8.6 kW		
	Puissance électrique totale :	3.5 kW		
	Plage de performance :	EER < 3		
	EER nominal :	2.46		
	Fluide frigorigène :	R410A		
	Position :	Terrasse		
	Locaux desservis :	Locaux serveurs/onduleurs extension		
	Année :	Non déterminée		
	Marque :	CIAT		
	Modèle :	Condenciat CL 35A 3x400V		
	Nombre :	1		
Localisation : Toiture-terrasse				
Split system – Local TGBT		P	V	
	Type :	Monosplit	NC	0
	Puissance frigorifique totale :	NC		
	Puissance électrique totale :	NC		
	Plage de performance :	NC		
	EER nominal :	NC		
	Fluide frigorigène :	Information non disponible		
	Position :	Terrasse		
	Locaux desservis :	Local TGBT		
	Année :	Non déterminée		
	Marque :	CIAT		
	Modèle :	NC		
	Nombre :	1		
Localisation : Toiture-terrasse				

Commentaire par équipement	
Climatiseur – Salle de réunion	Une pompe à chaleur desservant la salle de réunion est présente en toiture-terrasse du bâtiment. Celle-ci est réversible mais elle est supposée être utilisée uniquement en mode froid. Elle est performante. Le fluide frigorigène utilisé est le R32 qui est soumis à la réglementation F-gaz ayant un PRG de 675 (>150). A moyen terme, le remplacement de l'équipement sera à considérer.
Split system – Salle serveur Split system – Local serveur/onduleur extension	2 splits systems sont présents en toiture-terrasse. Ils assurent le refroidissement de la salle serveur du bâtiment de 1995 et des locaux serveur et onduleur de l'extension. Les équipements sont performants. Le fluide frigorigène utilisé est le R410A qui est soumis à la réglementation F-gaz ayant un PRG de 2800 (>150). A moyen terme, le remplacement de l'équipement sera à considérer.
Split system – TGBT	Un split system desservant le TGBT est présent en toiture-terrasse. Celui-ci est hors service depuis quelques années. Une dépose de l'équipement sera à considérer.

Emission de froid			
Ventilo-convecteur froid		P	V
	Technologie :	2 tubes (refroidissement seul)	
	Position :	Murale	
		2	2

Commentaire par équipement	
Ventilo-convecteur froid	La salle de réunion et les locaux serveurs sont refroidis par des ventilo-convecteurs. Ces émetteurs sont performants, aucune intervention n'est préconisée.

Régulation terminale froid			
Thermostat d'ambiance programmable – Locaux serveurs/onduleurs extension		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance programmable	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	CIAT	
	Modèle :	μairConnect 2	
	Locaux desservis :	Locaux serveurs et onduleurs extension	
	Nombre :	1	
		2	2
Télécommande individuelle		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance simple	
	Locaux desservis :	Salle de réunion, salle serveur	
		2	2

Commentaire par équipement	
Thermostat d'ambiance programmable – Locaux serveurs/onduleurs extension	La climatisation des locaux serveurs et onduleur de l'extension est pilotée par un thermostat d'ambiance programmable. La température de consigne observée était de 22°C. Une reprise de la température de consigne est à entrevoir pour réaliser des économies d'énergie. La température préconisée est de 24°C.
Télécommande individuelle	Les ventilo-convecteurs de la salle serveur du bâtiment de 1995 et de la salle de réunion sont pilotés par des télécommandes individuelles. La température de consigne de climatisation qui a été observée dans la salle de réunion était de 25°C. La température préconisée est de 26°C. La température de consigne vue dans l'un des locaux informatiques était de 21°C. Une reprise de la température de consigne est à entrevoir pour réaliser des économies d'énergie. La température préconisée est de 24°C.

6.7 AUTRES USAGES

Autres usages			
Equipement de cuisine		P	V
	Energie :	Electricité	
	Type d'équipement :	Micro-onde, Réfrigérateur,	
		2	2
Equipements de bureautique		P	V
	Type :	Serveur informatique, Baie de brassage, PC fixe, PC portable, Vidéoprojecteur, Télévision, Imprimante	
	Extinction hors utilisation :	Fréquent	
		2	2
Ascenseur		P	V
	Technologie :	Ascenseur hydraulique	
		2	2

Commentaire par équipement	
Equipement de cuisine	Lors de la visite, il a été observé des réfrigérateurs et des micro-ondes.
Equipement de bureautique	Il a été vu des serveurs informatique, des PC fixes et portables, des vidéoprojecteurs, des imprimantes et des télévisions. Il est préconisé de mettre en place une extinction généralisée de la bureautique afin de limiter les dérives énergétiques.
Ascenseur	Un ascenseur hydraulique est présent dans le bâtiment.

7 REGLEMENTATIONS TECHNIQUES

7.1 DECRET BACS

Le décret BACS 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 1^{er} 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 1^{er} janvier 2027.**

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

Décret BACS	
Assujettissement	
Le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale >70kW	Oui
Le site est-il assujetti au décret BACS ?	Oui
Mise en conformité	
Une mise en conformité avant le 1er janvier 2025 ou le 1 ^{er} janvier 2027 est-elle nécessaire ?	• Mise en conformité avec adaptation des systèmes existants Corps d'état concernés : Ventilation, Suivi énergétique

7.2 REGLEMENTATION F-GAZ

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 à l'horizon de 2030.

Le pouvoir d'effet de serre est couramment appelé PRG (pouvoir de réchauffement global) ou GWP (global warming potential).

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 dans les installations neuves jusqu'en 2030 pour produire de la chaleur ou du froid.

7.2.1 Installations existantes

Sur les installations (pompe à chaleur, split, groupe froid, etc...) utilisant un fluide de PRG >150, la maintenance électrique et mécanique des équipements sera toujours autorisée. Par exemple :

- Nettoyage ou changement des filtres, dépoussiérage des éléments internes, vérification de la tension électrique aux bornes d'alimentation, remplacement d'une courroie, etc...

En revanche, les opérations nécessitant une intervention sur le circuit de fluide ne seront pas autorisées :

- Tirage au vide, recharge du circuit (même avec un fluide recyclé)

Sur le site de Rouen, les fluides concernés par cette interdiction sont :

- R410A
- R32, **concernant également la PAC installée début 2024.**

Les propriétés thermodynamiques différentes des fluides font qu'il est impossible de remplacer un de ces fluides par un des fluides naturels dans la liste ci-dessous.

→ Le remplacement complet de l'équipement est à prévoir.

Liste des réfrigérants réglementaires	Potentiel de Réchauffement Global
R 152a	124
R 454c	148
R 455a	145
R 290 (propane)	3
R 717 (NH ₃)	0
R 744 (CO ₂)	1
1234ze	6
1234yf	4

7.2.2 Installations neuves

Pour les nouvelles installations, la F-Gaz programme l'interdiction progressive des gaz HFC avec des GWP élevés sur trois échéances.

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
R 422a	4143	✗	✗	✗
R507	3985	✗	✗	✗
R 404a	3922	✗	✗	✗
R 422d	2729	✗	✗	✗
R 452a	2141	✓	✗	✗
R 407a	2107	✓	✗	✗
R 410a	2088	✓	✗	✗
R 407f	1825	✓	✗	✗
R 407c	1774	✓	✗	✗
R 134a	1430	✓	✓	✗
R 449a	1397	✓	✓	✗
R 448a	1273	✓	✓	✗
R32	675	✓	✓	✗
R 513	631	✓	✓	✗
R 450a	600	✓	✓	✗
R454b	466	✓	✓	✗

➔ Dès 2030, les installations neuves devront utiliser un fluide de PRG <150.

8 ÉTUDE DES CONSOMMATIONS ÉNERGETIQUES

8.1 MODELISATION DU BATI



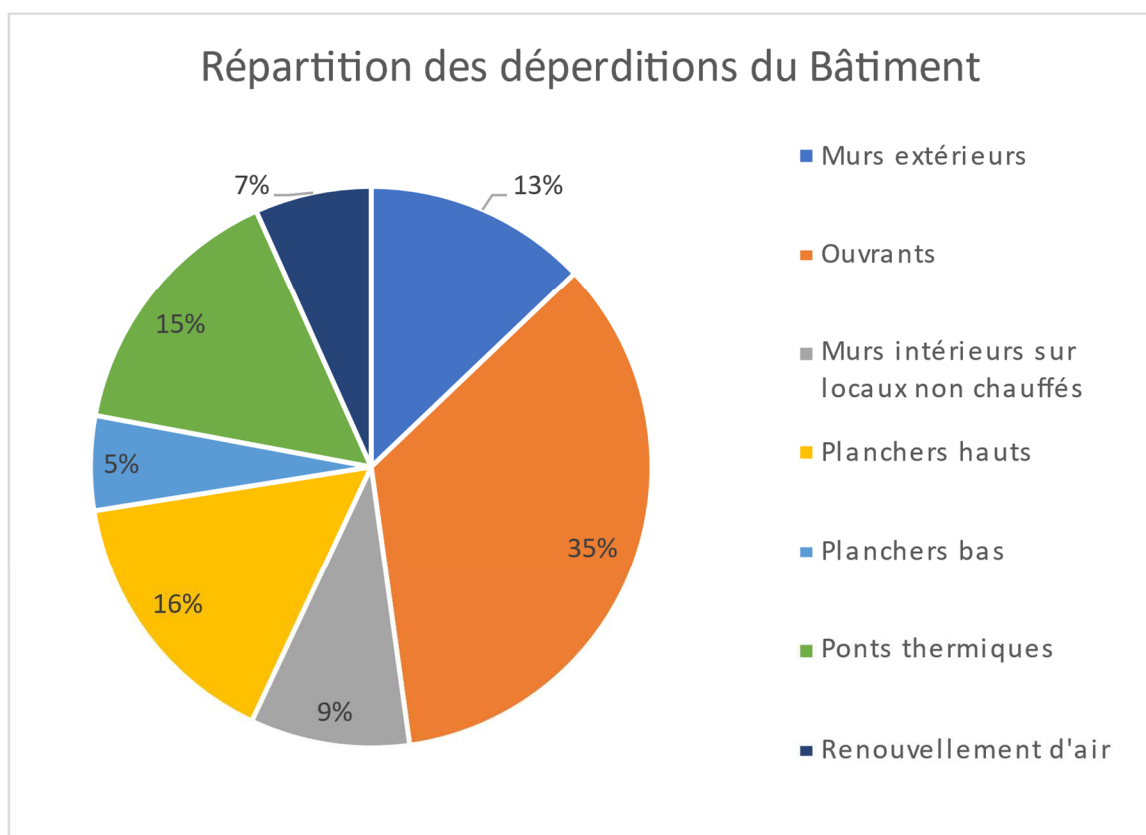
[Figure 1](#) : Vue 3D de la modélisation

8.2 ANALYSE DES DEPERDITIONS THERMIQUES DU SITE

A partir des relevés effectués sur le bâti et sur les installations techniques, une étude des déperditions a été réalisée. Les résultats sont exposés ci-après.

Les déperditions ci-dessous sont données pour une température intérieure de 19°C et une température extérieure de -7°C.

Déperditions en kW							Pertes totales en kW
Murs extérieurs	Ouvrants	Murs intérieurs sur locaux non chauffés	Planchers hauts	Planchers bas	Ponts thermiques	Renouvellement d'air	
13 13%	35 35%	9 9%	16 16%	6 5%	16 15%	7 7%	102



Commentaire

Les ouvrants représentent le premier poste de déperdition (35%). Les menuiseries ne sont pas performantes et sont vétustes. Également, la surface vitrée est importante. Le remplacement des menuiseries non performantes et vétustes permettra de réduire les déperditions du bâtiment.

Les postes de déperdition suivants sont générés par les murs extérieurs (13%) et les ponts thermiques (15%). Les murs induisent des linéiques de ponts thermique. Les murs sont faiblement isolés. La reprise de l'isolation des murs permettra de réduire les ponts thermiques et ainsi les déperditions générés par ces postes.

Les planchers hauts représentent le troisième poste de déperdition avec 16%. Les toitures-terrasses sont faiblement isolées par le dessus. La reprise de l'isolation des planchers hauts permettra de réduire les déperditions de ce poste.

Les murs sur locaux non chauffés sont responsables de 9% des déperditions. Aucune isolation n'est présente. La mise en place d'une isolation des murs sur locaux non chauffés permettra de réduire les déperditions de chaleur.

Le renouvellement d'air représente 7% des déperditions. La majorité du bâtiment est ventilée par des extracteurs simple flux. La mise en place d'une CTA double flux avec récupération de chaleur permettra d'améliorer la qualité de l'air des usagers.

Le poste de déperdition suivant est généré par les planchers bas (5%). Ils sont correctement isolés et donnent majoritairement sur un terre-plein.

Les planchers hauts représentent 2% des déperditions.

8.3 SYNTHÈSE DE L'ENVELOPPE

Sur la base des relevés effectués sur le bâti, une étude des déperditions a été réalisée à partir de Pléiades-Comfie, aboutissant aux résultats suivants :

Ubat (W/m².K)	0,94	Dans sa globalité, le bâtiment est faiblement isolé.
Svitrage / Sfaçade	46%	Les façades sont grandement vitrées
Inertie	Forte	Les murs, les planchers hauts et les planchers bas sont en béton.
Étanchéité à l'air	Faible	L'étanchéité des ouvrants est faible.

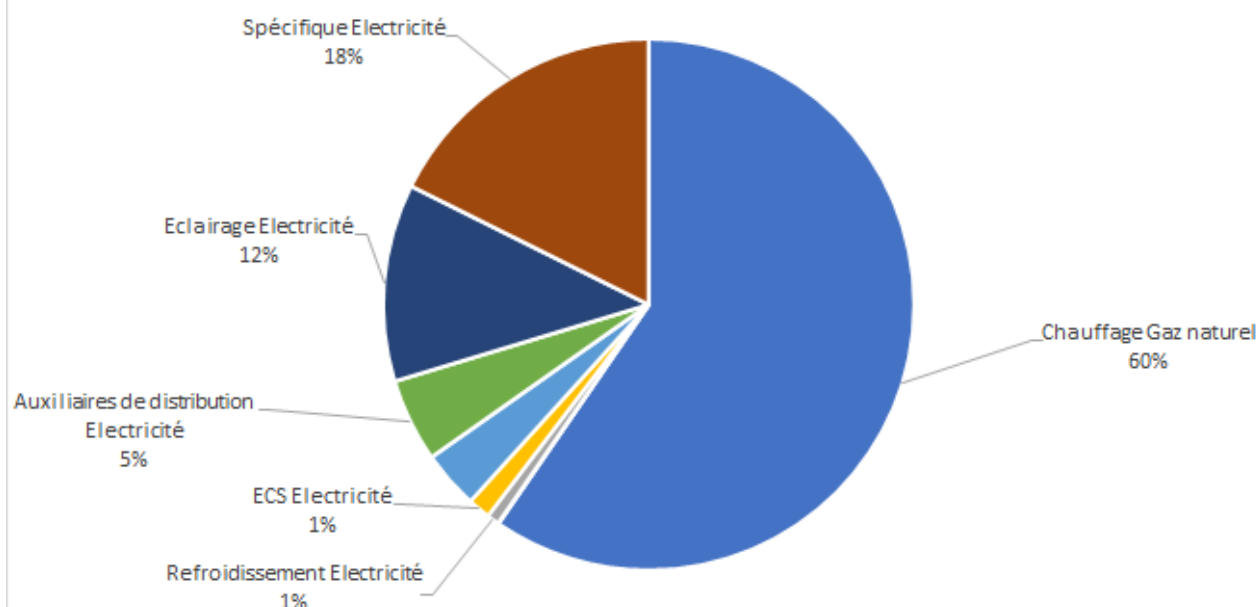
8.4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS SIMULÉES

Le récapitulatif des simulations est présenté dans le tableau suivant :

Répartition des consommations		kWh EF/PCI	kWh EP/PCI	kg CO ₂	€TTC
Usage	Energie				
Chauffage	Gaz naturel	304 554	304 554	71 266	61 595
Chauffage	Electricité	68	176	12	32
Refroidissement	Electricité	1 500	3 870	60	697
ECS	Electricité	2 700	6 965	108	1 254
Auxiliaires de ventilation	Electricité	6 998	18 054	588	3 251
Auxiliaires de distribution	Electricité	10 061	25 957	845	4 675
Eclairage	Electricité	23 817	61 448	2 001	11 067
Spécifique	Electricité	34 961	90 198	2 937	16 244
TOTAL		384 659	511 223	77 816	98 815

Les résultats de chauffage présentés correspondent aux consommations corrigées par rapport aux DJU décennaux.

Répartition des consommations par poste (kWh EP/PCI)



CNED - UNITE OPERATIONNELLE ROUEN	167	kWh _{EP} /m ² .an	111 à 210 C	16 à 30 C
	25	kg _{eqCO2} /m ² .an		

Commentaires

La majorité des consommations est liée au chauffage du site.

8.5 COMPARAISON DES CONSOMMATIONS REELLES ET SIMULEES

Le tableau ci-dessous récapitule les écarts entre les consommations simulées et réelles sur la moyenne des consommations évoquées au paragraphe 5.3. .

	Réelles	Théoriques (corrigées de la rigueur climatique - Moyenne classique)	Ecart	Théoriques (corrigées de la rigueur climatique - DJU décennaux)
Consommations - Gaz naturel (kWHEF PCI)	298 707	285 001	-4,6%	304 554
Consommations - Electricité (kWHEF)	82 642	80 100	-3,1%	80 104
Consommations totales (kW _{HEF})	381 349	365 101	-4,3%	384 659

Les consommations réelles et simulées (chauffage) sont neutralisées aux DJU de la période de chauffe équivalente (DJU décennaux pour les consommations réelles, et DJU de la période de chauffe issus du fichier météo pour les consommations simulées).

9 ENERGIES RENOUVELABLES

9.1 INSTALLATIONS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES EXISTANTES

Sur la période d'étude (2023), aucun systèmes d'énergies renouvelable n'était présent sur le site.

Depuis début 2024, le bâtiment dispose d'une pompe à chaleur.

9.2 POTENTIELS D'ENR

Le tableau suivant permet de déterminer la faisabilité des différentes énergies renouvelables sur le site.

Biomasse	
Capacité de livraison	Envisageable
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	18.15 m ²
Surface disponible pour le silo	-
Adéquation au besoin	Oui
Opportunité pour le site	Modérée
Commentaires	La mise en place d'une solution biomasse est envisageable. En revanche, la surface disponible en chaufferie ne sera pas suffisante et la mise en place de cette solution serait coûteuse du fait de la création d'un local pour le silo. La solution biomasse ne sera pas étudiée.
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	255m
Site situé dans une zone de développement prioritaire (ZDP)	Non
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la sous-station	40 m ²
Adéquation au besoin	Oui
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Le RCU le plus proche se situe à plus de 150m du bâtiment. Cette solution n'est pas étudiée pour cette raison.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	-
Surface disponible au sol	-
Adéquation du régime basse température	Bâti isolé
Ressource géothermale d'après geothermies.fr	Absence d'information
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	La surface disponible n'est pas assez importante pour le forage des sondes. De ce fait, cette solution n'est pas étudiée.

Aérothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	-
Surface extérieure disponible (sol, toiture)	20 m ²
Zone climatique favorable	Zone favorable
Adéquation du régime basse température	Bâti isolé
Opportunité pour le site	Installation déjà présente
Commentaires	La mise en place d'une pompe à chaleur air/eau a été réalisée en 2024.
Solaire thermique	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Besoin ECS en période estivale	Faible
Type de toiture/de pan envisagé	Terrasse accessible
Orientation de la toiture/du pan envisagé	Horizontale
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	Entre 0° et 15°
Masques solaires	Inexistants
Surface de captage nécessaire	-
Surface disponible en chaufferie/pour la création d'un local	-
Opportunité pour le site	Faible
Commentaires	Le besoin en ECS du site est faible en période estivale. Cette solution n'est pas adaptée.
Solaire photovoltaïque	
Type de toiture/de pan envisagé	Terrasse accessible
Orientation de la toiture/du pan envisagé	Horizontale
Inclinaison de la toiture/du pan envisagé	Entre 0° et 15°
Masques solaires	Inexistants
Surface de captage disponible	400 m ²
Puissance disponible	82 kWc
Opportunité pour le site	Forte
Commentaires	L'absence de masque solaire ainsi que la grande surface disponible en toiture-terrasse du bâtiment permet de rendre intéressante la mise en place d'une installation photovoltaïque. Cette solution est préconisée. Le potentiel estimé est de 400 m², soit 82 kWc et 79 010 kWh. Le taux d'autoconsommation estimé est de 40%. A titre indicatif, cette installation, au-delà de ce qu'elle peut autoconsommer, peut être utilisée en revente du surplus de la production. Pour un prix de revente à 7.78 c€/ kWh, la revente du surplus de la production permettrait un gain financier de 3 702 €/an et un temps de retour brut de 7 ans.

Eolien	
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	La surface extérieure disponible n'est pas suffisante pour la mise en place d'une éolienne.
Récupération de chaleur sur eaux grises	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Présence d'un stockage ECS	Oui
Type de système de captage envisagé	Décentralisé
Etat des appareils sanitaires (douches/baignoires)	Indéterminé
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Le besoin en eau chaude sanitaire du site est relativement faible. Cette solution ne sera pas profitable pour cette raison.
Récupération de chaleur sur machine thermodynamique	
Présence de chambre(s) froide(s) au sein du bâtiment	Non
Zone d'implantation de la production de froid accessible	Oui
Surface disponible à proximité de la production de froid	-
Etat de la production de froid	Moyen
Adéquation au besoin	Non
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	La production de froid annuelle du site est trop faible pour rendre cette solution intéressante.

10 GISEMENT DES POTENTIELS D'ECONOMIE D'ENERGIE

10.1 INTRODUCTION

Chaque intervention est présentée sous forme de fiche comprenant trois parties :

- Une partie « Problématiques traitées et points de vigilance ».
- Une partie « Mise en œuvre proposée ».
- Une partie « Remarque ».



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

Les « **Energies renouvelables** » concernent des interventions permettant l'intégration d'énergie renouvelable (pompes à chaleur, installation photovoltaïque...).

Les « **Actions de pilotage** » portent sur le pilotage des systèmes énergétiques et de équipements de ventilation.

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

Les « **Travaux sur les systèmes** » portent les préconisations relatives aux systèmes de chauffage, ventilation, éclairage, ...

10.2 SYNTHÈSE DES INTERVENTIONS SIMULÉES

		PERF.	ECONOMIE					ENVIRONNEMENT				Scénarios	
		Rentabilité énergétique	TRA ans	Coût des travaux		Valorisation CEE	Economie annuelle	Economie annuelle		CO ₂ évité annuellement		SC1	SC2
		kWh _{EF} / k€ _{investi}		€HT	€HT/m ²	€	€TTC	Énergie FINALE kWh EF/PCI	%	t _{eq} -CO ₂	%		
Pilotage	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	-	>30	4 000	1	-	-	-	-	-	-	X	X
Pilotage	Reprise des paramètres de régulation du chauffage et de la climatisation ¹	-	0	0	0	0	23 145	109 655	29%	25	32%	X	X
Pilotage	Mise en place d'une horloge pour le fonctionnement des extracteurs des bureaux ²	41 620	<1	1 000	<1	0	9 284	41 620	11%	9	12%	X	X
Pilotage	Mise en place d'une coupure centralisée de la bureautique	109	7	20 000	7	0	2 453	2 183	1%	-1	-1%	X	X
Pilotage	Réduction de la température de consigne de climatisation dans les locaux serveurs ³	-	0	0	0	0	1 751	3 769	1%	<1	<1%	X	X
Pilotage	Mise en conformité de la GTB	-	>30	3 000	1	-	-	-	-	-	-	X	X

1 : Des températures de chauffage de confort et de réduit de 19°C et 16°C respectivement sont préconisées. Une température de climatisation de 26°C est préconisée.

2 : Le planning de fonctionnement préconisé est identique à celui de l'occupation du bâtiment : de 7h à 19h du lundi au vendredi.

3 : Une température de climatisation de 24°C est préconisée dans les locaux serveurs.

		PERF.	ECONOMIE					ENVIRONNEMENT				Scénarios	
		Rentabilité énergétique	TRA	Coût des travaux		Valorisation	Economie	Economie annuelle		CO ₂ évité		SC1	SC2
		kWh _{EF} / k€ _{investi}	ans	€HT	€HT/m ²	CEE	€TTC	Énergie FINALE		annuellement			
						€		kWh EF/PCI	%	t _{eq} -CO ₂	%		
Travaux sur le bâti	Réfection de la toiture-terrasse comprenant l'isolation et l'étanchéité R=7,00 (m ² .K)/K	114	26	268 000	96	10 251	6 198	30 648	8%	7	9%		X
Travaux sur le bâti	Mise en place d'une isolation par l'extérieur des murs du bâtiment construit en 1995 ainsi que de la paroi non isolée de l'extension de 1999 R=5,00 (m ² .K)/W	427	10	47 000	17	3 049	4 046	20 074	5%	5	6%		X
Travaux sur le bâti	Remplacement des menuiseries non performantes Uw=1,30 W/(m ² .K)	188	18	337 000	121	0	12 720	63 244	16%	15	19%		X
Travaux sur le bâti	Reprise de l'isolation par l'extérieur des murs extérieurs de l'extension du bâtiment R=5,00 (m ² .K)/W	124	24	68 000	24	3 893	1 700	8 411	2%	2	3%		X
Travaux sur le bâti	Mise en place d'une isolation des murs donnant sur des locaux non chauffés R=5,00 (m ² .K)/W	676	6	19 000	7	2 356	2 631	12 837	3%	3	4%		X

		PERF.	ECONOMIE					ENVIRONNEMENT				Scénarios	
		Rentabilité énergétique	TRA	Coût des travaux		Valorisation	Economie	Economie annuelle		CO ₂ évité			
		kWh _{EF} / k€ _{investi}	ans	€HT	€HT/m ²	€	€TTC	Énergie FINALE		annuellement		SC1	SC2
								kWh EF/PCI	%	t _{eq} -CO ₂	%		
Travaux sur les systèmes	Remplacement des pompes à débit constant par des pompes à débit variable	1 384	2	4 000	1	36	2 573	5 537	1%	<1	1%	X	X
Travaux sur les systèmes	Mise en place d'une pompe à chaleur DAIKIN EWYT 205B-SSA2047 ⁴ (déjà réalisé)	1 427	10	139 000	50	0	12 276	198 412	52%	52	67%	X	X
Travaux sur les systèmes	Mise en place d'une centrale de traitement d'air double flux avec récupération de chaleur dans les bureaux + régulation	694	7	66 000	24	10 314	7 785	45 796	12%	12	15%		X
EnR	Mise en place d'une installation photovoltaïque en toiture-terrasse ⁵	257	7	123 000	44	0	14 685	31 604	8%	3	3%		X

4 : L'investissement effectué en 2024 a été transmis par la Maîtrise d'Ouvrage. Il a été pris 20% de moins que le montant TTC pour estimer le coût de l'intervention HT

5 : Les résultats de cette intervention présentent les gains réalisés par l'autoconsommation de la production d'électricité. Le potentiel estimé de la toiture est de 400 m², soit 82 kWc et 79 010 kWh. Le taux d'autoconsommation estimé est de 40%. A titre indicatif, cette installation, au-delà de ce qu'elle peut autoconsommer, peut être utilisée en revente du surplus de la production. Pour un prix de revente à 7.78 c€/ kWh, la revente du surplus de la production permettrait un gain financier de 3 702 €/an et un temps de retour brut de 7 ans

A noter : Les CEE présentés prennent en compte l'état actuel du bâtiment et donc la pompe à chaleur récemment installée permettant d'assurer le chauffage du bâtiment.

11 SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

11.1 SCENARIO 1 : -40% SUR ENERGIE FINALE

11.1.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination	Coût	
Pilotage	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	4 000	€HT
Pilotage	Reprise des paramètres de régulation du chauffage et de la climatisation	0	€HT
Pilotage	Mise en place d'une horloge pour le fonctionnement des extracteurs des bureaux	1 000	€HT
Pilotage	Mise en place d'une coupure centralisée de la bureautique	20 000	€HT
Pilotage	Réduction de la température de consigne de climatisation dans les locaux serveurs	0	€HT
Pilotage	Mise en conformité de la GTB	3 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Remplacement des pompes à débit constant par des pompes à débit variable	4 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Mise en place d'une pompe à chaleur DAIKIN EWYT 205B-SSA2047 (déjà réalisé)	139 000	€HT
Coût des travaux		171 000	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	384 659	▶	124 848
			68%

Evolution des consommations - Résultat selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	167	C	▶	105	B
					37%
Evolution de la classe climat (kg _{CO2} /m ² _{SHON})	25	C	▶	6	A
					78%

Evolution du confort	Hiver	↗
	Eté	-

11.1.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	37% soit 189 117 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	68% soit 259 811 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	78% soit 61 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-40 805 €TTC
CEE Mobilisables	5 117 kWh _{CUMAC}
Valorisation CEE	36 €
Temps de retour sur investissement actualisé	4 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	0,9 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	2 808 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques – Scénario 1	58 007 €TTC

11.1.3 Application de la réglementation thermique

Les travaux doivent respecter la réglementation thermique des bâtiments existants (articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation).

Le coût d'investissement étant inférieur à 25% du coût conventionnel du bâtiment, les travaux devront respecter la réglementation thermique élément par élément.

Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de 1 709 €/m²_{SHON} (valeur au 1^{er} janvier 2024⁶).

11.1.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	5 673 499 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	7 794 331 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	1 827 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans – Scénario 1	3 441 438 €TTC
Coût global (avec investissements) – Scénario 1	3 612 438 €TTC

⁶ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.12, mis à jour le 1er janvier 2023.

11.2 SCENARIO 2 : -60% SUR ENERGIE FINALE

11.2.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination	Coût	
Pilotage	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	4 000	€HT
Pilotage	Reprise des paramètres de régulation du chauffage et de la climatisation	0	€HT
Pilotage	Mise en place d'une horloge pour le fonctionnement des extracteurs des bureaux	1 000	€HT
Pilotage	Mise en place d'une coupure centralisée de la bureautique	20 000	€HT
Pilotage	Réduction de la température de consigne de climatisation dans les locaux serveurs	0	€HT
Pilotage	Mise en conformité de la GTB	3 000	€HT
Travaux sur le bâti	Réfection de la toiture-terrasse comprenant l'isolation et l'étanchéité $R=7,00 (m^2.K)/K$	268 000	€HT
Travaux sur le bâti	Mise en place d'une isolation par l'extérieur des murs du bâtiment construit en 1995 ainsi que de la paroi non isolée de l'extension de 1999 $R=5,00 (m^2.K)/W$	47 000	€HT
Travaux sur le bâti	Remplacement des menuiseries non performantes $U_w=1,30 W/(m^2.K)$	337 000	€HT
Travaux sur le bâti	Reprise de l'isolation par l'extérieur des murs extérieurs de l'extension du bâtiment $R=5,00 (m^2.K)/W$	68 000	€HT
Travaux sur le bâti	Mise en place d'une isolation des murs donnant sur des locaux non chauffés $R=5,00 (m^2.K)/W$	19 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Remplacement des pompes à débit constant par des pompes à débit variable	4 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Mise en place d'une pompe à chaleur DAIKIN EWYT 205B-SSA2047 (déjà réalisé)	139 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Mise en place d'une centrale de traitement d'air double flux avec récupération de chaleur dans les bureaux + régulation	66 000	€HT
EnR	Mise en place d'une installation photovoltaïque en toiture-terrasse	123 000	€HT
Coût des travaux		1 099 000	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale – Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	384 659	► 65 489	83%

Evolution des consommations - Résultat selon la méthode réelle					Ecart	
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	167	C	►	55	B	67%
Evolution de la classe climat (kg _{CO2} /m ² _{SHON})	25	C	►	3	A	88%

Evolution du confort	Hiver	➡➡➡
	Eté	➡➡

11.2.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	67% soit 342 261 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	83% soit 319 169 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	88% soit 69 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-68 386 €TTC
CEE Mobilisables	4 271 397 kWh _{CUMAC}
CEE Mobilisables	29 900 €
Temps de retour sur investissement actualisé	13 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	3,2 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	15 988 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques – Scénario 2	30 426 €TTC

11.2.3 Application de la réglementation thermique

Les travaux doivent respecter la réglementation thermique des bâtiments existants (articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation).

Le coût d'investissement étant inférieur à 25% du coût conventionnel du bâtiment, les travaux devront respecter la réglementation thermique élément par élément.

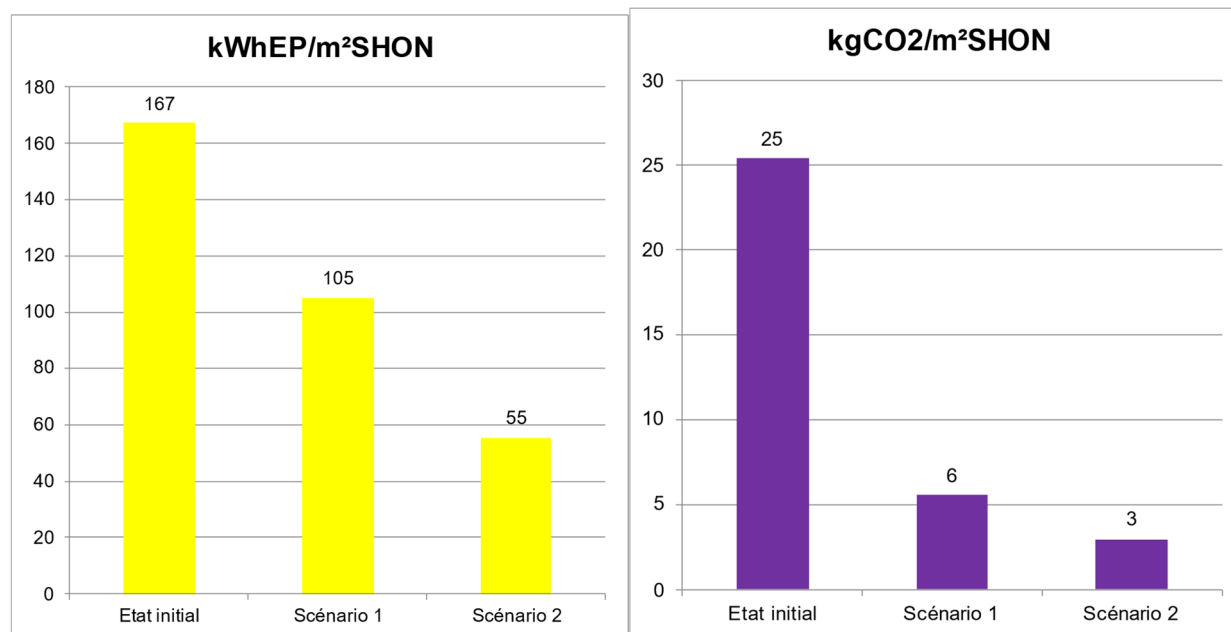
Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de 1 709 €/m²_{SHON} (valeur au 1^{er} janvier 2024⁷).

11.2.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	10 267 819 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	9 575 075 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	2 062 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans - Scénario 2	1 805 128 €TTC
Coût global (avec investissements) - Scénario 2	2 904 128 €TTC

⁷ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.12, mis à jour le 1er janvier 2023.

11.3 PLAN DE PROGRES



11.4 COMPARAISON DES SCENARIOS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DU DECRET TERTIAIRE

	ATTEINTE DES OBJECTIFS DECRET TERTIAIRE							
	Année de référence (2019)	Etat initial simulation	2030		2040		2050	
Consommation d'énergie [kWhEF/m²SDP]	224	138	Valeur relative	134	Valeur relative	112	Valeur relative	89
			Valeur absolue	105	Valeur absolue		Valeur absolue	
Evolution par rapport à l'année de référence		-38%	-40%		-50%		-60%	
Evolution par rapport à l'état initial			-3%		-19%		-36%	
Vérification de l'atteinte des objectifs du décret tertiaire								
Etat initial	138		✗		✗		✗	
Scénario 1	45		✓		✓		✓	
Scénario 2	24		✓		✓		✓	

Le tableau ci-dessus présente les consommations en énergie finale rapportées à la surface du bâtiment. Dans un premier temps il est rappelé les consommations de l'année de référence et les consommations de la simulation selon les années sélectionnées dans l'audit (ici 2023). Sur la partie droite est indiqué les objectifs du Décret Tertiaire pour les horizons 2030 et 2050.

Le tableau présent prend en compte l'année la plus consommatrice (2019 sur ce site) et les consommations de l'état initial du modèle thermique dynamique prenant en compte une année d'exploitation (2023). Dans le titre 5.3.3, il est indiqué qu'en 2022 le bâtiment possède un ratio de consommations de 159kWhEF/m²). **La simulation du site est basée sur une année d'exploitation normale correspondant à un ratio de 138kWhEF/m².**

La seconde partie du tableau fait référence aux économies engendrées par les scénarios contenus dans l'audit. Si une croix rouge est indiquée dans une case, cela signifie que l'atteinte de l'objectif de réduction de consommation n'est pas réalisée. Si la flèche verte est indiquée alors le scénario X permet l'atteinte du DEET à l'horizon X.

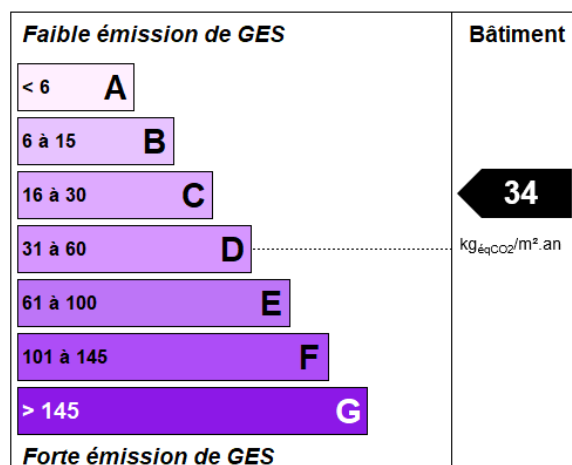
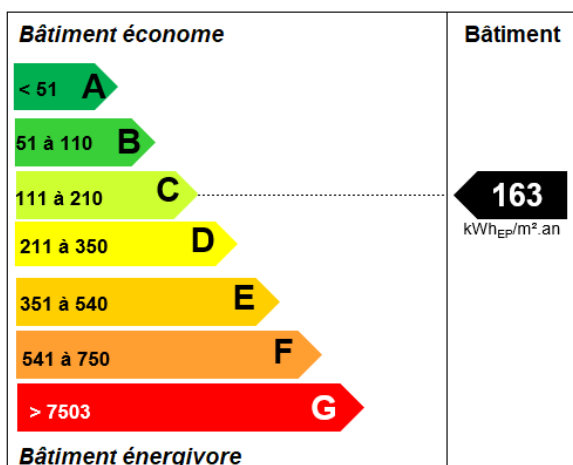
12 ANNEXES

12.1 PRESENTATION DES RESULTATS REGLEMENTAIRES (METHODE TH-C-E ex)

Le calcul réglementaire permet de déduire les étiquettes C_{EP}^8 ci-dessous :



Etat initial :



Commentaires

Les étiquettes sont issues de la simulation réalisée sous la méthode réglementaire, méthode TH-C-E ex via le module RT-ex du logiciel Pléiades-Comfie.

On observe un écart entre la simulation réelle et réglementaire car les méthodes de calcul sont différentes.

Scénario 1 :

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire - TH-C-E ex				
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Ecart par rapport au CEP _{ref}
CNED – Unité Opérationnelle Rouen	163	115	149	
	111 à 210 C	111 à 210 C	111 à 210 C	30%

Scénario 2 :

Evolution des consommations d'énergie primaire - Résultats selon la méthode réglementaire – TH-C-E ex				
Evolution de la classe énergie (kWh _{EP} /m ² _{SHON})	CEP _{initial}	CEP _{ref}	CEP _{projet}	Ecart par rapport au CEP _{ref}
CNED – Unité Opérationnelle Rouen	163	113	97	
	111 à 210 C	111 à 210 C	51 à 110 B	-14%

⁸ Ces étiquettes présentent la consommation C_{EP} . Ce ne sont pas des étiquettes DPE officielles.

12.2 DEBITS REGLEMENTAIRES

Les paramètres ci-dessous sont issus de la réglementation sanitaire départementale (circulaire du 20 janvier 1983).

DESTINATION DES LOCAUX (air à 1,2 kg/m ³)	Débit minimal d'air neuf en mètres cubes/heure et par occupant	
	Locaux avec interdiction de fumer	sans interdiction de fumer
Locaux d'enseignement :		
- classes, salles d'études, laboratoire (à l'exclusion de ceux à pollution spécifique) :		
- Maternelles, primaires et secondaire du 1 ^{er} cycle	15	"
- Secondaires du 2 ^e cycle et universitaires	18	25
- Ateliers	18	25
Locaux d'hébergement :		
- chambres collectives (plus de trois personnes ⁽¹⁾ , dortoirs, cellules, salles de repos)	18	25
Bureaux et locaux assimilés :		
- locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de postes, banques	18	25
Locaux de réunions :		
- tels que salles de réunions, de spectacles, de culte, clubs, foyers	18	30
Locaux de vente :		
- tels que boutiques, supermarchés	22	30
Locaux de restauration :		
- cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger	22	30
Locaux à usage sportif :		
- par sportif :		
- dans une piscine	22	"
- dans les autres locaux	25	30
- par spectateur	18	30

⁽¹⁾ Pour les chambres de moins de trois personnes, le débit minimal à prévoir est de 30 m³/h par local.

12.3 GRANDEURS UTILES AU DIAGNOSTIC

12.3.1 Conversion des unités énergétiques

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

Énergie	Unité d'origine	Facteur de conversion en kWh _{EF}
Bois, Biomasse	1 T	3 000 à 5 000 (selon type : granulé, pellet...)
Electricité	1 kWh	1
Gaz naturel	1 kWh _{PCS}	0,9
Gaz propane	1 kg	12,8
Fioul domestique	1 litre	9,97
Réseau de chaleur	1 kWh	1

12.3.2 Émissions de CO2

Les facteurs de conversion des émissions de gaz à effet de serre suivant l'arrêté du 27 octobre 2014 modifiant l'annexe 4 de l'arrêté du 15 septembre 2006 sont présentés dans le tableau suivant :

Énergie	Conversion [kg _{CO2} /kWh _{EF}]
Bois, biomasse	0,013
Gaz naturel	0,234
Fioul domestique	0,300
Gaz propane ou butane	0,274
Charbon	0,342
Électricité (<i>chauffage</i>)	0,180
Électricité (<i>ECS, refroidissement</i>)	0,040
Électricité (<i>valeur moyenne</i>) autres usages	0,084
Réseau de chaleur	Selon le réseau
Réseau de chaleur	0,342 si non référencé

En ce qui concerne les réseaux de chaleur, l'arrêté du 21 octobre 2021 modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006 donne les valeurs à prendre en compte.

12.3.3 Lexique de quelques abréviations

BBC	Bâtiments Basse Consommation
DF	Double Flux
DV	Double Vitrage
EF, EP	Energie Finale, Energie Primaire (kWh)
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EnR	Energies Renouvelables
DJU	Degrés Jours Unifiés
GTB/GTC	Gestion Technique de Bâtiment/ Gestion Technique Centralisée
K	Kelvin
LBC	Lampe Basse Consommation
PCI, PCS	Pouvoir Calorifique Inférieur, Pouvoir Calorifique Supérieur
PSE	Polystyrène expansé
R	Résistance thermique des matériaux ($m^2.K/W$)
RT	Réglementation Thermique
SF	Simple Flux
SV	Simple Vitrage
RDC	Rez-de-chaussée
U	Coefficient de transmission surfacique global de la paroi ($W/m^2.K$)
V3V	Vanne 3 Voies
VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée

12.3.4 Facteur de conversion énergie finale / 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 représente les pertes lors du transport, l'énergie nécessaire à l'extraction, à la transformation de celle-ci, ou à la production (dans le cas de l'électricité par exemple).

Ces facteurs sont réglementés par type d'énergie.

En France, les facteurs de conversion utilisés dans la réglementation thermique dans l'existant sont les suivants :

Énergie	Conversion kWh _{EF} / kWh _{EP} ⁹
Bois, biomasse	0,60
Gaz naturel	1,00
Gaz propane	1,00
Electricité	2,58
Fioul	1,00

⁹ Ces coefficients ne sont pas valables pour les DPE, ni pour les bâtiments neufs. En effet, dans les deux cas précédents, le coefficient de conversion pour le bois est de 1,00.

12.3.5 Réglementation thermique

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

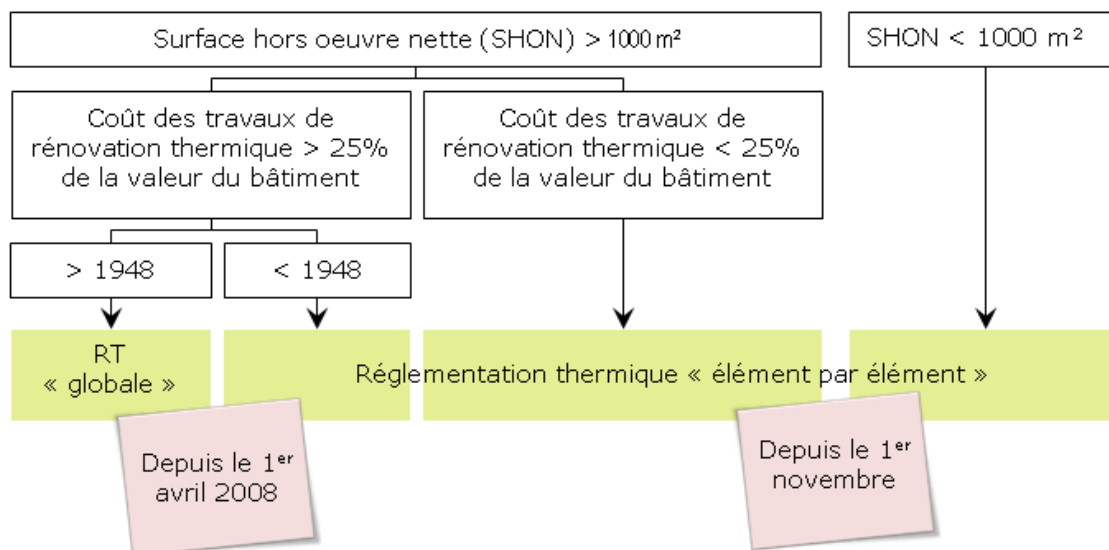
Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

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

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

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

Note : Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de 1 709 €/m²_{SHON} (valeur au 1^{er} janvier 2024¹⁰).



¹⁰ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.12, mis à jour le 1er janvier 2023.

12.3.6 PRECAUTIONS D'USAGE

Le présent rapport propose des scénarios de travaux indicatifs chiffrés et assortis de gains énergétiques et financiers théoriques.

Les coûts de travaux sont prévus en corps d'état séparés, à la date de réalisation de l'étude, et exprimés en euros hors taxe.

Ils n'intègrent pas les honoraires et prestations intellectuelles éventuellement associés à l'acte de construire (SPS, bureau de contrôle, maîtrise d'œuvre, conduite d'opération, etc).

Les gains financiers portant sur les économies d'énergie projetés sont relatifs aux seuls usages, et tiennent compte d'une actualisation théorique et constante de 4% par an.

L'ensemble des calculs relatifs au décret tertiaire, s'ils sont prévus dans le cadre de la mission, sont réalisés sur la base des règles juridiques et de calculs connus au jour de l'étude, ainsi que sur les bases de données rendues disponibles.