



CNED – SITE DE CASSIN

14 Av. RENE CASSIN

86360 CHASSENEUIL-DU-POITOU

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	27/05/2024	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

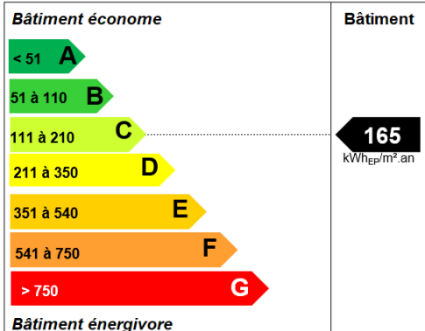
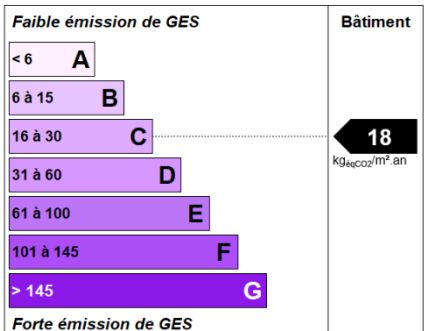
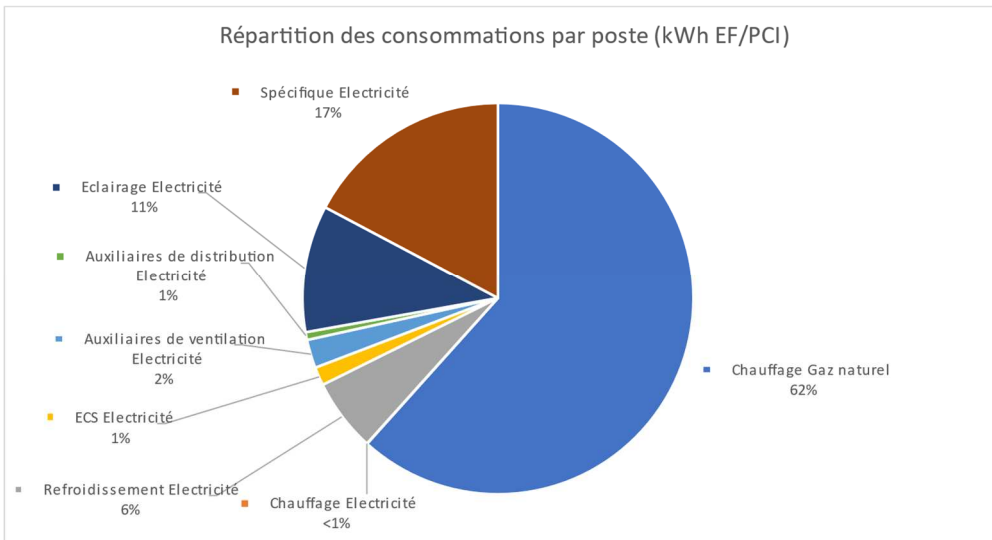
1	SYNTHESE DE L'AUDIT ENERGETIQUE	6
2	INTRODUCTION	11
2.1	OBJECTIF DE LA MISSION	11
2.2	DECRET TERTIAIRE	11
2.3	METHODOLOGIE EMPLOYEE	13
2.3.1	Processus de l'audit énergétique	13
2.3.2	Présentation des outils utilisés - Pléiades+Comfie	13
3	SYNTHESE DES METHODES UTILISEES ET DIFFERENCES	15
3.1	LISTE 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	39
6.2.3	Schéma de principe	41
6.2.4	Description de la régulation	42
6.3	VENTILATION	43
6.4	EAU CHAUDE SANITAIRE	46
6.5	ECLAIRAGE	48
6.6	CLIMATISATION	51
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	70
11.1	SCENARIO 1 : -40% SUR ENERGIE FINALE	70
11.1.1	Synthèse	70

11.1.2 Données détaillées des performances du scénario	71
11.1.3 Application de la réglementation thermique	72
11.1.4 Analyse en coût global	72
11.2 SCENARIO 2 : -60% SUR ENERGIE FINALE	73
11.2.1 Synthèse	73
11.2.2 Données détaillées des performances du scénario	74
11.2.3 Application de la réglementation thermique	75
11.2.4 Analyse en coût global	75
11.3 PLAN DE PROGRES	76
11.4 COMPARAISON DES SCENARIOS PAR RAPPORT AUX OBJECTIFS DU DECRET TERTIAIRE	77
12 ANNEXES	78
12.1 PRESENTATION DES RESULTATS REGLEMENTAIRES (METHODE TH-C-E EX)	78
12.2 DEBITS REGLEMENTAIRES	80
12.3 GRANDEURS UTILES AU DIAGNOSTIC	81
12.3.1 Conversion des unités énergétiques	81
12.3.2 Émissions de CO ₂	81
12.3.3 Lexique de quelques abréviations	82
12.3.4 Facteur de conversion énergie finale / énergie primaire	82
12.3.5 Réglementation thermique	83
12.3.6 PRECAUTIONS D'USAGE	84

1 SYNTHÈSE DE L'AUDIT ÉNERGETIQUE

	Année de construction	2005
	Type	Catégorie DPE : 6.1 – Bureaux
	Surface plancher	4 330 m ²
	SHON	4 763 m ²
	Nombre de niveaux	4 Niveau

Performance énergétique en énergie primaire ¹	 Bâtiment 165 kWh_{EP}/m².an Cette étiquette n'a pas valeur de DPE	 Bâtiment 18 kg_{éqCO2}/m².an Cette étiquette n'a pas valeur de DPE
Coût énergétique simulé au réel ²	139 107 €^{TTC}/an dont gaz naturel 63 852 €^{TTC}/an dont électricité 75 255 €^{TTC}/an	
Consommations par usage (kWhEF)	 Répartition des consommations par poste (kWh EF/PCI) - Spécifique Electricité 17% - Eclairage Electricité 11% - Auxiliaires de distribution Electricité 1% - Auxiliaires de ventilation Electricité 2% - ECS Electricité 1% - Refroidissement Electricité 6% - Chauffage Electricité <1% - Chauffage Gaz naturel 62%	

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 reprise des paramètres de régulation du chauffage et de la climatisation
- La mise en place d'un plan de comptage
- La mise en place d'une coupure généralisée de la bureautique
- La réfection de la toiture-terrasse comprenant l'isolation et l'étanchéité / $R = 7,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}^*$
- Le remplacement des menuiseries non performantes / $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^*$
- La mise en place d'une pompe à chaleur (déjà réalisé)
- La réduction du volume chauffé du ballon à semi-accumulation

Le scénario 2 prévoit en complément du scénario 1 :

- La mise en place d'une isolation sur les murs donnant sur des locaux non chauffés / $R = 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}^*$
- Le remplacement des CTA de soufflage par des CTA double flux avec récupération de chaleur
- Le remplacement des CTA double flux actuels par des CTA double flux avec récupération de chaleur
- La mise en place de détection de présence dans les sanitaires et les circulations
- 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	131 294	35 566	17%	44%	62%	635 000	14
------------	---------	--------	-----	-----	-----	---------	----

Scénario 2	190 715	45 453	24%	51%	68%	850 000	14
------------	---------	--------	-----	-----	-----	---------	----

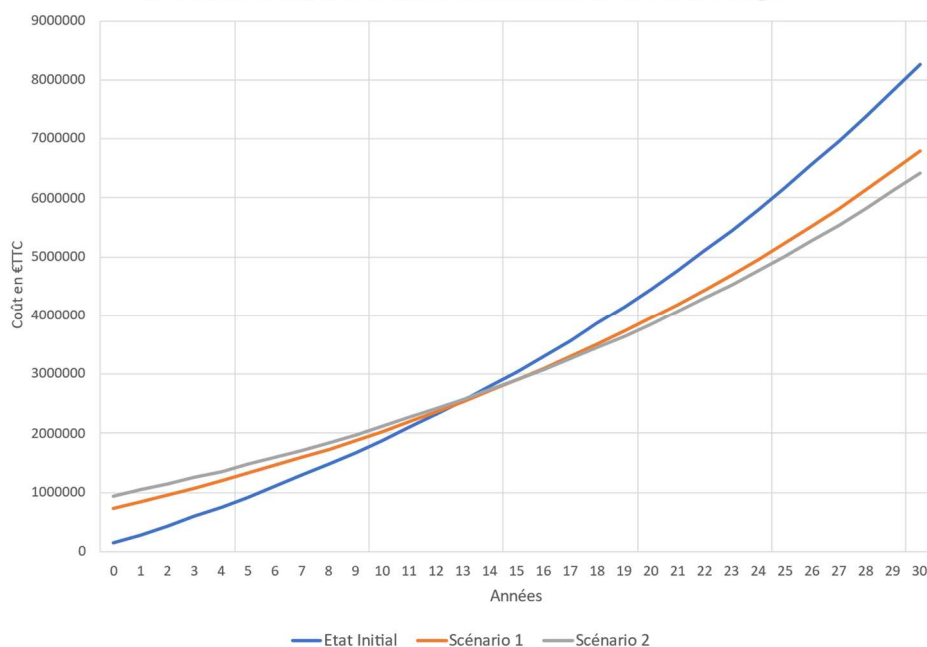
APPROCHE ENERGETIQUE							
Scénario	Consommation énergétique simulée	Emissions de CO ₂	Optimisation	Amélioration des systèmes	Traitement du bâti		EnR
	En kWh _{ep} /m ² . _{SHON}	En kg CO ₂ /m ² . _{SHON}		léger	lourd	léger	

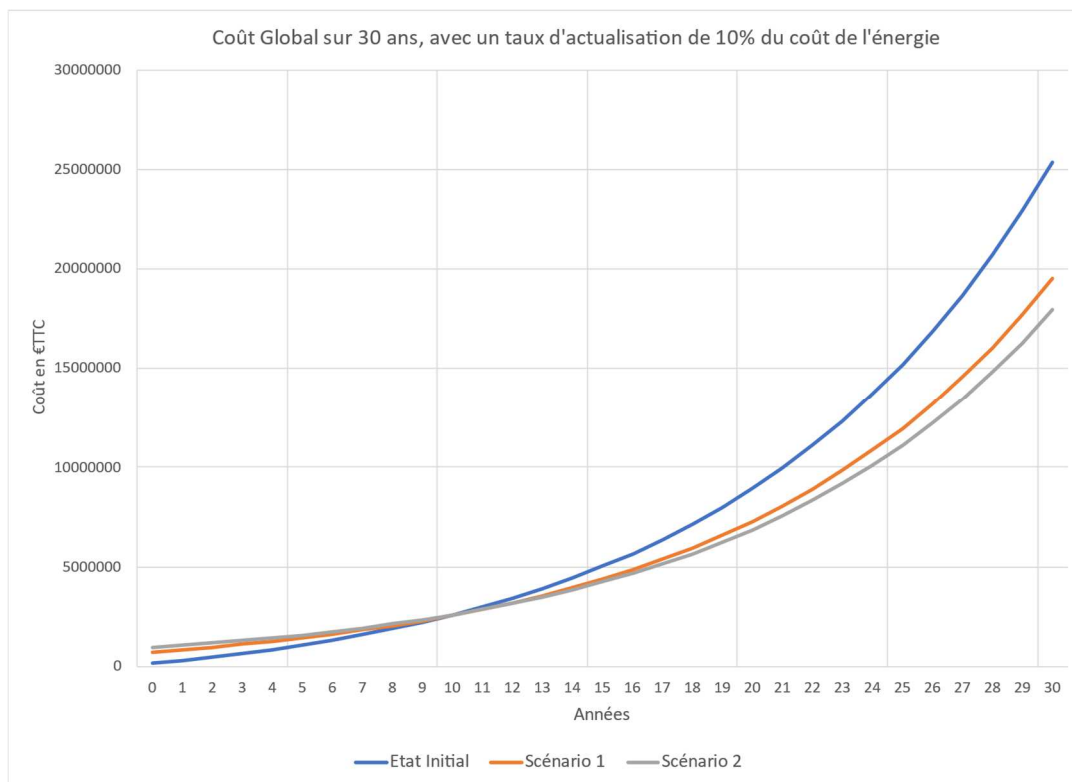
Scénario 1	111 à 210 C 138	6 à 15 B 7	✓		✓		✓	
------------	---------------------------	----------------------	---	--	---	--	---	--

Scénario 2	111 à 210 C 125	< 6 A 6	✓		✓		✓	✓
------------	---------------------------	-------------------	---	--	---	--	---	---

Désignation	Unité	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2
Investissements	€HT	0	635 000	850 000
Economie annuelle d'énergie primaire	%	0	17%	24%
Economie annuelle d'énergie finale	%	0	44%	51%
Emissions de CO2 évitées	%	0	62%	68%
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	€TTC	0	-35 566	-45 453
CEE Mobilisables	kWh CUMAC	0	1 282 500	2 276 714
Valorisation CEE	€	0	8 978	15 937
Temps de retour sur investissement actualisé	années	0	14	14
Dépenses annuelles énergétiques	€TTC	139 384	103 818	93 931
Dépenses énergétiques sur 30 ans (Actualisation des coûts d'énergie de 4%)	€TTC	8 269 411	6 159 328	5 572 747
Coût global (avec investissements)	€TTC	8 269 411	6 794 328	6 422 747

Coût Global sur 30 ans, avec un taux d'actualisation de 4% du coût de l'énergie





Commentaires

Les deux scénarios ont un temps de retour relativement court de 14 ans grâce à des interventions à faibles investissements (reprises des paramètres de régulation). Ils permettent de réduire considérablement 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 les scénarios permettent un retour sur investissement de 10 ans.

Les scénarios permettent une réduction forte des consommations et des émissions de CO2 avec la sortie du site Cassin des énergies fossiles.

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.

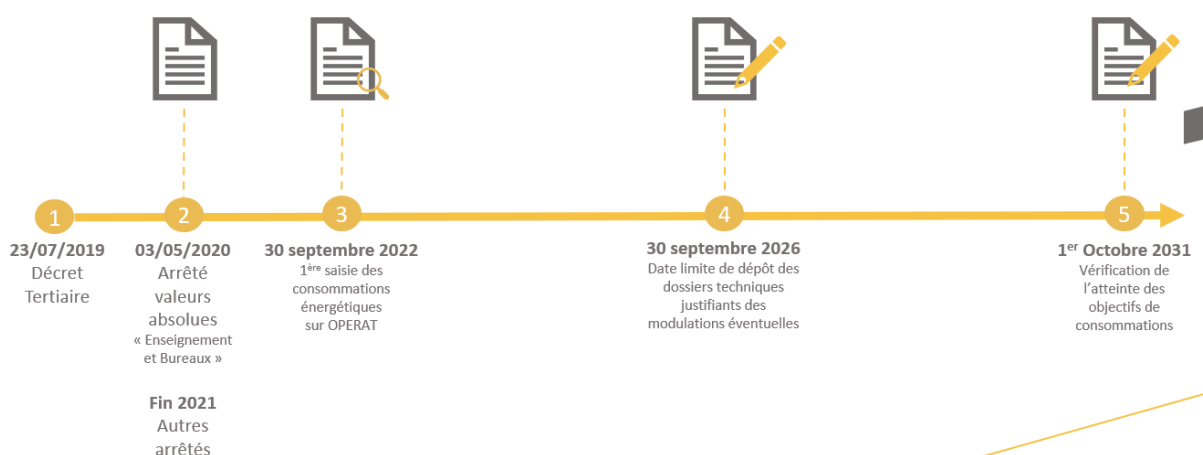
³ Loi ELAN : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037639478/>

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



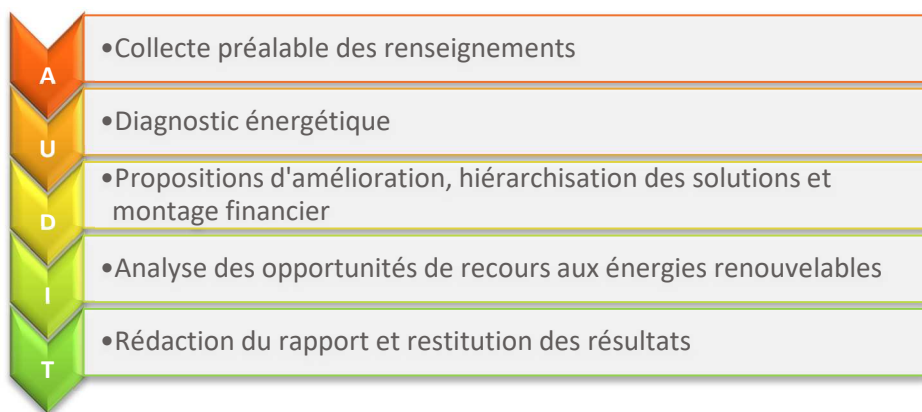
En cas de non-atteinte des objectifs (et/ou la non-transmission des données), dont la première évaluation sera faite en 2031, les **sanctions** encourues sont une amende de 5^{ème} classe (maximum 7 500 €), ainsi que la publication de l'identité des « mauvais élèves » par les services de l'Etat.

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

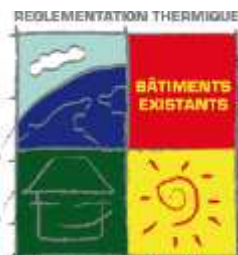
2.3.1 Processus de l'audit énergétique

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 :

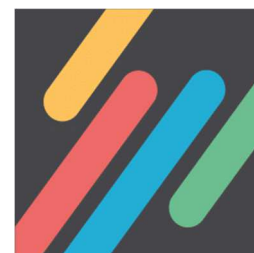


1. La méthode conventionnelle par le logiciel Pléiades de IZUBA utilisant la méthode TH-C-E ex (calcul réglementaire) établie par le CSTB, permet de simuler un bâtiment de manière conventionnelle (ou intrinsèque) en fonction de scénarios d'occupation prédéfinis et fixes, qu'il n'est pas possible de moduler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

**PLEIADES**

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 des bâtiments	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 des murs par l'intérieur réalisée par une épaisseur de 9 cm d'épaisseur (hypothèse basée sur les plans DWG du bâtiment et sa date de construction)
- Isolation des planchers bas sur terre-plein réalisée par une épaisseur de 6 cm d'épaisseur (hypothèse basée sur la date de construction du bâtiment)
- Isolation des planchers bas sur extérieur réalisée par une épaisseur de 11 cm (hypothèse basée sur la date de construction du bâtiment)
- Isolation de la toiture-terrasse réalisée par une épaisseur de 12 cm (hypothèse basée sur la date de construction du bâtiment)
- Performance de l'isolation de la toiture-terrasse dégradée par les problématiques d'étanchéités de la toiture
- Isolation des rampants réalisée par une épaisseur de 15 cm (hypothèse basée sur la date de construction du bâtiment)
- Fonctionnement permanent des extracteurs des sanitaires (hypothèse basée sur l'usage des zones desservis)

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 l'après-midi du 26/03/2024 et la matinée du 28/03/2024. 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 bâtiment Cassin
14 avenue René Cassin 86360 Chasseneuil-du-Poitou

4.1.2 Coordonnées des interlocuteurs

	SITE CASSIN
Nom	Christophe AUDIDIER
Téléphone	06 25 33 55 33
Fonction	Direction du Fonctionnement et du Patrimoine Immobilier
E-mail	Christophe.Audidier@ac-cned.fr

4.1.3 Visite

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

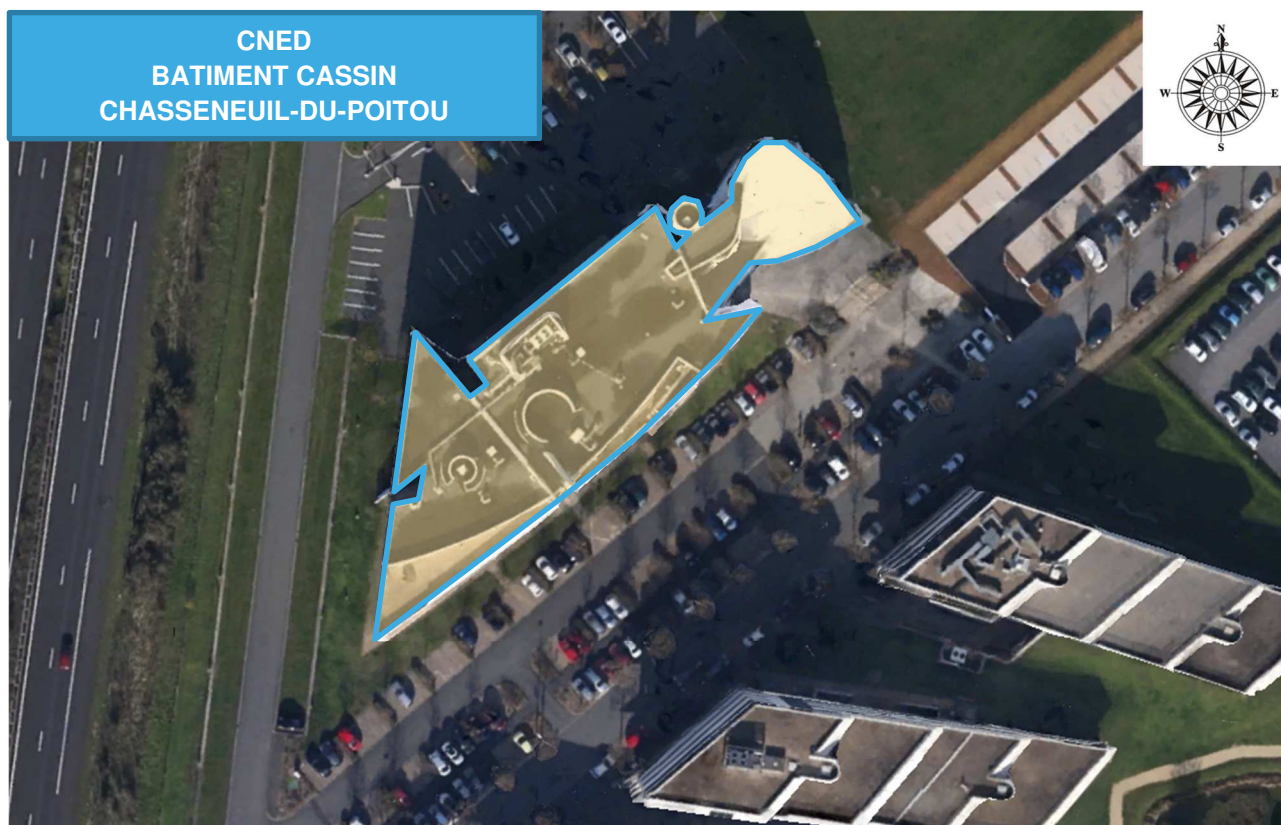
Situation	
Date de la visite :	26 et 28/03/2024
Diagnostiqueur :	Manon CAILLIERE mcailliere@alterea.fr
Accompagnateurs :	Luis DA FONTE
Conditions climatiques :	T _{ext.} = 7 °C, Pluvieux

4.1.4 Travaux antérieurs ou programmés

Les travaux antérieurs ou programmés sont les suivants :

Travaux	Date
Réfection des toitures terrasses du bâtiment comprenant étanchéité et isolation	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	2024
Réfection de l'éclairage extérieur	2023
Mise en place d'un climatiseur dans le local serveur niveau 1 du bâtiment	2022
Travaux de réaménagement du 1er étage pour installation de la Direction de l'Audiovisuel dans l'ancien centre de ressources	2022
Mise en place de 3 climatiseurs dans le local serveur du RDC bas du bâtiment	2022
Remplacement des luminaires par des LED (commande gradable)	2021
Remplacement du groupe froid	2020-2021

4.1.5 Vue aérienne du site



4.2 DONNEES D'USAGE DU SITE

4.2.1 Bâtiments

Bâtiment	Année de Construction	Niveaux	SHON étudiée	Surface chauffée	Usages
Cassin	2005	4	4 763 m ²	3 737 m ²	Immeuble de bureaux

*Le bâtiment respecte la RT 2000.

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	20h00	20h00	20h00	20h00	20h00	-	-

4.2.2.2 Fréquentation du site

Dénomination	Effectif
Effectif du site	Environ 80 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 globalement moyen. Des problèmes de régulations sont rencontrés en début de saison de chauffe et des sensations de froid sont ressenties ponctuellement par les usagers. La reprise de l'isolation de la toiture-terrasse et le remplacement des menuiseries non performantes permettront de limiter l'inconfort ressenti.
Estival		Le site est occupé toute l'année. Le bâtiment est équipé d'un groupe de production d'eau glacée permettant le refroidissement des locaux, ce qui permet de limiter l'inconfort. Des problèmes de régulations sont rencontrés en début de période estivale.
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		Dans l'ensemble, l'acoustique du bâtiment est bonne et l'environnement alentour n'entraîne pas de nuisance. Cependant l'importante hauteur sous-plafond du hall du bâtiment peut entraîner un inconfort acoustique du fait de la résonance engendrée.
Renouvellement d'air (ventilation)		Le bâtiment dispose de deux centrales de traitement de l'air double flux et de deux centrales de traitement de l'air de soufflage permettant le renouvellement de l'air intérieur. Les sanitaires sont ventilés par des extracteurs simple flux. Aucune moisissure ni odeur n'a été constatée lors de la visite.
Étanchéité à l'air		L'étanchéité à l'air est moyenne. Une partie des menuiseries n'est pas très performante et est vétuste. Aucune dégradation n'a été constatée lors de la visite.
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 lors des pathologies d'odeurs
Hiver : Les portes d'accès aux bâtiments (halls, portes d'entrée, accès techniques, etc) sont	Laissées rarement ouvertes
Comportement vis à vis de la bureautique - Personnel	Extinction de beaucoup de postes
Comportement vis à vis des radiateurs	Occupants ne touchant pas aux robinets
Comportement vis à vis de l'éclairage	Les usagers éteignent souvent les éclairages
Comportement vis à vis des douches	Moyennes
Ressenti des usagers	
Les usagers ont-ils des sensations de froid en hiver ?	Oui (zones ponctuelles)
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, ...) ?	Non
Si autre, préciser	-
Appréciation générale du comportement des usagers	
Performance	1
Commentaires	Les occupants sont informés des problématiques énergétiques. Des campagne de sensibilisation énergétique auprès des usagers ont été réalisées d'après les informations récoltées sur place. Des sensations d'inconforts sont ressenties ponctuellement en été et hiver. Des travaux sont envisageables afin d'améliorer le confort des usagers. De plus, des courants d'air sont ressentis par les usagers du fait des bouches de ventilation.

0	Très énergivore
1	Energivore
2	Performant
3	Très performant

5 ANALYSE DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU SITE

5.1 USAGES ENERGETIQUES DU SITE

	Gaz naturel	Electricité
Chauffage	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
Bâtiment Cassin	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 Cassin. La mise en place de sous-compteurs électriques permettrait d'identifier précisément les consommations et de limiter le risque de dérives énergétiques.

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
Bâtiment Cassin	Fournisseur	-	-	NC

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

Réseau gaz	Compteur général gaz	Départ 1 :	Radiateurs
		Départ 2 :	CTA + cassettes
		Départ 3 :	Plancher chauffant

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 du bâtiment Cassin afin de différencier avec précision les consommations de chauffage du bâtiment et d’éviter les dérives énergétiques.

5.3 HISTORIQUE DES CONSOMMATIONS

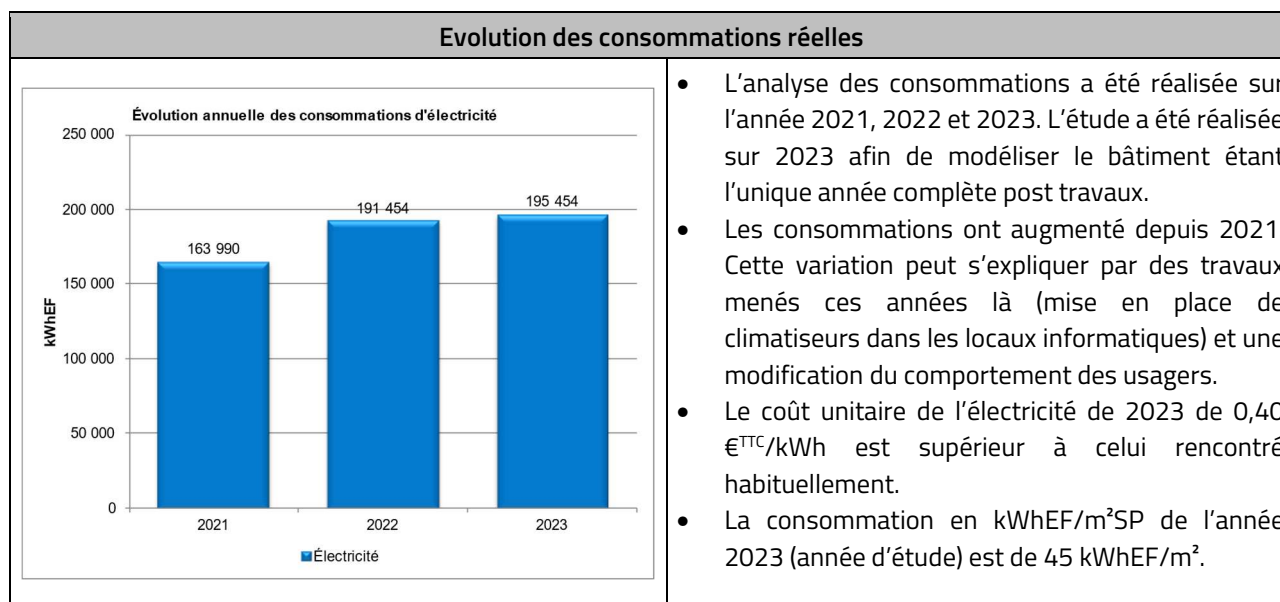
5.3.1 Electricité

Les consommations ci-dessous sont issues des relevés fournis par la Maîtrise d'Ouvrage.

Consommations énergétiques réelles		2021	2022	2023	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{SHON}
Électricité	Consommations (kWh)	163 990	191 454	195 454	183 633	99,5
	Emissions de CO2 (kg _{éq-CO2})	13 775	16 082	16 418	15 425	
	Dépenses (€ ^{TTC})	22 816	32 673	77 806	44 432	
	Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh)	0,14	0,17	0,40	0,24	

*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).



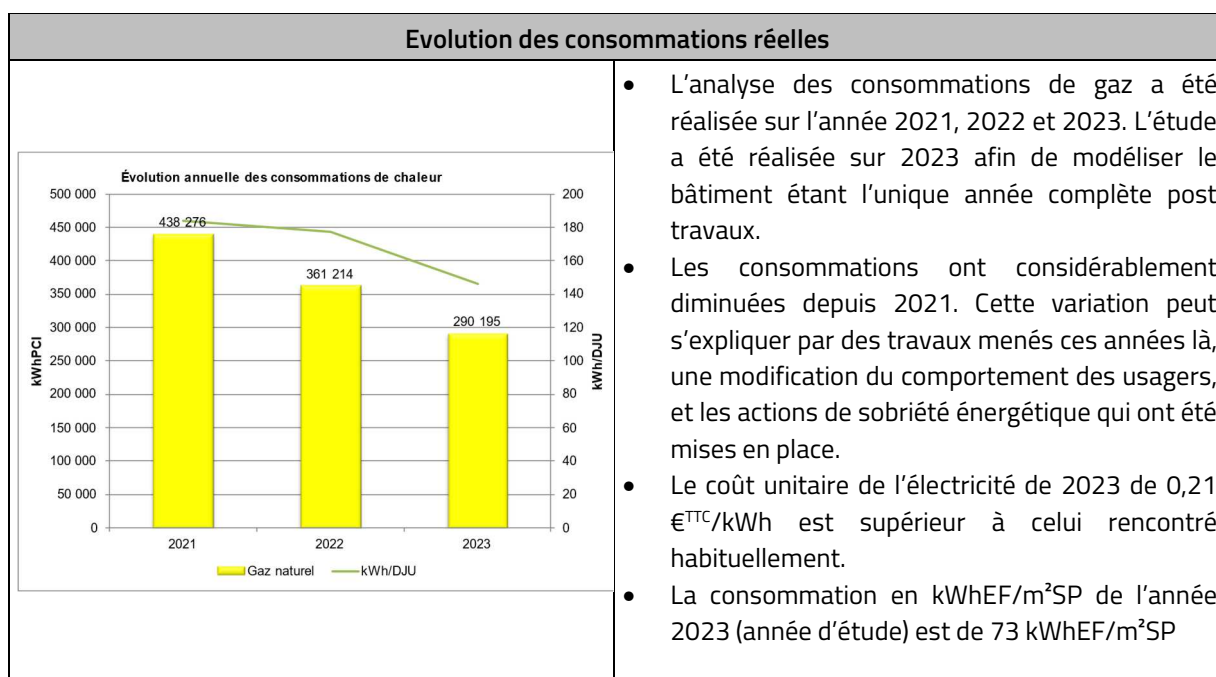
5.3.2 Gaz naturel

Les consommations ci-dessous nous ont été transmises par le Maître d'Ouvrage :

Consommations énergétiques réelles		2021	2022	2023	Moyenne	Ratio kWh _{EP} /m ² _{SHON}
Gaz naturel	Consommations (kWh _{EF})	438 276	361 214	290 195	363 228	77,2
	Emissions de CO ₂ (kg _{éq} -CO ₂)	102 557	84 524	67 906	84 995	
	Dépenses (€ ^{TTC})	26 689	38 275	60 460	41 808	
	Coût unitaire (€ ^{TTC} /kWh)	0,06	0,11	0,21	0,12	
	DJU (Station : Poitiers - Biard)	2 380	2 036	1 987		
	DJU Décennaux : 2 172					

*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]	602 720	610 601	630 096	563 220	660 500	623 140	618 595	633 709	654 220	606 835	556 413
Consommation surfacique totale [kWhEF/m²]	139	141	146	130	153	144	143	146	151	140	129

L'année 2015 étant la plus consommatrice sur ces dix dernières années, elle est sélectionnée pour année de référence.

La consommation de référence associée est de 153 kWhEF/m²SP.an

Il sera possible de valoriser gratuitement les travaux énergétiques réalisés entre 2010 et 2022, dans l'atteinte des objectifs énergétiques réglementaires. L'économie d'énergie déjà réalisée entre 2015 et 2022 **est de 16%**.

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 = 105 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2030 (-40%) = 92 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 76 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 61 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 absolu 2030 = 105 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2040 (-50%) = 76 kWhEF/m²
- Objectif relatif 2050 (-60%) = 61 kWhEF/m²

La consommation de 2022 indique un ratio de consommation de 129kWhEF/m², à cette date le site ne valide pas l'objectif de réduction de consommation de 2030.

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	Oui
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...)	Oui
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...)	Oui
La hauteur sous plafond est inférieure à 2,7 m	Oui
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	Non
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	Non
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	Oui
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 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 en béton isolé		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	1 572m ²	0,39	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Année :	2005			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	9 cm			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			
Mur sur local non chauffé		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	60m ²	1,91	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Année :	2005			
	Nature du local non chauffé :	Circulation et locaux techniques RDC bas, escaliers			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3.2			

Commentaire par équipement	
Mur en béton isolé	Les murs en béton sont isolés par l'intérieur. Basée sur les plans DWG du bâtiment transmis par la Maîtrise d'Ouvrage ainsi que la date de construction du bâtiment, l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 9 cm a été installée. Aucune intervention n'est préconisée.
Mur sur local non chauffé	Une partie des murs donnent sur des locaux non chauffés (escaliers, locaux techniques, circulations RDC bas). Aucune isolation n'a été constatée lors de la visite. Il est préconisé de mettre en place une isolation afin de respecter une résistance de $R=5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

Menuiserie					
Menuiserie en aluminium 4/12/4		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 12 mm	318m ²	2.60	2
	Etanchéité :	Moyenne			
	Remplissage :	Air			
	Année :	2005			
	Occultation :	Volet roulant, Store intérieur			
	Matériau occultation :	PVC, Textile			
	Position :	Nu intérieur			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9			
Menuiserie en aluminium 4/10/4		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 10 mm	163m ²	2.70	1
	Etanchéité :	Faible			
	Remplissage :	Air			
	Année :	2005			
	Occultation :	Volet roulant, Store intérieur			
	Matériau occultation :	PVC, Textile			
	Position :	Nu intérieur			
	Pathologies :	Présence de défauts d'étanchéité à l'eau			
	Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :	1.9			

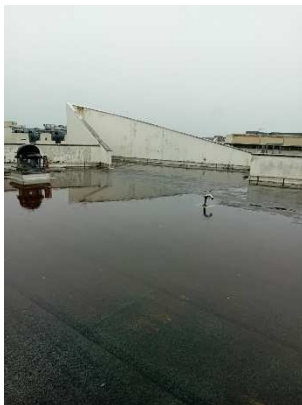
Pavés de verre		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Briques de verre récente	33m ²	2.10	2
	Etanchéité :	Moyenne			
	Remplissage :	Air			
	Année :	2005			
	Occultation :	Aucune			
	Matériau occultation :	Sans objet			
	Position :	Nu extérieur			
Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :		1.9			
Menuiserie de plancher haut sur extérieur		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Métal / Double vitrage lame d'air 12 mm	10m ²	2.60	1
	Etanchéité :	Faible			
	Remplissage :	Air			
	Année :	2005			
	Occultation :	Aucune			
	Matériau occultation :	Sans objet			
	Inclinaison :	Horizontale			
Pathologies :		Présence de défauts d'étanchéité à l'eau			
Garde-fou RT existant 2023 (Uw) :		1.9			

Commentaire par équipement	
Menuiserie en aluminium 4/12/4	La majorité des menuiseries du bâtiment est en aluminium double vitrage avec une épaisseur de lame d'air de 12 mm. Ces menuiseries sont performantes, aucune intervention n'est préconisée.
Menuiserie en aluminium 4/10/4	Une partie des menuiseries du bâtiment sont en aluminium double vitrage avec une épaisseur de lame d'air de 10 mm. Ces menuiseries sont peu performantes. Également ; lors de la visite, il a été constaté que certaines menuiseries présentent des défauts d'étanchéité à l'eau. Pour ces raisons, le remplacement des menuiseries par des menuiseries respectant une performance $U_w=1,30 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ est préconisée.
Pavés de verre	Des pavés de verre sont présents dans les circulations de chaque niveau du bâtiment. Ces menuiseries sont performantes, aucune intervention n'est préconisée.
Menuiserie de plancher haut sur extérieur	Des menuiserie de plancher haut sont présentes en toiture-terrasse. Ces menuiseries sont supposées être en aluminium double vitrage avec une épaisseur de lame d'air de 12 mm, ce qui est performant. Néanmoins, des défauts d'étanchéité à l'eau ont été constatés lors de la visite. Le remplacement des menuiseries par des menuiseries respectant une performance $U_w=1,50 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ est préconisée. Une partie de ces menuiseries a été remplacée en 2024 d'après les informations récoltées sur place afin de résoudre les problèmes d'étanchéité rencontrés.

Plancher bas						
Plancher bas sur local non chauffé		Surface	U	P	V	
	Type :	Dalle béton	985m ²	0,28	3	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Flocage coupe-feu				
	Epaisseur d'isolation :	10 cm				
	Année :	2005				
	Nature du local non chauffé :	Parking, local technique				
	Position :	Sur parking non enterré				
	Ventilation du local non chauffé :	Local ventilé				
Garde-fou RT existant 2023 (R) :		3				
Plancher bas sur terre-plein		Surface	U	P	V	
-	Type :	Dalle béton	436m ²	0,20	3	2
	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 :	2005				
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	Sans objet				
Plancher bas sur extérieur		Surface	U	P	V	
	Type :	Dalle béton	157m ²	0,33	2	2
	Epaisseur :	20 cm				
	Présence d'une isolation :	Oui				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous face				
	Isolant :	Indéterminé				
	Epaisseur d'isolation :	11 cm				
	Année :	2005				
Garde-fou RT existant 2023 (R) :		3				

Plancher bas sur vide-sanitaire		Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	16m ²	1,57	0
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Non			
	Année :	Non déterminée			
	Garde-fou RT existant 2023 (R) :	3			

Commentaire par équipement	
Plancher bas sur local non chauffé	Une majorité des planchers bas du bâtiment donne sur le RDC bas qui n'est pas chauffé (parking, locaux techniques et circulation). Une épaisseur d'isolation de 10 cm a été mesurée lors de la visite. Aucune intervention n'est préconisée.
Plancher bas sur terre-plein	Une partie du plancher bas du RDC haut donne sur un terre-plein. Basée sur l'année de construction du bâtiment et la présence d'un plancher chauffant à ce niveau, l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 6 cm a été installée en sous-face du plancher bas sur terre-plein. Aucune intervention n'est préconisée.
Plancher bas sur extérieur	Une partie du plancher bas du R+1 donne sur l'extérieur. Basée sur l'année de construction du bâtiment, l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 11 cm a été installée en sous-face. Aucune intervention n'est préconisée.
Plancher bas sur vide sanitaire	Un vide sanitaire a été creusé récemment au niveau de l'infirmerie à la suite d'une problématique d'affaissement. D'après les informations récoltées lors de la visite, celui-ci n'a pas été isolé. Aucune intervention n'est préconisée du fait de la faible surface de plancher bas concernée.

Plancher Haut					
Toiture-terrasse		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	1 415m ²	0,45	1
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	12 cm			
	Etanchéité :	Bitumineuse			
	Pathologies :	Eau stagnante en toiture, Présence de défaut d'étanchéité			
	Année :	2005			
Garde-fou RT existant 2023 (R) :		4.5			
Rampant		Surface	U	P	V
	Type :	Dalle béton	241m ²	0,25	2
	Epaisseur :	20 cm			
	Présence d'une isolation :	Oui			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation en sous-face			
	Isolant :	Indéterminé			
	Epaisseur d'isolation :	15 cm			
	Année :	2005			
Garde-fou RT existant 2023 (R) :		4.5			

Commentaire par équipement	
Toiture-terrasse	Basée sur la date de construction du bâtiment, l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 12 cm a été installée par le dessus de la toiture-terrasse. Lors de la visite, il a été observé que des problématiques d'étanchéité de la toiture-terrasse sont présentes. L'hypothèse prise est que ces problématiques ont dégradées l'isolation en place, et de ce fait sa performance. 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 $R=7,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.
Rampant	L'amphithéâtre est sous des rampants. Basé sur l'année de construction du bâtiment, l'hypothèse prise est qu'une épaisseur d'isolation de 15 cm a été installée en plancher haut. Aucune intervention n'est préconisée.

6.2 CHAUFFAGE

6.2.1 Description de la chaufferie

Production de chaleur			
Chaudières basses températures		P	V
	Energie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique totale :	230 kW	
	Puissance électrique totale :	NC	
	Technologie :	Basse température	
	Cascade :	Oui	
	Position :	Au sol	
	Année :	2004	
	Marque :	Atlantic Guillot	
	Modèle :	Optimagaz 232	
	Nombre :	2	
	Brûleur intégré :	Oui	
	Nombre de brûleur :	2	
		2	2

Commentaire par équipement	
Chaudières basses températures	Deux chaudières à gaz basses températures assurent le chauffage 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 fluide frigorigène R32 avec un PRG de 675, donc il n'est pas concerné par les interdictions de fluide qui portent sur les PRG>750. Sachant que si la puissance n'est pas augmentée, il est possible légalement de continuer à maintenir cet équipement.

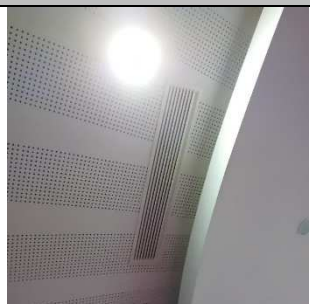
Auxiliaire de chauffage			
Pompe chauffage - Départ plancher chauffant		P	V
	Puissance électrique totale :	200 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Plancher chauffant	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	Stator 80W	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie			
Pompe chauffage - Départ CTA + cassettes		P	V
	Puissance électrique totale :	510 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ constant	
	Nom du départ :	CTA + cassettes	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	DCX50-50	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie			
Pompe chauffage - Départ radiateurs			V
	Puissance électrique totale :	590 W	
	Technologie :	Pompe à débit variable	
	Type :	Pompe double	
	Fonction :	Départ régulé	
	Nom du départ :	Radiateurs	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Salmson	
	Modèle :	DCX40-80	
	Nombre :	1	
Localisation : Chaufferie			

Commentaire par équipement	
Commentaire général	Les pompes de départ de chauffage sont à débit variable. Aucune intervention n'est préconisée.

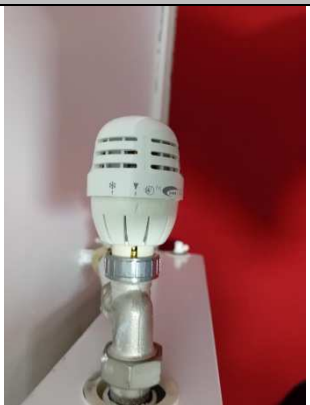
Distribution de chaleur			
Réseaux de chauffage		P	V
	Technologie :	Présence de calorifuge sur l'ensemble des réseaux	
	Mise en œuvre de l'isolation :	Laine de verre revêtue d'un film PVC	
		3	2

Commentaire par équipement	
Réseaux de chauffage	Les réseaux de chauffage sont correctement calorifugés, aucune intervention n'est préconisée.

6.2.2 Description des émetteurs

Emission de chaleur			
Ventilo-convecteurs chaud		P	V
	Locaux desservis :	Bureaux	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	2
	Position :	En faux-plafond	
	Année :	2005	
Soufflage depuis une CTA		P	V
	Locaux desservis :	Amphithéâtre, ancienne bibliothèque	
	Position :	Bouche de soufflage plafonnière	
	Année :	2005	2
	Technologie :	Soufflage depuis une CTA	
Plancher chauffant		P	V
-	Locaux desservis :	Hall RDC haut	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Plancher chauffant basse température	2
	Année :	2005	
Radiateur		P	V
	Locaux desservis :	Circulations et sanitaires	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	2
	Année :	2005	

Commentaire par équipement	
Ventilo-convecteurs chaud	La majorité des locaux du bâtiment sont chauffés par des ventilo-convecteurs gainables. Ces émetteurs sont performants, aucune intervention n'est préconisée.
Soufflage depuis une CTA	L'amphithéâtre ainsi que l'ancienne bibliothèque du bâtiment sont chauffés par le soufflage de l'air réchauffé par les batteries chaudes des CTA desservant ces locaux. Aucune intervention n'est préconisée.
Plancher chauffant	Le hall du RDC haut est chauffé par un plancher chauffant d'après les informations récoltés sur place. Cet émetteur est performant, aucune intervention n'est préconisée.
Radiateur	Les circulations et les sanitaires sont chauffés par des radiateurs hydrauliques. Lors de la visite, ils n'étaient pas en fonctionnement. Ils ne sont plus utilisés depuis 2022 d'après les informations récoltées sur place.

Régulation terminale chauffage			
Thermostat d'ambiance simple - Ventilo-convecteurs, soufflage depuis une CTA		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance simple	
	Année :	2005	
	Locaux desservis :	Bureaux, amphithéâtre, ancienne bibliothèque	
		2	2
Robinet thermostatique - Radiateurs		P	V
	Technologie :	Robinets thermostatiques récents	
	Année :	2005	
	Locaux desservis :	Circulations	
		3	2

Commentaire par équipement	
Thermostat d'ambiance simple - Ventilo-convecteurs, soufflage depuis une CTA	Des thermostats d'ambiance simples sont présents dans les bureaux, pilotant les ventilo-convecteurs et le soufflage depuis la CTA. Les usagers ont la possibilité d'augmenter d'un degré la température par rapport à la consigne centrale. Celle-ci se réinitialise et revient à la température de consigne de la GTB au bout de 2h. Aucune intervention n'est préconisée.
Robinet thermostatique - Radiateurs	Les radiateurs sont régulés par des robinets thermostatiques récents. Aucune intervention n'est préconisée.

6.2.3 Schéma de principe

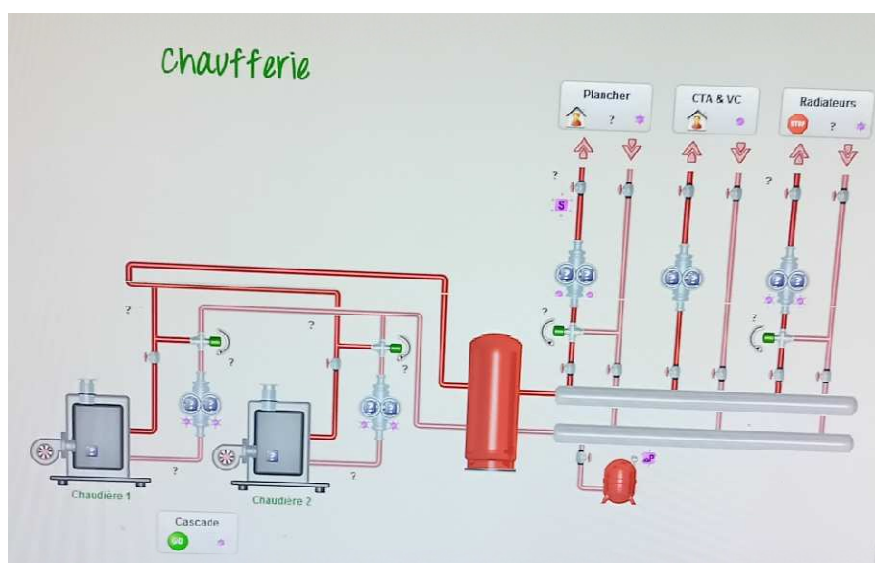
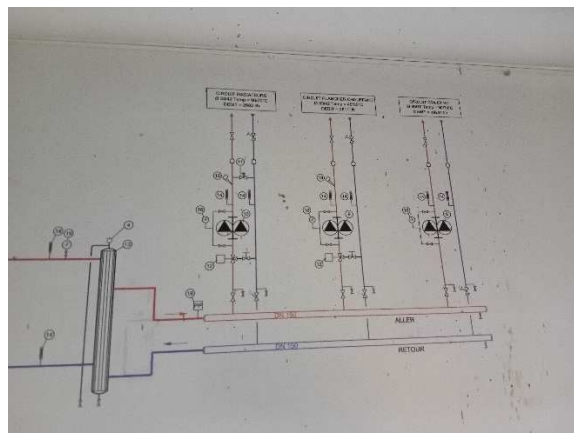
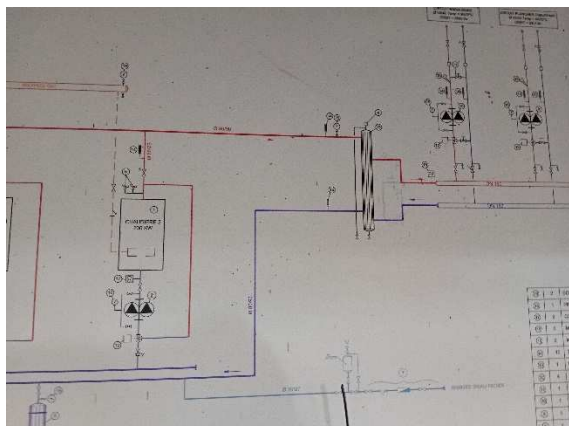
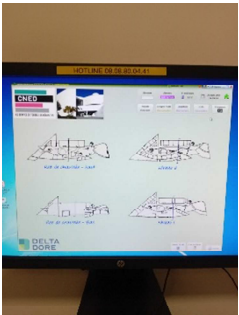
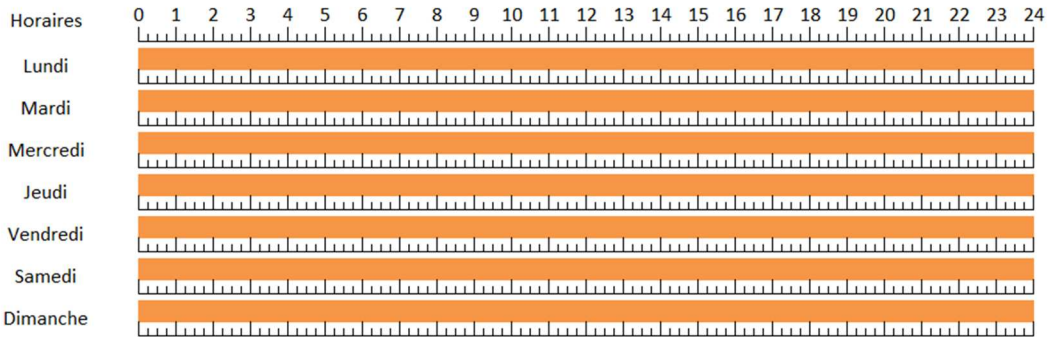


Figure 1 : Schéma de principe de la chaufferie

Le schéma de principe était bien accessible dans le local chaufferie. Au moment de la visite, il n'a pas été mis à jour depuis la mise en place de la pompe à chaleur début 2024. La maîtrise d'ouvrage a indiqué qu'un nouveau schéma de principe était présent après la visite réalisée en Mars. Ce schéma de principe est important pour assurer une bonne maintenance des équipements avec une compréhension rapide de l'installation.

6.2.4 Description de la régulation

Caractéristiques de la régulation en chaufferie :		Vétusté	Perf.
Régulation	 La régulation des réseaux de chauffage et de refroidissement est réalisée à partir d'une GTB qui est pilotée depuis le poste informatique du local GTB au RDC haut. La régulation est régie selon des plannings horaires et des lois d'eau sur la température extérieure.	2	0
	Départ Chauffage plancher chauffant et CTA  Consignes : Confort : 21,0 °C Réduit : 21,0 °C		

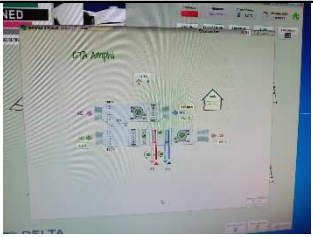
Commentaires
Le chauffage est actuellement régulé par l'intermédiaire de la GTB à distance. Lors de la visite, il a été vu que les plannings de chauffage du plancher chauffant et des CTA étaient en permanence en fonctionnement en mode confort. La température de confort demandée varie entre 19°C et 21°C selon les zones. Le planning de ventilation des CTA permet de limiter le fonctionnement du chauffage par CTA sur les heures d'occupation du bâtiment. Aucune programme hebdomadaire n'a été vu, seulement un programme journalier a été observé concernant le chauffage. L'hypothèse prise est que le chauffage est également en fonctionnement permanent le week-end. Il est préconisé de réduire les températures de consigne de confort à 19°C et de mettre en place une température de réduit à 16°C en inoccupation du bâtiment (de 20h à 6h du lundi au vendredi et toute la journée du samedi et du dimanche). La mise en place d'une température d'hors gel de 8°C est préconisée lorsque le bâtiment est inoccupé plus de 24h consécutives, comme le week-end. Pour cette raison, le chauffage est à redémarrer en mode confort 2h avant l'arrivée des premiers usagers le lundi matin. Le site de Cassin est assujéti au décret BACS du 21/07/2020 (Building Automation and Control System) avec l'obligation de la mise en place d'une GTB pour les bâtiments tertiaires disposant d'une puissance installée (Chauffage + Refroidissement) supérieure à 290kW.

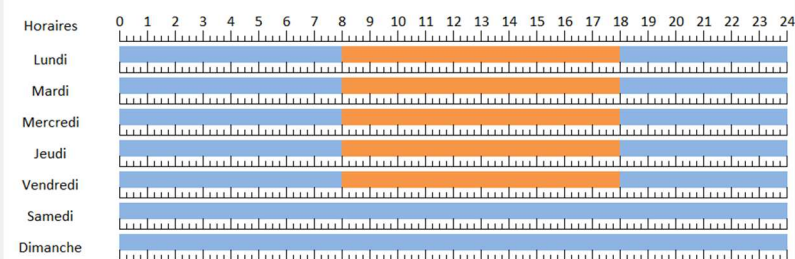
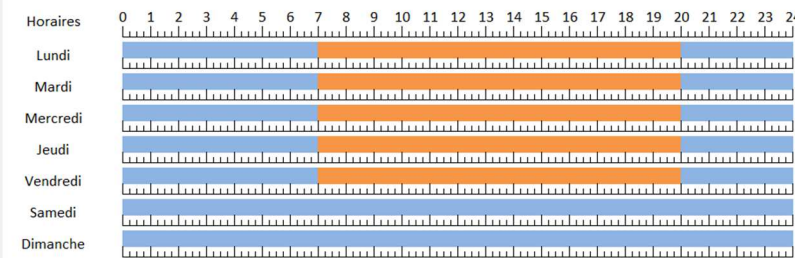
6.3 VENTILATION

Equipement de ventilation			
CTA de soufflage - R+1 et R+2		P	V
	Technologie :	CTA SF soufflage	
	Echangeur :	Sans objet	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Sans objet	
	Année :	2005	
	Marque :	Ciat	
	Modèle :	NC	
	Locaux desservis :	R+1 et R+2	
	Nombre :	1	
Localisation :		Faux-plafond circulation R+1	
CTA double flux - RDC haut		P	V
	Technologie :	CTA DF sans échangeur ni caisson de mélange	
	Echangeur :	Sans objet	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Sans objet	
	Année :	2005	
	Marque :	Ciat	
	Modèle :	NC	
	Locaux desservis :	RDC haut	
	Nombre :	1	
Localisation :		Local traitement d'air RDC haut	
CTA de soufflage - Bibliothèque		P	V
	Technologie :	CTA SF soufflage	
	Echangeur :	Sans objet	
	Batterie chaude :	Hydraulique	
	Batterie froide :	Sans objet	
	Année :	2005	
	Marque :	Ciat	
	Modèle :	NC	
	Locaux desservis :	Bibliothèque	
	Nombre :	1	
Localisation :		Faux-plafond circulation R+1	

CTA double flux - Amphithéâtre		P	V
	Technologie : CTA DF avec caisson de mélange (absence d'échangeur)	2	2
	Batterie chaude : Hydraulique		
	Batterie froide : Hydraulique		
	Année : 2005		
	Marque : Ciat		
	Modèle : NC		
	Locaux desservis : Amphithéâtre		
	Nombre : 1		
Localisation : Local ventilation amphithéâtre RDC bas			
Extracteurs simple flux - Sanitaires		P	V
	Technologie : Autoréglable	1	2
	Marque : Aldes		
	Modèle : NC		
	Locaux desservis : Sanitaires		
	Nombre : 3		
Localisation : Toiture-terrasse			

Commentaire par équipement	
CTA de soufflage - Bibliothèque CTA de soufflage - R+1 et R+2	Des CTA simple flux de soufflage assurent le renouvellement de l'air de la bibliothèque, du R+1 et du R+2. Le remplacement de ces équipements par des CTA doubles flux avec récupération de chaleur est préconisé. Cela permettra d'améliorer la qualité de l'air des usagers tout en limitant les consommations énergétiques.
CTA double flux -RDC haut CTA double flux - Amphithéâtre	Des CTA double flux permettent d'assurer le renouvellement d'air du RDC haut et de l'amphithéâtre. Aucun système de récupération d'énergie n'est présent. Le caisson de soufflage et d'extraction de la CTA du RDC haut sont séparés. Il est préconisé de remplacer les équipements par des CTA double flux avec récupération d'énergie afin de réduire les consommations d'énergie.
Extracteurs simple flux	Les sanitaires sont ventilés par extraction de l'air vicié. Ce système est adapté aux locaux humides comme les sanitaires. Aucune intervention n'est préconisée.

Régulation centrale ventilation			
GTB		P	V
	Technologie :	GTB	
	Locaux desservis :	RDC haut, R+1, R+2, Ancienne bibliothèque	
		3	2
Fonctionnement permanent		P	V
-	Technologie :	Fonctionnement permanent	
	Locaux desservis :	Sanitaires	
		0	NC

Commentaire par équipement	
GTB	Le fonctionnement des CTA est piloté par une GTB. Les plannings de ventilation des CTA qui ont été observés correspondent à l'occupation du bâtiment : Circuit N°1 : CTA amphithéâtre  Circuit N°2 : CTA R+1/R+2, CTA RDC haut et CTA bibliothèque  Aucune intervention n'est préconisée.
Fonctionnement permanent	Aucune système de régulation n'a été observé pour les extracteurs des sanitaires. L'hypothèse prise est qu'ils fonctionnent en permanence. Ce fonctionnement est adapté aux locaux humides comme les sanitaires. Aucune intervention n'est préconisée.

6.4 EAU CHAUDE SANITAIRE

Production ECS			
Ballon électrique - 15L		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	1	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Volume :	15 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Sanitaires Ouest R+1/R+2	
	Localisation :	Sanitaire Ouest R+1	
Ballon électrique - 30L		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	3	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Volume :	30 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Sanitaires Est R+1/R+2, sanitaires Est RDC, salle de pause R+2	
	Localisation :	Sanitaire Est R+1, Sanitaire Est RDC, Salle de pause R+2	
Ballon à semi-accumulation		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	1	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Puissance électrique unitaire :	2.25 kW	
	Volume :	80 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Cafétéria	
	Localisation :	Salle aveugle du coin cafétéria	
Ballon électrique - 50L		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Nombre :	1	
	Type de production :	Production décentralisée	
	Volume :	50 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
	Locaux desservis :	Local ménage RDC, sanitaires Ouest RDC, douche RDC	
	Localisation :	Local ménage RDC	

Commentaire par équipement	
Ballon électrique - 15L Ballon électrique - 30L Ballon électrique - 50L	Des ballons électriques sont présents ponctuellement pour assurer le besoin d'eau chaude sanitaire dans les sanitaires ou la salle de pause. Le volume des ballons est adapté à leur usage. Aucune intervention n'est préconisée. D'après les informations récoltées sur place, les ballons électriques actuellement sont progressivement remplacés par des ballons à semi-accumulation lorsqu'ils tombent en panne.
Ballon à semi-accumulation	Un ballon électrique à semi-accumulation d'environ 100L a été installé dans le local de stockage de la cafétéria. Le volume d'eau chauffé par le ballon est modulable sur ce type de technologie. Pour cette raison, un volume réduit de 80L a été modélisé pour l'étude. Le volume du ballon semble surdimensionné par rapport au besoin de la cafétéria. Il est préconisé de réduire le volume chauffé du ballon pour cette raison.

6.5 ECLAIRAGE

Eclairage intérieur			
Dalle LED - Bureaux		P	V
	Année :	2021	
	Technologie :	Luminaires 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	
	Répartition :	45%	
Ampoule LED - Sanitaires, amphithéâtre, circulation		P	V
	Année :	2021	
	Technologie :	Luminaires 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	
	Répartition :	40%	
Tube LED - Parking		P	V
	Année :	2021	
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Tube	
	Nombre de lampe(s) par luminaire :	1	
	Puissance électrique unitaire d'une lampe :	NC	
	Position :	En applique	
	Type d'éclairage :	Eclairage direct	
	Ballast :	Sans objet	
	Répartition :	15%	

Commentaire par équipement	
Commentaire général	Un relamping LED a été réalisée en 2021. 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	3
	Locaux desservis : Bureaux		
Interrupteur manuel avec minuterie		P	V
	Technologie : Interrupteur avec minuterie	2	3
	Locaux desservis : Parking, circulations, sanitaires		
Détection de présence		P	V
	Technologie : Détection de présence	3	3
	Locaux desservis : Circulation ancien espace bibliothèque, sanitaires RDC accolés à l'infirmierie		
Interrupteur manuel par zone		P	V
	Technologie : Interrupteur manuel par zone	1	3
	Locaux desservis : Amphithéâtre		

Commentaire par équipement	
Interrupteur manuel	Les éclairages des bureaux sont pilotés par des interrupteurs manuels. Ce fonctionnement est adapté à ces pièces, aucune intervention n'est préconisée.
Interrupteur manuel avec minuterie	Les éclairages du parking, de la circulation et d'une majorité des sanitaires sont pilotés par des interrupteurs manuels avec minuterie. La mise en place de détection de présence dans les zones de passage (sanitaires et circulations) est préconisée afin de limiter le temps de fonctionnement des éclairages et de réduire les consommations d'énergie.
Détection de présence	Les éclairages de la circulation de l'ancien espace bibliothèque et des sanitaires du RDC accolés à l'infirmierie sont pilotés par détection de présence. Ce fonctionnement est performant, aucune intervention n'est préconisée.
Interrupteur manuel par zone	Les éclairages de l'amphithéâtre sont pilotés par des interrupteurs manuels par zone. Ce fonctionnement est adapté à l'usage de la pièce, aucune intervention n'est préconisée.

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

Commentaire par équipement	
Gradation éclairage intérieur – Bureaux	Les éclairages des bureaux 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			
Groupe froid – Locaux techniques		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance frigorifique totale :	NC	
	Puissance électrique totale :	NC	
	Plage de performance :	3,5 > EER >= 3	
	EER nominal :	NC	
	Fluide frigorigène :	Information non disponible	
	Position :	Terrasse	
	Année :	Non déterminée	
	Marque :	Lennox	
	Modèle :	NC	
Localisation :		Toiture-terrasse	
Groupe froid – Période estivale		P	V
	Type :	Groupe froid basique	
	Puissance frigorifique totale :	273 kW	
	Puissance électrique totale :	107 kW	
	Plage de performance :	EER < 3	
	EER nominal :	2.55	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Année :	2020	
	Marque :	Lennox	
	Modèle :	NAC 270D NM6M	
	Nombre :	1	
Localisation :		Toiture-terrasse	
Climatiseurs – Locaux serveurs		P	V
	Type :	Monosplit	
	Puissance frigorifique totale :	14.6 kW	
	Puissance électrique totale :	NC	
	Plage de performance :	3, 5 > EER > 3	
	EER nominal :	NC	
	Fluide frigorigène :	R32	
	Position :	Sol, Terrasse	
	Locaux desservis :	Local serveurs RDC bas, Local serveurs R+1	
	Année :	2022	
	Marque :	LG	
	Modèle :	UUD3 U30	
	Nombre :	4	
Localisation :		Parking (3) et toiture-terrasse (1)	

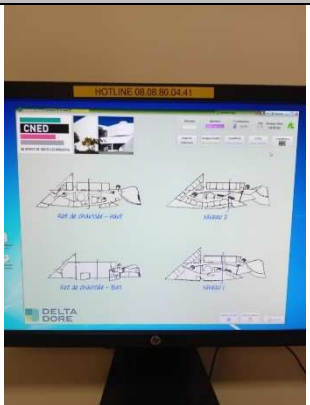
Commentaire par équipement	
Groupe froid – Locaux techniques	Un groupe froid présent en toiture-terrasse permet d'assurer le rafraîchissement des locaux techniques VDI durant toute l'année. Les caractéristiques du groupe froid ne sont pas connues, il est considéré performant. En fonction du fluide frigorigène utilisé par l'équipement, un remplacement de l'équipement sera à envisager afin de respecter la réglementation F-gaz.
Groupe froid – Période estivale	Un second groupe froid est présent en toiture-terrasse. Il a été remplacé en 2020. D'après les informations récoltées sur place, il est utilisé uniquement en période estivale. Le fluide frigorigène utilisé est le R410A. Son PRG est de 2088, qui est soumis à la réglementation F-gaz. La recharge du circuit des équipements ne sera plus autorisée d'ici 2030. A moyen terme, le remplacement des équipements sera à considérer.
Climatiseurs – Locaux serveurs	En 2022, trois climatiseurs ont été installés dans le local serveur du RDC bas et un autre dans le local serveur du R+1 du bâtiment. Leurs caractéristiques ne sont pas connues, mais elles sont supposées performantes pour l'étude. Le fluide frigorigène utilisé est le R32. Le fluide frigorigène R32 avec un PRG de 675, donc il n'est pas concerné par les interdictions de fluide qui portent sur les PRG>750. Sachant que si la puissance n'est pas augmentée, il est possible légalement de continuer à maintenir cet équipement.

Emission de froid			
Ventilo-convecteurs froid		P	V
	Année :	Non déterminée	
	Energie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes (refroidissement seul) / 2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	Plafonnière / En faux-plafond	
Soufflage depuis une CTA		P	V
	Année :	2005	
	Locaux desservis :	Amphithéâtre	
	Position :	Bouche de soufflage plafonnière	
	Technologie :	Soufflage depuis une CTA	

Commentaire par équipement	
Ventilo-convecteurs froid	La majorité du bâtiment est refroidi par des ventilo-convecteurs. Ces émetteurs sont performants, aucune intervention n'est préconisée.
Soufflage depuis une CTA	L'amphithéâtre est refroidi par le soufflage de l'air refroidi depuis la batterie froide de la CTA. Ce système est performant, aucune intervention n'est préconisée.

Régulation terminale froid			
Thermostat d'ambiance simple		P	V
	Technologie :		
	Thermostat d'ambiance simple	2	2

Commentaire par équipement	
Thermostat d'ambiance simple	Des thermostats d'ambiance simples sont présents dans les bureaux, pilotant les ventilo-convecteurs et le soufflage depuis la CTA. Les usager ont la possibilité de diminuer d'un degré la température par rapport à la consigne centrale. Celle-ci se réinitialise et revient à la température de consigne de la GTB au bout de 2h. Aucune intervention n'est préconisée.

Régulation centrale froid			
GTB		P	V
	Technologie :		
	GTC	2	2

Commentaire par équipement	
GTB	La climatisation du bâtiment est pilotée par la GTB. La température de consigne appliquée varie entre 25 et 27°C.

6.7 AUTRES USAGES

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

Commentaire par équipement	
Equipement de cuisine	Lors de la visite, il a été comptabilisé 5 réfrigérateurs, 3 micro-ondes, 1 distributeur d'eau fraîche, 1 distributeur automatique, 1 distributeur de boisson chaude, et des machines à café.
Equipement de bureautique	Il a été vu des serveurs informatiques, des baies de brassage, des PC fixes et portables, des vidéoprojecteurs, des imprimantes et des photocopieurs dans le bâtiment. 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 ?	La GTB devra permettre la consultation du plan de comptage énergétique évoqué en 5.2.

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 Cassin, les fluides concernés par cette interdiction sont :

- R410A
- R32

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



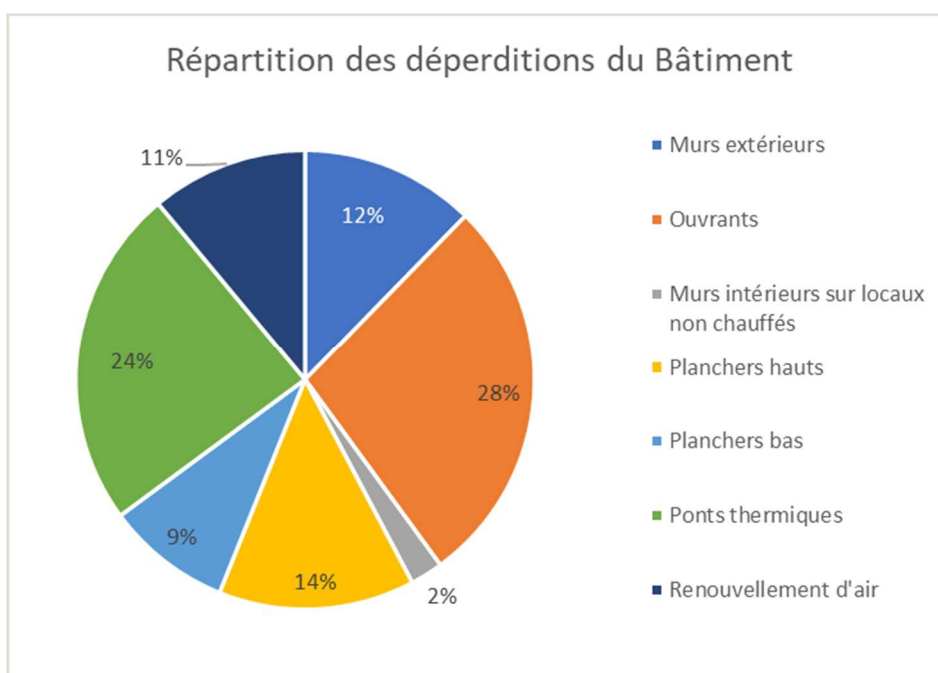
Figure 1 : Vue 3D de la modélisation

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	
16 12%	36 28%	3 2%	18 14%	11 9%	31 24%	14 11%	130



Commentaire
Les ouvrants représentent le premier poste de déperdition (28%). Environ la moitié des 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 et les ponts thermiques (36%). Les murs induisent des linéiques de ponts thermiques. Les murs sont correctement isolés. Le remplacement des menuiseries permettra de réduire les ponts thermiques. Le troisième poste de déperdition est généré par les planchers hauts (14%). La toiture-terrasse est isolée mais l'isolation en place est supposée dégradée du fait des problématiques d'étanchéité de la toiture. La réfection de la toiture—terrasse comprenant l'étanchéité et l'isolation est préconisée dans le but de diminuer les déperditions.

Le renouvellement d'air est responsable de 11% des déperditions. La majorité du bâtiment est ventilée par des CTA simple flux et double flux sans récupération de chaleur. Le remplacement des CTA simple flux et double flux par des CTA double flux avec récupération de chaleur permettrait de réduire les déperditions.

Les planchers bas représentent 9% des déperditions. Le plancher bas sur terre-plein, les planchers bas sur extérieurs et les planchers bas sur locaux non chauffés sont correctement isolés. Une faible surface des planchers bas donne sur un vide-sanitaire non isolé.

Une faible part des déperditions (2%) est générée par les murs sur locaux non chauffés. Ils représentent une faible surface mais la mise en place d'une isolation permettra de réduire les 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)	0,86	Le bâtiment est correctement isolé mais la surface vitrée est relativement importante.
Svitrage / Sfaçade	25%	Les façades sont grandement vitrées
Inertie	Moyenne	Les murs, les planchers hauts et les planchers bas sont en béton.
Étanchéité à l'air	Moyenne	L'étanchéité de la majorité des ouvrants est bonne

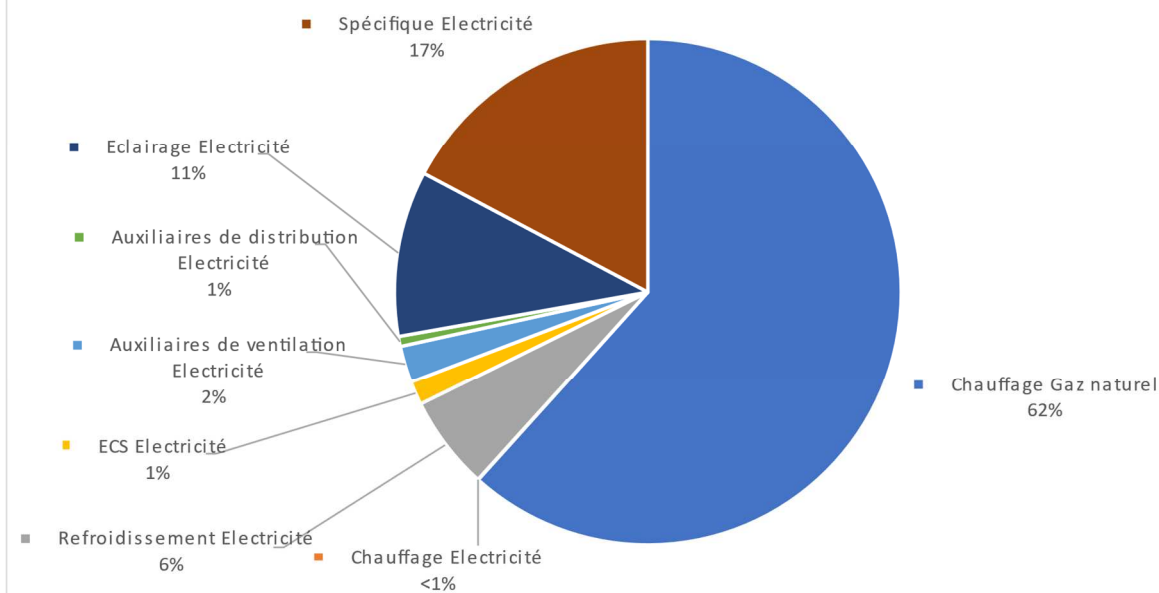
8.4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS SIMULÉES

Le récapitulatif des simulations est présenté dans le tableau suivant :

Répartition des consommations		kWh EF/PCI	kWh EP/PCI	kg CO ₂	€TTC
Usage	Énergie				
Chauffage	Gaz naturel	302 760	302 760	70 846	63 852
Chauffage	Electricité	122	316	22	49
Refroidissement	Electricité	29 466	76 022	1 179	11 786
ECS	Electricité	7 441	19 198	298	2 976
Auxiliaires de ventilation	Electricité	11 516	29 713	967	4 607
Auxiliaires de distribution	Electricité	3 132	8 080	263	1 253
Eclairage	Electricité	51 732	133 468	4 345	20 693
Spécifique	Electricité	84 728	218 598	7 117	33 891
TOTAL		490 897	788 154	85 037	139 107

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

Répartition des consommations par poste (kWh EF/PCI)



SITE CASSIN	165 kWh _{EP} /m ² .an	111 à 210 C	16 à 30 C
	18 kg _{eqCO2} /m ² .an		

Commentaires

La majorité des consommations est liée au chauffage du site.

La conversion en énergie primaire joue en défaveur des postes consommateurs d'électricité par rapport au poste consommateur de gaz naturel⁶. Cependant, l'énergie électrique est conventionnellement moins émettrice de CO₂ que le gaz naturel, ce qui est plus favorable à l'étiquette environnementale.

⁶ La conversion en énergie primaire de l'électricité entraîne l'apparition d'un coefficient de 2,58 dû à la prise en compte des pertes et des rendements lors de la production et la distribution de l'électricité.

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)	290 195	276 972	-5%	302 760
Consommations - Electricité (kWHEF)	195 454	188 127	-4%	188 137
Consommations totales (kW _{HEF})	485 649	465 099	-4%	490 897

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). La tolérance admise entre les consommations réelles et théoriques est cohérente dès lors que cet écart valide le seuil -5%/+5%.

9 ENERGIES RENOUVELABLES

9.1 INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES EXISTANTES

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	53 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 mais cette solution est coûteuse du fait de la création d'un local pour le silo. La mise en place d'une pompe à chaleur air/eau a été réalisée en 2023/2024, de ce fait, la solution biomasse ne sera pas étudiée.
Réseau de Chaleur Urbain	
Proximité d'un réseau existant	-
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	-
Adéquation au besoin	Oui
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Aucun réseau de chaleur ne passe à proximité du site. Cette solution n'est pas étudiée.
Géothermie (PAC)	
Compatibilité avec le système de chauffage existant	Oui
Surface disponible en chaufferie/pour la création de la chaufferie	53 m ²
Surface disponible au sol	3779 m ²
Adéquation du régime basse température	Bâti isolé
Ressource géothermale d'après geothermies.fr	Modérée
Opportunité pour le site	Modérée
Commentaires	De la surface est disponible pour le forage des sondes. En revanche, le potentiel de la ressource géothermale du site est modéré. 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	53 m ²
Surface extérieure disponible (sol, toiture)	3779 m ²
Zone climatique favorable	Zone favorable
Adéquation du régime basse température	Bâti isolé
Opportunité pour le site	Forte
Commentaires	La mise en place d'une pompe à chaleur air/eau a été réalisée en 2023/2024. Les chaudières gaz existantes sont conservées en appoint de la PAC lors de températures extérieures négatives.
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	110 m ²
Puissance disponible	22.55 kWc
Opportunité pour le site	Forte
Commentaires	La mise en place d'une installation photovoltaïque est préconisée en toiture-terrasse. Aucun masque solaire n'est présent et une surface importante est disponible. Le potentiel estimé de la toiture est de 110 m², soit 22,55 kWc et 21 720 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 1 014 €/an et un temps de retour brut de 9 ans. La mise en place d'ombrière photovoltaïque sur le parking n'est pas envisageable, les bâtiments au Sud du site et les arbres aux alentours représentant d'importants masques solaires.

Eolien	
Opportunité pour le site	Inexistante
Commentaires	Le site se situe en zone urbaine, la mise en place d'une éolienne n'est pas adaptée.
Récupération de chaleur sur Eaux grises	
Présence d'une production d'ECS au sein du bâtiment	Oui
Présence d'un stockage ECS	Non
Type de système de captage envisagé	Décentralisé
Etat des appareils sanitaires (douches/baignoires)	Bon
Opportunité pour le site	Faible
Commentaires	Le besoin en eau chaude sanitaire du site est faible, cette solution ne sera pas profitable pour cette raison.
Récupération de chaleur sur groupe froid	
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	Faible
Commentaires	La production de froid annuelle du site n'est pas assez importante 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 sur les préconisations relatives aux systèmes de chauffage, ventilation, éclairage, ...

10.2 SYNTHÈSE DES INTERVENTIONS SIMULÉES

		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 kWh EF/PCI	%	t _{eq} -CO ₂	%		
Pilotage	Reprise des paramètres de régulation du chauffage et de la climatisation	-	0	0	0	0	22 650	102 435	21%	23	27%	X	X
Pilotage	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	-	>30	3 000	1	0	-	-	-	-	-	X	X
Pilotage	Mise en place d'une coupure centralisée de la bureautique	184	8	20 000	5	0	2 241	3 677	1%	<1	<1%	X	X
Travaux sur le bâti	Réfection de la toiture-terrasse comprenant l'isolation et l'étanchéité R=7,00 m ² .K/W	91	28	253 000	58	8 978	4 920	23 117	5%	5	6%	X	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	1 407	3	8 000	2	630	2 570	11 254	2%	2	3%		X
Travaux sur le bâti	Remplacement des menuiseries non performantes Uw=1,30 W/m ² .K	119	25	126 000	29	0	3 112	15 003	3%	4	4%	X	X

		PERF.	ECONOMIE					ENVIRONNEMENT				Scénarios	
		Rentabilité énergétique	TRA ans	Coût des travaux		Valorisation CEE	Economie annuelle	Economie annuelle		CO ₂ évité		SC1	SC2
		kWh _{EF} / k€ _{investi}		€HT	€HT/m ²	€	€TTC	Énergie FINALE kWh EF/PCI	%	t _{eq} -CO ₂	%		
Travaux sur les systèmes	Mise en place d'une pompe à chaleur (déjà réalisé)*	697	17	233 000	54	0	9 946	162 470	33%	45	53%	X	X
Travaux sur les systèmes	Remplacement des CTA de soufflage par des CTA double flux avec récupération de chaleur	197	19	99 000	23	3	3 482	19 545	4%	5	6%		X
Travaux sur les systèmes	Remplacement des CTA double flux actuels par des CTA double flux avec récupération de chaleur	219	16	49 000	11	3	2 281	10 743	2%	3	3%		X
Travaux sur les systèmes	Réduction du volume chauffé du ballon à semi- accumulation **	-	-	-	-	-	49	122	<1%	<1	<1%	X	X
Travaux sur les systèmes	Mise en place de détection de présence dans les sanitaires et les circulations	54	22	18 000	4	0	534	973	<1%	<1	<1%		X
EnR	Mise en place d'une installation photovoltaïque en toiture-terrasse***	212	10	41 000	9	0	3 475	8 688	2%	1	1%		X

* : Le montant de l'investissement 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.

**Le volume du ballon d'ECS semi-instantané est modulable directement via l'interface du ballon, c'est pourquoi le coût de l'intervention est nul.

*** 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 110 m², soit 22,55 kWc et 21 720 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 1 014 €/an et un temps de retour brut de 9 ans

11 SCENARIOS DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

11.1 SCENARIO 1 : -40% SUR ENERGIE FINALE

11.1.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination	Coût	
Pilotage	Reprise des paramètres de régulation du chauffage et de la climatisation	0	€HT
Pilotage	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	3 000	€HT
Pilotage	Mise en place d'une coupure centralisée de la bureautique	20 000	€HT
Travaux sur le bâti	Réfection de la toiture-terrasse comprenant l'isolation et l'étanchéité $R=7,00 (m^2.K)/K$	253 000	€HT
Travaux sur le bâti	Remplacement des menuiseries non performantes $U_w=1,30 W/(m^2.K)$	126 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Mise en place d'une pompe à chaleur (déjà réalisé)	233 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Réduction du volume chauffé du ballon à semi-accumulation	0	€HT
Coût des travaux		635 000	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale - Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	490 897	►	273 256
			44%

Evolution des consommations - Résultat selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh_{EP}/m^2_{SHON})	165	C	►	138	C
					17%
Evolution de la classe climat (kg_{CO2}/m^2_{SHON})	18	C	►	7	B
					62%

Evolution du confort	Hiver	↗↗
	Eté	↗

11.1.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	17% soit 131 294 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	44% soit 217 641 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	62% soit 52 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-35 566 €TTC
CEE Mobilisables	1 282 500 kWh _{CUMAC}
Valorisation CEE	8 978 €
Temps de retour sur investissement actualisé	14 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	4,8 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	12 127 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques - Scénario 1	103 818 €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.

Note : Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de $1\,709\text{ €}^{\text{HT}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}$ (valeur pour le 1^{er} janvier 2024).

11.1.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	3 938 822 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	6 529 232 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	1 571 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans - Scénario 1	6 159 328 €TTC
Coût global (avec investissements) – Scénario 1	6 794 328 €TTC

11.2 SCENARIO 2 : -60% SUR ENERGIE FINALE

11.2.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination	Coût	
Pilotage	Reprise des paramètres de régulation du chauffage et la climatisation	0	€HT
Pilotage	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	3 000	€HT
Pilotage	Mise en place d'une coupure centralisée de la bureautique	20 000	€HT
Travaux sur le bâti	Réfection de la toiture-terrasse comprenant l'isolation et l'étanchéité $R=7,00 (m^2.K)/K$	253 000	€HT
Travaux sur le bâti	Mise en place d'une isolation des murs donnant sur des locaux non chauffés $R=5,00 (m^2.K)/W$	8 000	€HT
Travaux sur le bâti	Remplacement des menuiseries non performantes $Uw=1,30 W/(m^2.K)$	126 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Mise en place d'une pompe à chaleur (déjà réalisé)	233 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Remplacement des CTA de soufflage par des CTA double flux avec récupération de chaleur	99 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Remplacement des CTA double flux actuels par des CTA double flux avec récupération de chaleur	49 000	€HT
Travaux sur les systèmes	Réduction du volume chauffé du ballon à semi-accumulation	0	€HT
Travaux sur les systèmes	Mise en place de détection de présence dans les sanitaires et les circulations	18 000	€HT
EnR	Mise en place d'une installation photovoltaïque en toiture-terrasse	41 000	€HT
Coût des travaux		850 000	€HT

Evolution des consommations d'énergie finale – Résultats selon la méthode réelle			Ecart
Evolution de la consommation en énergie finale	490 897	►	242 830
			51%

Evolution des consommations - Résultat selon la méthode réelle					Ecart
Evolution de la classe énergie (kWh_{EP}/m^2_{SHON})	165	C	►	125	C
Evolution de la classe climat (kg_{CO2}/m^2_{SHON})	18	C	►	6	A
					24%
					68%

Evolution du confort	Hiver	➡➡➡
	Eté	➡➡

11.2.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire	24% soit 190 715 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale	51% soit 248 067 kWh EF/PCI
Emissions de CO ₂ évitées	68% soit 58 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-45 453 €TTC
CEE Mobilisables	2 276 714 kWh _{CUMAC}
Valorisation CEE	15 937 €
Temps de retour sur investissement actualisé	14 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	4,5 €HT investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO ₂ évité	14 701 €HT investi/tCO ₂
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques - Scénario 2	93 931 €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).

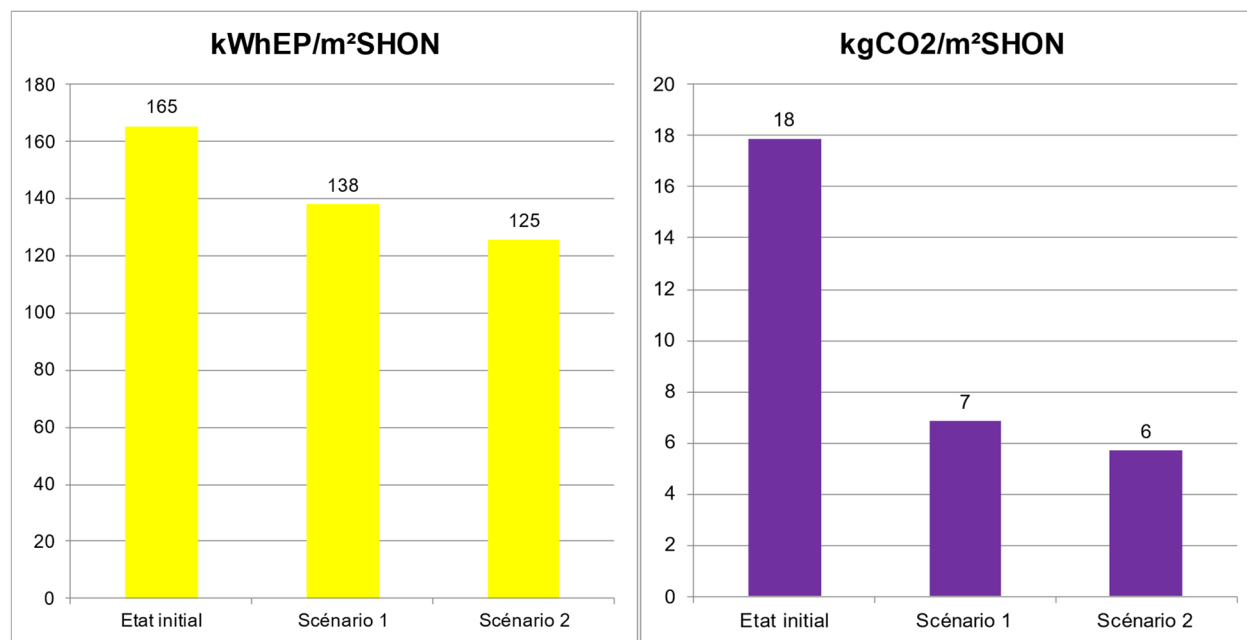
Le coût d'investissement étant inférieur à 25% du coût conventionnel du bâtiment, les travaux devront respecter la réglementation thermique élément par élément.

Note : Le coût conventionnel des bâtiments autres que ceux usage principal d'habitation est de $1\,709\text{ €}^{\text{HT}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}$ (valeur pour le 1^{er} janvier 2024).

11.2.4 Analyse en coût global

Performance environnementale	
Economie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	5 721 435 kWh EP/PCI
Economie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	7 442 022 kWh EF/PCI
Emissions de CO2 évitées sur 30 ans	1 735 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans - Scénario 2	5 572 747 €TTC
Coût global (avec investissements) – Scénario 2	6 422 747 €TTC

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 (2015)	Etat initial simulation	2030		2040		2050	
Consommation d'énergie [kWhEF/m²SDP]	153	113	Valeur relative	92	Valeur relative	76	Valeur relative	61
			Valeur absolue	105	Valeur absolue		Valeur absolue	
Evolution par rapport à l'année de référence		-26%	-31%		-50%		-60%	
Evolution par rapport à l'état initial			-7%		-33%		-46%	
Vérification de l'atteinte des objectifs du décret tertiaire								
Etat initial	113		✗		✗		✗	
Scénario 1	63		✓		✓		✗	
Scénario 2	56		✓		✓		✓	

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.

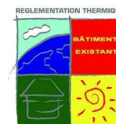
Le tableau présent prend en compte l'année la plus consommatrice (2015 sur ce site) et les consommations de l'état initial du modèle thermique dynamique prenant en compte une année d'exploitation (2023). Dans le titre 5.3.3, il est indiqué qu'en 2022 le site possède un ratio de consommation de 129kWhEF/m². **La simulation du site est basée sur une année d'exploitation normale et correspond donc à la consommation de 2023 indiquant un ratio de 113kWhEF/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.

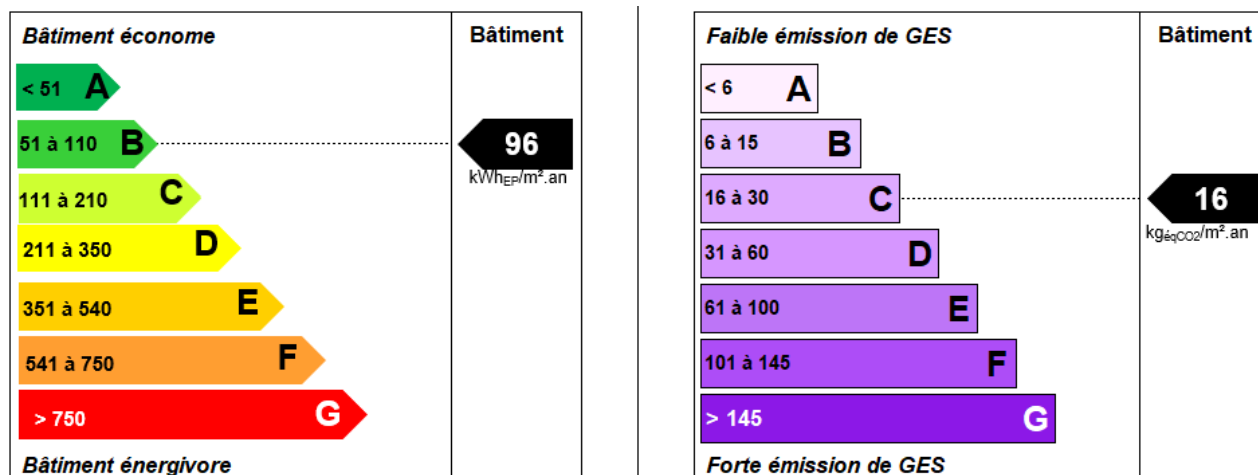
12 ANNEXES

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

Le calcul réglementaire permet de déduire les étiquettes C_{EP}^7 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 – Bâtiment Cassin	96 51 à 110 B	102 51 à 110 B	88 51 à 110 B	- 14%

⁷ Ces étiquettes présentent la consommation C_{EP} . Ce ne sont pas des étiquettes DPE officielles.

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 – Bâtiment Cassin	96 51 à 110 B	102 51 à 110 B	64 51 à 110 B	- 37%

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} ⁸
Bois, biomasse	0,60
Gaz naturel	1,00
Gaz propane	1,00
Electricité	2,58
Fioul	1,00

⁸ 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.

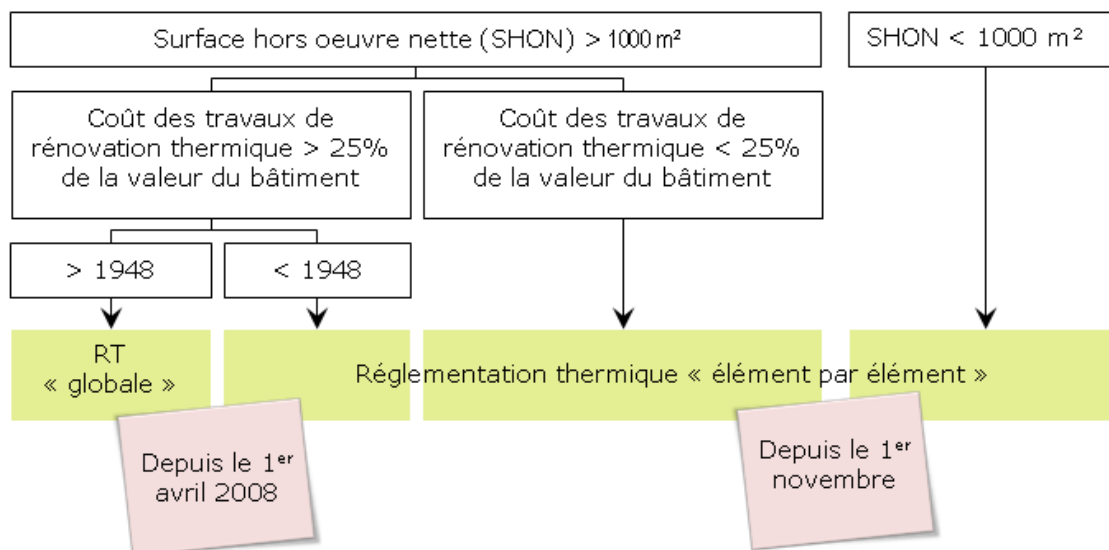
Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

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 2024⁹).



⁹ Source : Fiche d'application du calcul de la valeur d'un bâtiment version 1.12, mis à jour le 1^{er} 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.