

AUDIT ENERGETIQUE, positionnement DECRET TERTIAIRE et SED

Le TREMBLE

Recteur de l'académie Auvergne-Rhône-Alpes



V02

Juin 2024

Analyse Décret Tertiaire, Audit énergétique et SED



Sommaire

1	PREAMBULE.....	4
1.1	Contexte réglementaire	4
1.2	Bilan contexte règlementaire	7
1.3	Contexte projet	7
1.4	Méthodologie et mission d'AI ENVIRONNEMENT	7
1.5	Sources d'informations	8
1.6	Limites de l'audit énergétique DEET	8
2	SYNTHESE	10
3	ETAT DES LIEUX.....	11
3.1	Présentation du site	11
3.2	Contexte énergétique	11
3.3	Contexte d'occupation	15
3.4	Travaux et exploitation	15
3.5	Performance thermique de l'enveloppe.....	16
3.6	Equipements CVCP (Chauffage, Ventilation, Climatisation, Plomberie).....	23
3.7	Eclairage.....	38
3.8	Divers/Process.....	41
3.9	Gestion centralisée Bâtiment.....	43
3.10	Comptage du site.....	43
3.11	Synthèse de l'état existant.....	44
4	ANALYSE DECRET TERTIAIRE	45
4.1	Modalités de déclaration sur OPERAT	45
4.1	Répartitions des consommations	46
4.2	Analyse des données énergétiques du site.....	47
4.3	Définition des Objectifs projet.....	50
4.1	Objectifs DEET Projet.....	52
5	ANALYSE DECRET BACS	53
5.1	Evaluation de la GTB de l'actif	53
6	SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE	55
6.1	Logiciel de simulation	55
6.2	Données météorologiques.....	55
6.3	Validation du modèle SED.....	55
7	PROPOSITION D'AMELIORATION PERFORMANCE ENERGETIQUE	57
7.1	Analyses Energétique, Financière et Carbone	57



7.2	Tableau synthèse des APE	58
7.3	APE : Sensibilisation / Pilotage / Commissionnement	59
7.4	APE : Enveloppe thermique	61
7.5	APE : Systèmes énergétiques.....	63
8	CONCLUSION	68
ANNEXE I – Hypothèses financières		70
❖	Tarif de valorisation CEE	70
❖	Tarifs énergétiques	70
ANNEXE II – Précisions de l'application du Décret tertiaire		71
ANNEXE III – Condition de l'étude photovoltaïque		74



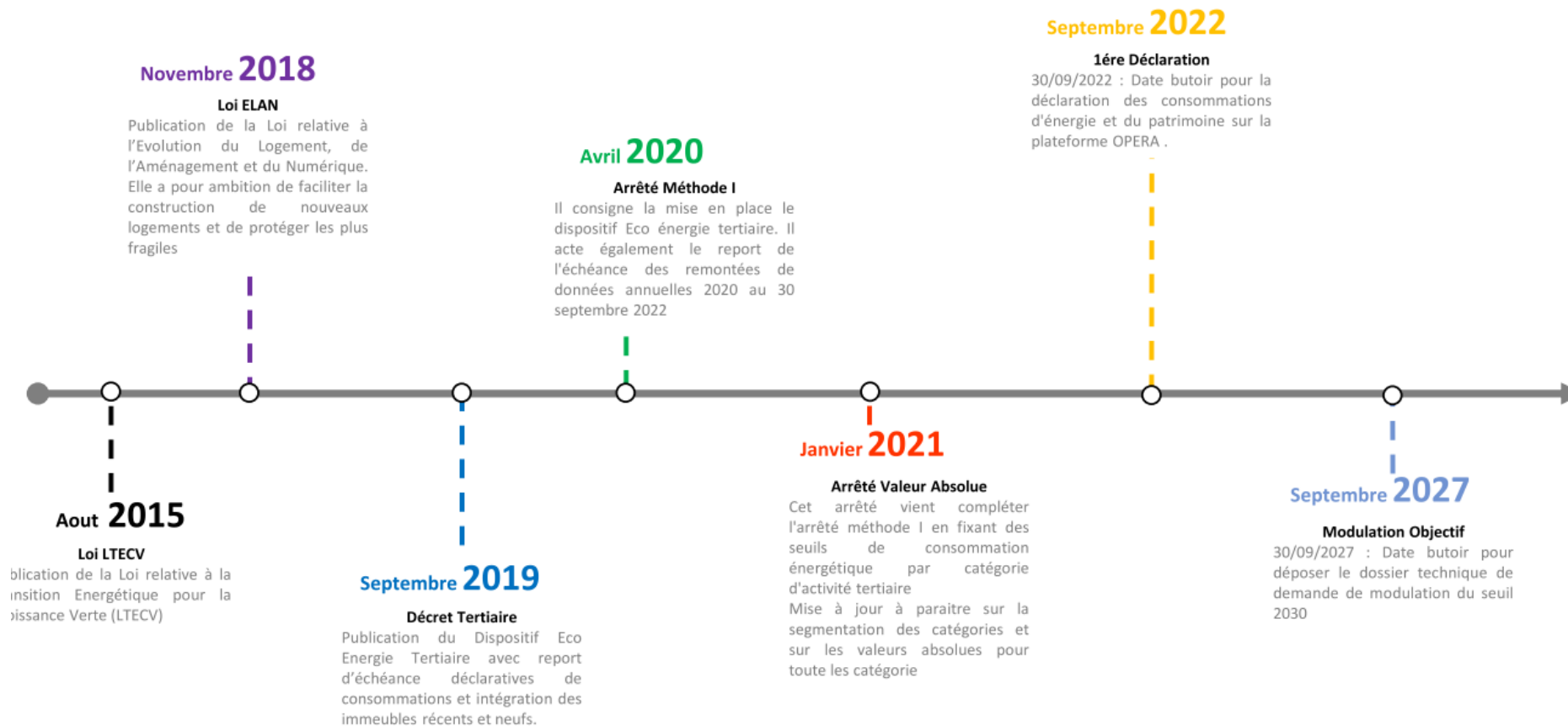
1 PREAMBULE

1.1 Contexte réglementaire

➤ Décret Eco Energie Tertiaire

Le Décret Tertiaire, aussi appelé dispositif « Eco Energie Tertiaire », entré en vigueur le 1^{er} octobre 2019, est un texte de loi rendant obligatoire la baisse des consommations d'énergie finale dans les bâtiments tertiaires publics comme privés. Il précise les modalités d'application du Grenelle II et de l'article 175 de la loi ELAN (Evolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique) relatives à la réduction des consommations d'énergie du parc tertiaire en France.

Il a été complété par l'arrêté d'application du 10 avril 2020 qui en décrit la méthode. Il impose aux bâtiments tertiaires une diminution de leurs consommations d'énergie finale afin d'atteindre des objectifs ambitieux. Par cette obligation, l'État vise une accélération de la transition énergétique, notamment par la rénovation du parc immobilier existant. L'arrêté « Méthode » du 10 avril 2020, modifié et corrigé par l'arrêté Tertiaire II du 24 novembre 2020 définit les seuils énergétiques et valeurs absolues.



**Prorogation de l'obligation de déclaration septembre 2022 à décembre 2022*



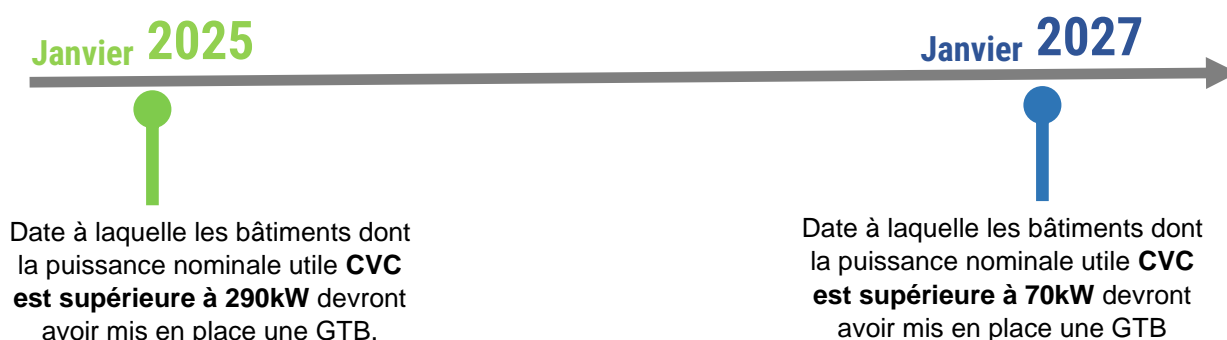
➤ Décret BACS

Le décret BACS (Building Automation & Control System) détermine les moyens permettant d'atteindre les objectifs de réduction de consommation d'énergie fixées par le décret tertiaire.

Le décret BACS régit de la norme NF EN ISO 52120-1 de mars 2022 qui définit le cadre général et les procédures à mettre en place pour la contribution de l'automatisation, de la régulation et de la gestion technique des bâtiments pour améliorer la performance énergétique des bâtiments.

Le décret appartient aux normes visant à l'harmonisation internationale de la méthodologie d'évaluation de la Performance Énergétique des Bâtiments appelé dans le présent document par PEB.

Les dates jalons à retenir pour le respect des prescriptions du décret BACS sont :



Le décret BACS a pour objectif de rendre obligatoire l'installation d'équipements d'automatisation et de contrôle énergétique du bâtiment. Les systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments mentionnés dans le décret doivent répondre aux fonctionnalités suivantes :

1. « **Suivent, enregistrent et analysent en continu**, par zone fonctionnelle et à **un pas de temps horaire**, les données de production et de consommation énergétique des systèmes techniques du bâtiment et **ajustent les systèmes techniques** en conséquence. Avec un archivage mensuel **sur 5 ans**,
2. « **Situent l'efficacité énergétique du bâtiment** par rapport à des valeurs de référence, correspondant aux données d'études énergétiques ou caractéristiques de chacun des systèmes techniques ; ils **détectent les pertes d'efficacité** des systèmes techniques et **informent l'exploitant** du bâtiment des possibilités d'amélioration de l'efficacité énergétique ;
3. « Sont **interopérables** avec les différents systèmes techniques du bâtiment » **protocoles ouverts et API**
4. « Permettent un **arrêt manuel et la gestion autonome** d'un ou plusieurs systèmes techniques de bâtiment.
5. « **Les données produites et archivées sont accessibles au propriétaire du système d'automatisation et de contrôle, qui en a la propriété** »

Pour s'assurer qu'un BACS remplisse toutes les fonctionnalités demandées, le recours à la norme NF EN ISO 52120-1 mars 2022 peut être adéquat. Cette norme définit 4 classes de performance dépendant des fonctions de la **GTB** :



Suivant le guide « Mise en œuvre de systèmes d'automatisation et de contrôle dans les bâtiments tertiaires » V1 – Mai 2023 rédigé par législateur, **une GTB définie de classe C au sens de la NF EN ISO 5210 est réputée répondre à l'ensemble des exigences réglementaires.**

A	Classe A : régulation et GBT à fort rendement énergétique
B	Classe B : régulation et GBT avancées
C	Classe C : régulation et GBT standards (prises comme référence)
D	Classe D : régulation et GBT non rentables d'un point de vue énergétique

La gestion technique du bâtiment (GTB), permettant de contrôler et de superviser les installations techniques des bâtiments tertiaire, est éligible aux CEE.

Les équipements concernés sont le chauffage **et** l'eau chaude sanitaire **et** refroidissement/climatisation, **et** éclairage **et** la ventilation et les auxiliaires.

1.2 Bilan contexte réglementaire

- ⇒ Le bâtiment **est soumis** au décret tertiaire car il se trouve sur un « site » au sens du DEET admettant une surface de plancher supérieure à 1000m². Le site étant le campus universitaire. L'actif admet une surface utile brute estimée de 788 m².
- ⇒ Le bâtiment **est soumis** au décret BACS :
Il admet une puissance cumulée estimée au sens du décret BACS de **156 kW**, il **est donc concerné par le décret BACS à horizon 2027.**

1.3 Contexte projet

Le maître d'ouvrage, Recteur de l'académie Auvergne-Rhône-Alpes, souhaite initier une démarche d'amélioration énergétique du bâtiment Le Tremble, situé au 121 avenue de Vignate - 38610 GIERES.

Le bâtiment est un centre d'examen, accolé au bâtiment du CNED. Il se développe sur un niveau RDC, et un étage. Le lot concerné représente une surface utile brute estimée* d'environ 788 m². Pour l'analyse décret tertiaire, c'est la surface totale de consommation, estimée à 791m², qui sera prise en compte.

Les objectifs de cette mission sont les suivants :

- Accroître la connaissance – précise et globale – de l'état actuel du bâtiment ;
- Identifier et qualifier les différents usages de l'énergie ;
- Analyser l'état des consommations énergétiques du bâtiment ;
- Positionner l'actif sous l'angle des objectifs du décret tertiaire ;
- Élaborer un plan d'actions visant l'amélioration énergétique du site en respectant les contraintes énoncées par le MOA.

*calculée à partir des plans d'architecte 2018.

1.4 Méthodologie et mission d'AI ENVIRONNEMENT

Dans le cadre de sa mission, AI ENVIRONNEMENT réalise au travers de ce présent rapport un bilan des consommations énergétiques ajustées des facteurs d'influence (météo, occupation) de l'actif avant



sa réhabilitation. Ce travail permet ainsi de statuer sur une **situation de référence opposable**, afin d'obtenir une première vision de l'impact du décret tertiaire sur le projet de réhabilitation.

AI ENVIRONNEMENT réalise une analyse de la performance énergétique du bâtiment post-rénovation à travers un **audit de la conception initiale du projet** et les conditions du maintien de ses performances dans le temps (supervision énergétique, sensibilisation, etc.).

Sur la base de la situation de référence définie et des travaux de performance énergétique prévus, AI ENVIRONNEMENT propose dans ce présent rapport, des actions d'amélioration énergétique afin de consolider un programme de travaux conforme aux obligations réglementaires énergétiques, notamment le décret tertiaire.

1.5 Sources d'informations

1.5.1 In situ :

Une visite technique du site fut réalisée le 14/02/2024 en présence de Florent CROQUELOIS, chargé d'opération pour la direction régionale académique de l'immobilier.

1.5.2 Documentaires :

Dans le cadre de la présente analyse, les documents utilisés sont les suivants :

Documentations consommations énergétiques

✓ Bilan de consommations fourni par le maitre d'ouvrage	2018 à 2023
✓ Déclarations OPERAT	2019 à 2021

L'année de référence choisie par le MOA pour l'analyse des consommations du décret tertiaire est l'année 2019.

Documentations complémentaires à l'analyse

- ✓ Dossier plans architecte originaux RDC et R+1 datant de 2000
- ✓ Dossier plans travaux 2018
- ✓ DOE construction 2000 et travaux 2018
- ✓ Tableau d'occupation du site
- ✓ Photos

1.6 Limites de l'audit énergétique DEET

Le présent audit se confronte à plusieurs contraintes limitant notre analyse énergétique DEET de l'actif, telles que :

- ✗ Absence de parution de l'objectif $C_{absolu\ 2040}$ et $C_{absolu\ 2050}$

Les objectifs en valeur absolue sont le reflet des consommations issues de bâtiments neufs performants. Ainsi, la parution des objectifs C absolus 2040 et 2050 seront réalisées suivant



une analyse énergétique des bâtiments neufs de la décennie concernée. Ainsi, ces objectifs seront publiés par le législateur pour chaque décennie.

✘ Estimation des gains

Les estimations des économies d'énergie ont été établies à dire d'expert, sur base du calcul énergétique dynamique du projet.

✘ Chiffrage financier et APE (actions d'Amélioration de la Performance Energétique)

Les estimations d'investissement APE indiqués dans ce présent rapport constituent des évaluations sur la base de ratio métiers et ne peuvent en aucun cas être considérés comme des estimations de budget basés sur des études détaillées de réalisation. Les préconisations AI Environnement sont destinées à fournir des orientations programmatiques et constituent des conseils pour la prise de décision du maître d'ouvrage. Toutefois, chaque choix stratégique doit être complété d'une analyse en ingénierie de Maitrise d'œuvre de Conception.



2 SYNTHÈSE

Année de construction

2000

Surface (SUB)

788 m²

Activités sur site

- Salles d'examen

Occupation

≈ 129 personnes/ jour (en jour d'occupation)

Travaux énergétiques réalisés

- Rideau d'air chaud

- Pompes à chaleur

- Radiateurs électriques

- VMC

- Eclairages LED

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

■ Chauffage

■ Climatisation

■ Ventilation

■ Eclairage

■ Electricité spécifique

■ ECS

Energie finale ajustée aux DJU par an

47 341

84 592

85 014

95 262

69 689

Consommations globales et par poste en énergie finale corrigée aux DJU (kWh/m²)

120 000

100 000

80 000

60 000

40 000

20 000

0

2030

C relat 2030

72 kWh/m².an

18%

C absolue 2030 théorique

92 kWh/m².an

3%

2040

C relat 2040

60 kWh/m².an

32%

C absolue 2040

Non connue

-

2050

C relat 2050

48 kWh/m².an

45%

C absolue 2050

Non connue

-

Objectifs DEET

GAIN EN COMPARAISON DE LA DERNIERE ANNEE CONNUE

1 : quick win

0

80

30 000 €

10 ans

Cabs 2030 / -

2 : performance objectif 2050

77

64

317 040 €

19 ans

Cabs 2030 / Crelat 2050

3 : rénovation complète

77

56

596 040 €

35 ans

Cabs 2030 / Crelat 2050

Nous préconisons la mise en œuvre du scénario 2 permet d'atteindre la conformité relative 2050

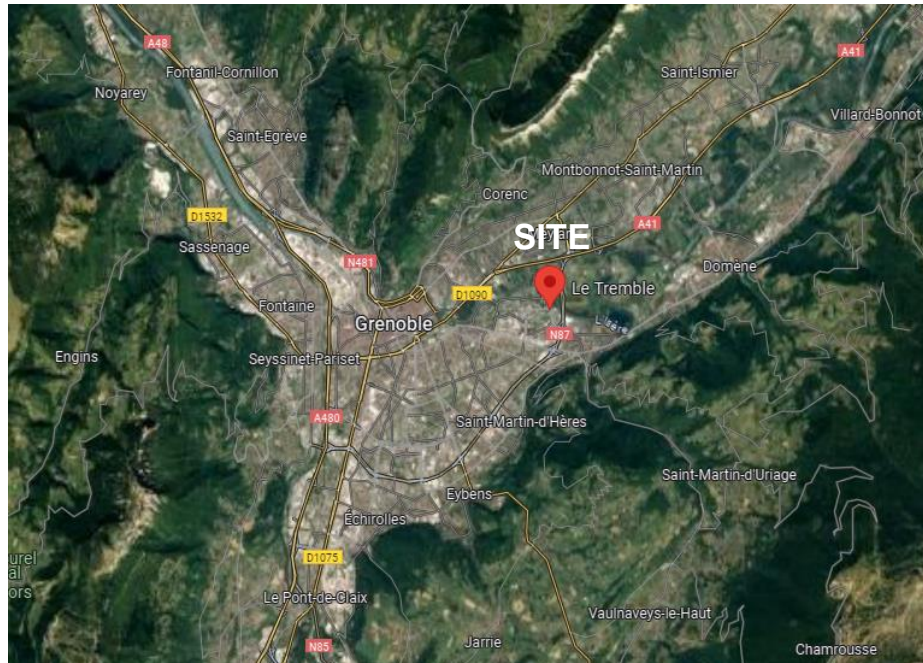
* Le temps de retour brut est l'investissement initial divisé par la recette annuelle, donc le nombre d'année pour rembourser l'investissement initial



3 ETAT DES LIEUX

3.1 Présentation du site

3.1.1 Vue générale



LOCALISATION DU SITE

3.2 Contexte énergétique

3.2.1 Ensoleillement moyen de la station météo (mensuel + annuel)

LOCATION: Grenoble.Alpes.Isere.AP, AR, FRA
Latitude/Longitude: 45.3639° North, 5.3133° East, **Time Zone from Greenwich 1**
Data Source: SRC-TMYx 074860 WMO Station Number, **Elevation 386 m**

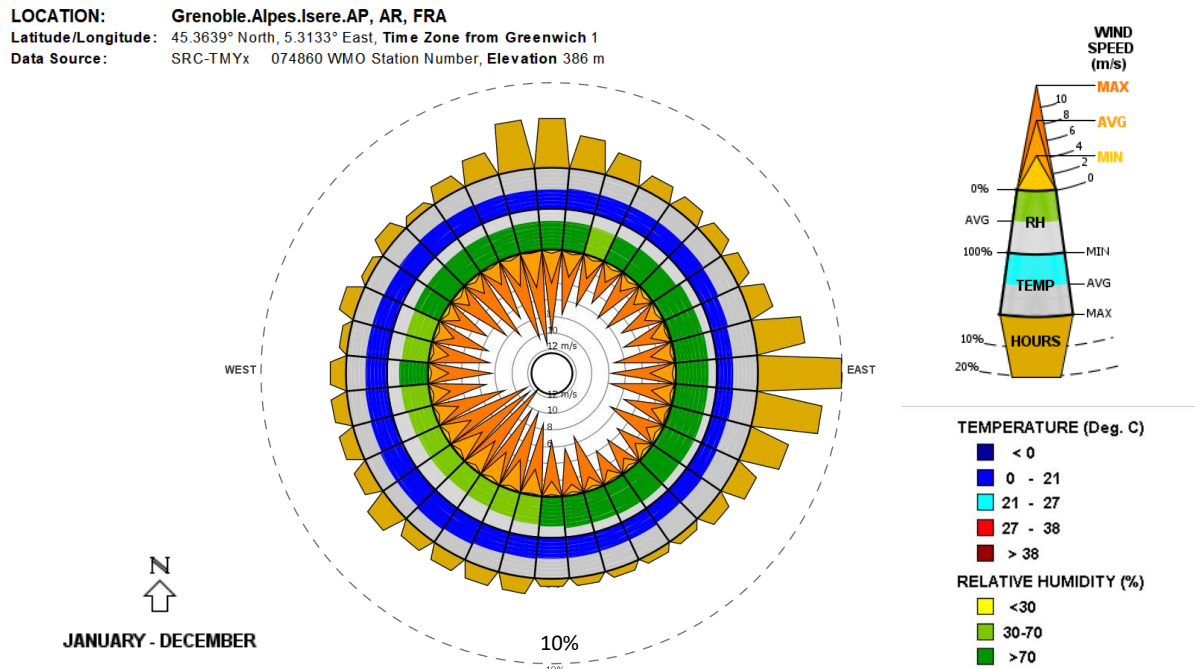


Légende :

- Direct Normal = Ensoleillement direct total, en Wh/m²/jour
- Global Horizontal = Ensoleillement reçu sur une surface horizontale, en Wh/m²/jour
- Total Surface = Ensoleillement reçu sur une surface verticale plein sud, en Wh/m²/jour

Le site reçoit donc un ensoleillement direct moyen d'environ 4500 Wh/m²/jour sur 1 année.

3.2.2 Distribution moyenne du vent sur l'année de la station météo :

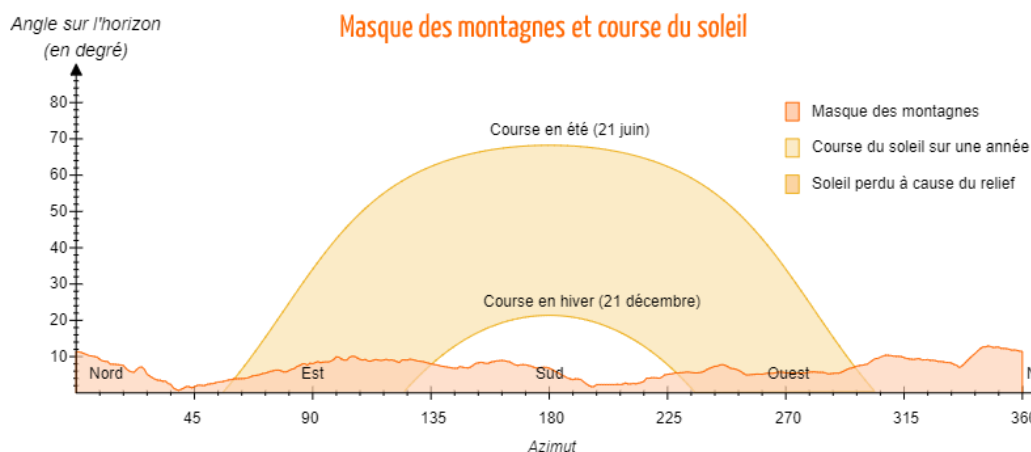


On constate une prédominance importante des vents sur l'orientation Est et Nord. Avec des façades exposées aux orientations Est / Ouest, le bâtiment est considéré comme modérément sensible thermiquement vis-à-vis des phénomènes venteux.

En moyenne, sur une journée, il souffle un vent d'Est pendant 10% du temps, à une température moyenne comprise entre 0 et 21°C, avec une Humidité relative >70%, à une vitesse moyenne de 3 m/s.

Nota : pour rappel le vent impacte fortement les infiltrations d'air du bâtiment et induit une variation importante et aléatoire des débits d'aération naturelle, ces éléments ont donc une influence importante sur les consommations

3.2.3 Masques lointains du site



Situé dans un environnement montagneux l'ensoleillement du site est néanmoins faiblement impacté. Nous identifions des masques lointains assez marqués sur les orientations Est et Ouest.

3.2.4 Environnement direct du bâtiment

Le site est situé sur le campus universitaire, dans un environnement dégagé avec très peu de masques proches.

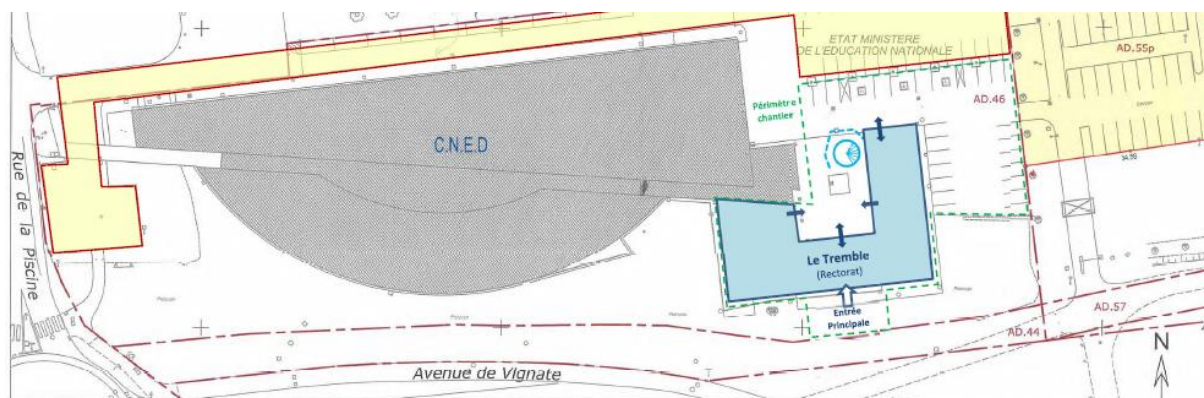


PHOTO AERIENNE DU SITE (GOOGLE MAP)

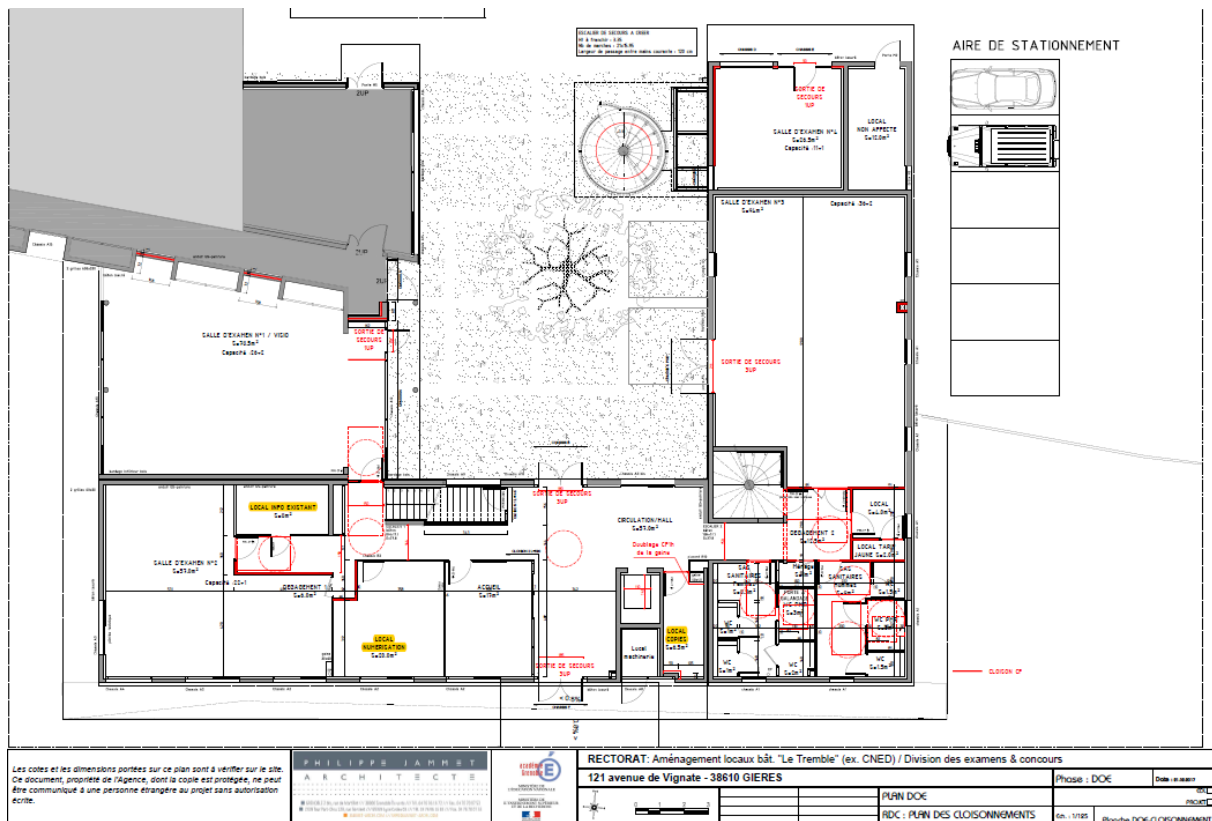
Le site est traversant Est / Ouest et Nord / Sud. Il n'a pas de masques proches. Sa toiture terrasse dépourvue de masque proches constitue un fort potentiel solaire.

3.2.5 Plan du site

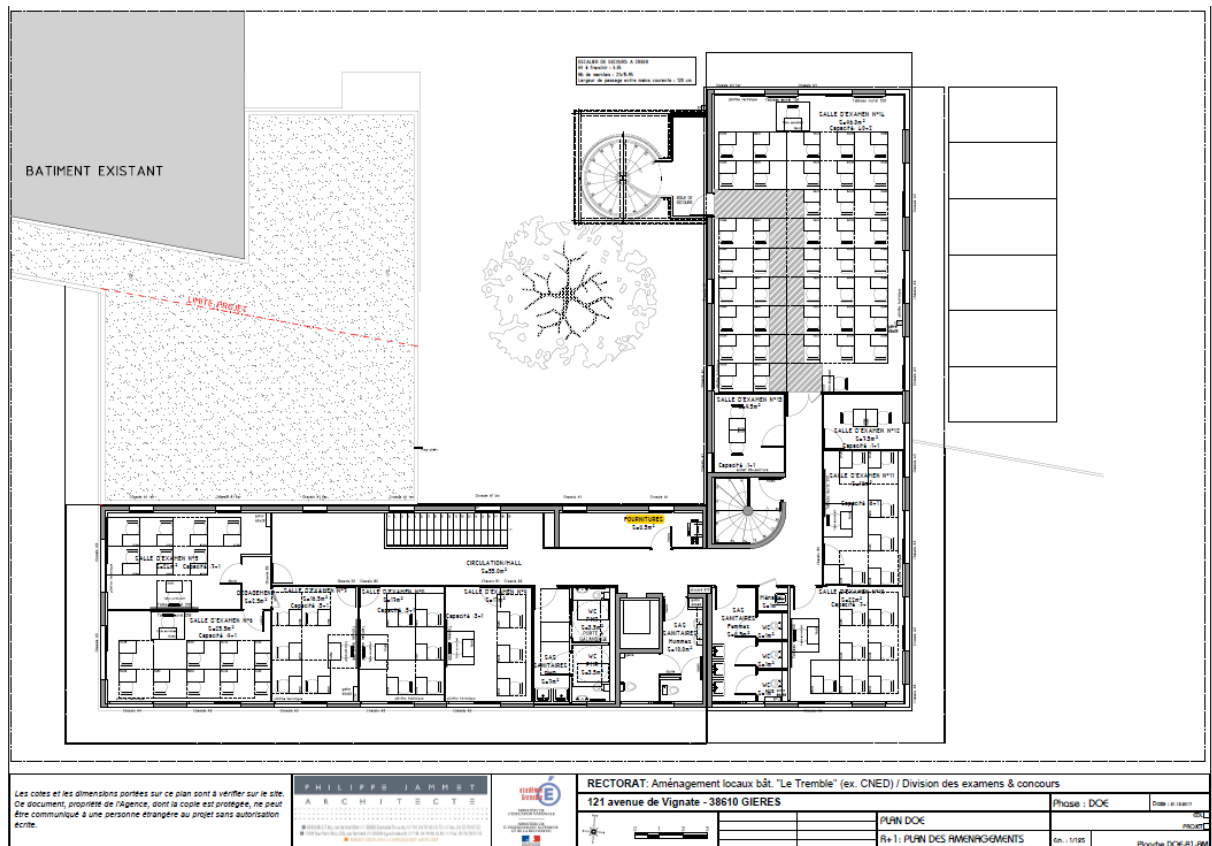
Il s'organise sur 2 niveaux RDC et R+1, tel que présenté sur les plans suivants :



PLAN D'ENSEMBLE DU SITE



PLAN RECOLLEMENT ARCHITECTE RDC APRES TRAVAUX 2018



PLAN RECOLLEMENT ARCHITECTE R+1 APRES TRAVAUX 2018



3.3 Contexte d'occupation

3.3.1 Etat d'occupation

Le bâtiment du Tremble est la propriété de l'état qui délivre une convention d'utilisation au rectorat de l'académie de Grenoble, qui utilise ces locaux comme centre d'examens et de concours.

3.3.2 Utilisation

Il s'agit d'un bâtiment composé quasi exclusivement de salles de classes, dédiées principalement au passage d'examens universitaires ou autre.

Les jours d'ouvertures du bâtiment sont du lundi au vendredi.

Sur la période 2021-2023, le site a été occupé en moyenne 190 jours/an, avec une utilisation moyenne de 9 salles sur 14. Chaque salle est occupée en moyenne 2.5 jours/semaine.

La capacité moyenne d'une salle de classe est de 14 personnes.

3.3.3 Effectifs

En prenant comme hypothèse que chaque salle réservée est occupée à son effectif maximal, le site à un effectif moyen de 129 personnes/ jour sur les jours d'occupation.

3.4 Travaux et exploitation

3.4.1 Suivi des travaux

Suivant les échanges avec le maitre d'ouvrage, et des documents transmis, les travaux connus sont les suivants :

Année inconnue :	Remplacement du système de climatisation d'origine du local informatique Mitsubishi PUH 1,6 VKA par le système Daikin RKS50J2V1B
2018	<p>Travaux de rénovation intérieur :</p> <ul style="list-style-type: none">- Réaménagements des salles, nouveaux cloisonnements, rénovations sanitaires, changement de luminaires...- Nouvelles portes d'accès aux bâtiments- Adaptation / modification réseaux CVC. Réseaux VMC neufs dans les sanitaires- Construction de l'escalier extérieur de secours Nord- Ajout rideau d'air chaud

3.4.2 Exploitation

Entreprise de maintenance :

L'entreprise AXIMA réalise l'exploitation et la maintenance des équipements de production de chauffage, climatisation et ventilation. Un état des lieux des équipements a été réalisé par AXIMA en novembre 2023.

Observations :

Les techniciens en charge de la maintenance n'étaient pas présents lors de la visite de site.

Gestion technique Centralisée – GTC :


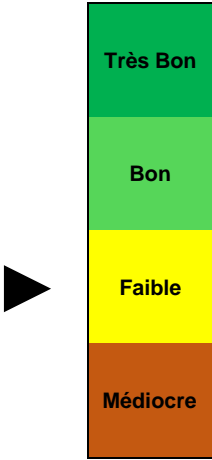
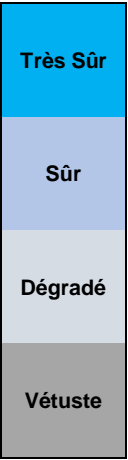
Aucun équipement GTC n'a été identifié sur site.



3.5 Performance thermique de l'enveloppe


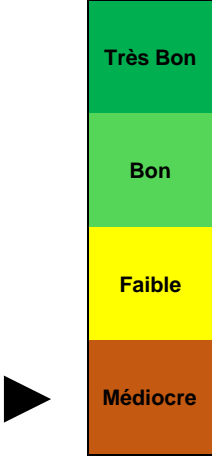
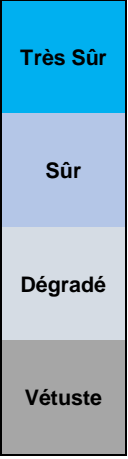
3.5.1 Parois opaques

Façades

	<u>Performance</u>	<u>Vétusté</u>
		
<p><u>Caractéristiques techniques :</u></p> <p>Structure de type béton armé : 18 cm ⁽¹⁾</p> <p>Isolation par l'intérieur par plaques Placo + Polystyrène ($\lambda=0.041$ W/m.K) : 10+80 mm ⁽²⁾</p> <p>Isolation présente uniquement sur les murs en contact avec l'extérieur ou un local non chauffé</p> <p>$U_p=0.448$ W/m²K ⁽³⁾</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Plancher intermédiaire – plancher haut RDC

	<u>Performance</u>	<u>Vétusté</u>
		
<p><u>Caractéristiques techniques :</u></p> <p>Structure de type dalle en béton armé d'épaisseur 26cm avec faux plafond ⁽¹⁾</p> <p>Absence d'isolation thermique ⁽²⁾</p> <p>$U_p=3.571$ W/m²K ⁽³⁾</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Casquette solaire

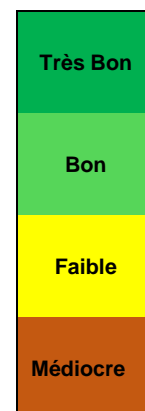


Sur les façades Sud et Ouest, le plancher intermédiaire s'étend sur environ 1 m pour servir de casquette solaire. Cette casquette génère un pont thermique important.

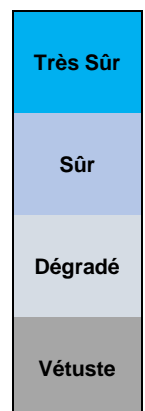
Toiture courante sur RDC



Performance



Vétusté



Caractéristiques techniques :

Structure de type dalle en béton armé épaisseur 26 cm ⁽¹⁾


Isolation Laine de roche 80 mm, $\lambda=0.035$ W/m.K ⁽¹⁾

$U_p=0.353$ W/m²K ⁽³⁾

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée




Toiture-terrasse R+1

	<p>Performance</p> <p>Très Bon</p> <p>Bon</p> <p>Faible</p> <p>Médiocre</p>	<p>Vétusté</p> <p>Très Sûr</p> <p>Sûr</p> <p>Dégradé</p> <p>Vétuste</p>
<p><u>Caractéristiques techniques :</u></p> <p>Structure de type dalle en béton armé d'épaisseur 26 cm ⁽¹⁾</p> <p>Isolation Laine de roche 80 mm, $\lambda=0.035$ W/m.K ⁽¹⁾</p> <p>$Up=0.353$ W/m²K ⁽³⁾</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Porte issue de secours

	<p>Performance</p> <p>Très Bon</p> <p>Bon</p> <p>Faible</p> <p>Médiocre</p>	<p>Vétusté</p> <p>Très Sûr</p> <p>Sûr</p> <p>Dégradé</p> <p>Vétuste</p>
<p><u>Caractéristiques techniques :</u></p> <p>Porte sur châssis aluminium ⁽²⁾</p> <p>$Up : 5.8$ W/m²k ⁽³⁾</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



3.5.2 Parois transparentes

Le bâtiment est équipé d'une multitude de baies vitrées différentes. **Elles se distinguent par leurs dimensions, la disposition des ouvrants, et la présence ou non de panneaux isolants.**


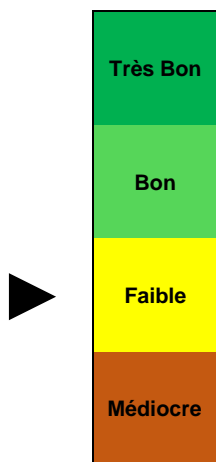

Elles présentent néanmoins **toutes les caractéristiques techniques suivantes** :

- Structure de châssis aluminium avec double vitrage anti-effraction 44/2-10-4. Certains vitrages de l'étage, les plus élevés, sont en 4-10-4 simple.
- Vitrages clairs (sans traitement de réduction d'émissivité)
- Equipés de rupteurs de pont thermique

Dans la suite de l'état des lieux, nous présenteront seulement les menuiseries principales qui sont représentatives de l'ensemble du bâtiment.


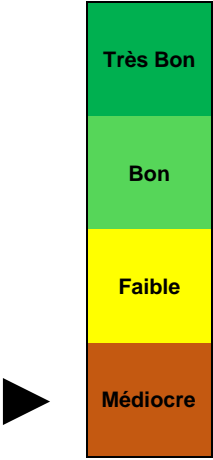
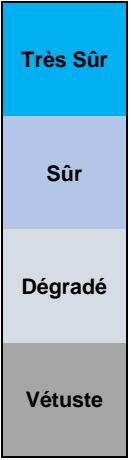
Les propriétés thermiques estimées marquées « (3) » ont été estimées selon la « méthode 3 CL ».

Baies vitrées étroites RDC et R+1

	Performance	Vétusté
		
<p><u>Caractéristiques techniques</u> :</p> <p>Ouverture battante en partie centrale</p> <p>Châssis fixe en partie haute et basse ⁽²⁾</p> <p>Au R+1, les vitrages des châssis fixes supérieurs sont en 4-10-10 simple</p> <p>Quantité = 13</p> <p>$U_f = 7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾, $U_g = 2.9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾, $U_w = 3.9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée selon Th-U ex et neuf

Portes fenêtres entrée/sorties

	Performance	Vétusté
		

Commentaires :

2 entrées/sorties principales : Nord et Sud ⁽²⁾

$U_f = 7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}^{(3)}$, $U_g = 2.9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}^{(3)}$, $U_w = 3.9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}^{(3)}$

Défauts d'étanchéité à l'air (2) :



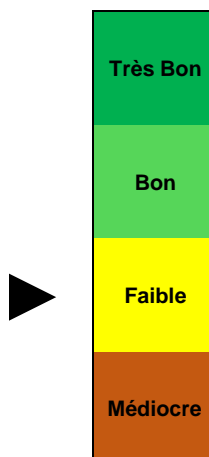
(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



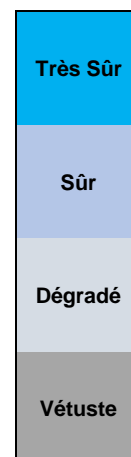
Baies vitrées larges - salle d'examen 1 RDC



Performance



Vétusté



Caractéristiques techniques (2) :

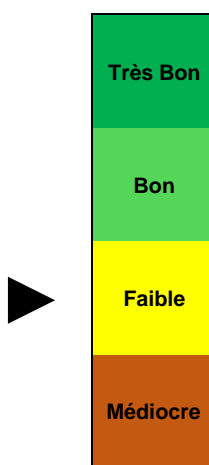
Baies vitrées sur toute la façade, en partie Est et Ouest
Ouvertures battantes en partie centrale
Châssis fixes en partie haute et basse
 $U_f = 7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾, $U_g = 2.9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾, $U_w = 3.9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

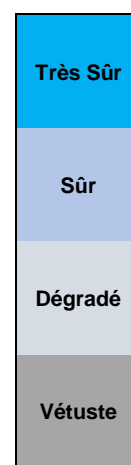
Baies vitrées moyennes taille RDC et R+1



Performance



Vétusté




Caractéristiques techniques (2) :

1 ouverture battante en partie centrale
Châssis fixes en partie haute, basse et centrale
Au R+1, les vitrages des châssis fixes supérieurs sont en 4-10-10 simple (1)
 $U_f = 7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾, $U_g = 2.9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾, $U_w = 3.9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ ⁽³⁾


(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Baies vitrées moyennes taille R+1 avec isolation

	<p>Performance</p> <p>Très Bon Bon Faible Médiocre</p>	<p>Vétusté</p> <p>Très Sûr Sûr Dégradé Vétuste</p>
<p>Caractéristiques techniques (2) :</p> <p>1 ouverture battante en partie centrale Châssis fixes en partie haute, basse et centrale Au R+1, les vitrages des châssis fixes supérieurs sont en 4-10-10 simple (1) Panneau isolant sur les parties fixes, épaisseur d'isolant inconnue $U_f = 7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ⁽³⁾, $U_g = 2.9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ⁽³⁾, $U_w = 3.9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ⁽³⁾</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée


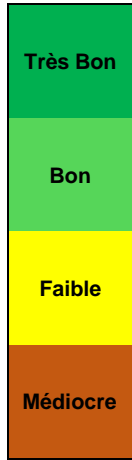
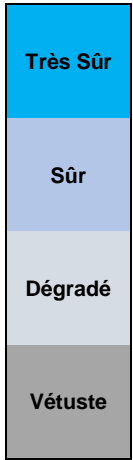
Lanterneau de désenfumage

	<p>Performance</p> <p>Très Bon Bon Faible Médiocre</p>	<p>Vétusté</p> <p>Très Sûr Sûr Dégradé Vétuste</p>
<p>Caractéristiques techniques (2) :</p> <p>Structure de châssis aluminium avec paroi en polycarbonate Fonctionnement manuel ou pneumatique sur détection avec cartouche de CO2</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



Trappe d'accès toiture

	Performance	Vétusté
		
<p><u>Caractéristiques techniques (2) :</u> Structure de châssis aluminium avec paroi en polycarbonate</p> <p>(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée</p>		

3.5.3 Conclusion performances enveloppe

La performance globale de l'enveloppe est évaluée de moyenne à faible. Les parois sont isolées, mais la quantité d'isolant utilisé est faible. Les menuiseries sont de performance moyenne, et sont en bon état. Le niveau d'étanchéité à l'air est globalement correct, mais il existe un certain nombre de défauts ponctuels. La présence d'isolation sur certaines menuiseries est un plus. La présence de protection solaire de type BSO est un plus pour le confort d'été.

3.6 Equipements CVCP (Chauffage, Ventilation, Climatisation, Plomberie)

3.6.1 Production de chauffage/climatisation

Le bâtiment est équipé de plusieurs systèmes de chauffages/refroidissement en fonction des pièces, avec certaines pièces qui les cumulent. Tous les systèmes sont **électriques**. Le bâtiment est équipé des systèmes suivants :

- A : 3 groupes extérieurs type PAC air/air à détente directe, qui alimentent 21 cassettes plafonniers intérieurs, en mode réversible chauffage/refroidissement ;
- B : 2 groupes extérieurs type PAC air/air à détente directe, qui alimentent chacun 1 cassette plafonniers dans la salle d'examen 1, en mode réversible chauffage/refroidissement ;
- C : 1 groupe extérieur type PAC air/air à détente directe, qui alimente 1 unité murale intérieure dans le local informatique, en mode refroidissement ;
- D : 9 radiateurs à inertie, répartis dans 4 salles, pour le chauffage ;
- E : 6 convecteurs muraux, 1 par sanitaire et 2 en salle 4 ;
- F : 1 Rideau d'air chaud à l'entrée principale ;
- G : En complément de ces systèmes, chacun des pièces du R+1 est munie d'1 petit radiateur d'appoint électrique.



TABEAU 1 : TABLEAU RECAPITULATIF DES SYSTEMES DE CHAUFFAGE EN FONCTION DES PIECES

Pièce	Type	Système	Émetteur intérieur	Qté
RDC				
Salle d'examen 1	Chaud/froid	B (PAC)	Cassette plafonnière	2
Salle d'examen 2	Chaud/froid	A (PAC)	Cassette plafonnière	3
	Chaud	D (Effet joule)	Radiateur à inertie	2
Local informatique	Froid	C (PAC)	Unité murale	1
Local numérisation	Chaud/froid	A (PAC)	Cassette plafonnière	1
	Chaud	D (Effet joule)	Radiateur à inertie	1
Salle Accueil	Chaud/froid	A (PAC)	Cassette plafonnière	1
	Chaud	D (Effet joule)	Radiateur à inertie	1
Circulation	Chaud/froid	A (PAC)	Cassette plafonnière	1
	Chaud	D (Effet joule)	Radiateur à inertie	1
	Chaud	D (Effet joule)	Rideau air chaud	1
Sanitaires x2	Chaud	D (Effet joule)	Convecteur mural électrique	2
Salle d'examen 3	Chaud	D (Effet joule)	Radiateur à inertie	4
Salle d'examen 4	Chaud	F (Effet joule)	Convecteur mural électrique	2
Entrée principale	Chaud	F (Effet joule)	Rideau air chaud	1
R+1				
Salle d'examen 5	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 6	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 7	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 8	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 9	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 10	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 11	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 12	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 13	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Salle d'examen 14	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	4
Circulation	Chaud/froid	A (PAC) + G (Effet joule)	Cassette plafonnière	1
Sanitaires x2	Chaud	E (Effet joule)	Convecteur mural électrique	2



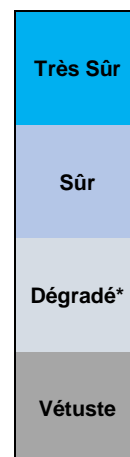
A - Production de chauffage/climatisation général



Performance



Vétusté



Caractéristiques techniques (1)(2) :

Equipement de type	PAC à détente directe VRV
Marque	Mitsubishi
Modèle	City multi – 2x PUHY P200 YMF.B et 1x PUHY P250 YMF.B
P (chauffage)	2x26 kW et 1x32,6 kW
COP (7°C)	3.0
P (refroidissement)	2x 23.3 kW et 1x 29.1
EER (35°C)	2.47
Fluide frigorigène	R – 407C

*Etat de fonctionnement D'après les informations transmises par le maître d'ouvrage, 1 ou la totalité de ces systèmes sont en panne.

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



B - Production de chauffage/climatisation salle d'examen 1 – système 1 zone EST

Performance

Vétusté

Caractéristiques techniques (1)(2) :

Equipement de type	PAC à détente directe type monosplit
Marque	MITSUBISHI
Modèle	PUH-P3VGA (mono)
P (chauffage)	9.2 kW
COP (Text 7°C)	2.69
P (refroidissement)	7.7 kW
EER (Text 35°C)	2.23
Fluide frigorigène	R407C

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



B - Production de chauffage/climatisation salle d'examen 1 – système 2 zone OUEST

A photograph of a Mitsubishi Electric PAC unit installed outdoors. The unit is a light-colored metal cabinet with a large black mesh grille on the front. A yellow electrical control box is mounted on the right side of the unit. The unit is situated on a concrete surface next to a building.

A photograph of the interior of a Mitsubishi Electric PAC unit. The unit is a light-colored metal cabinet with a large black mesh grille on the front. The interior is empty, showing the metal structure and the grille.

Performance

A black right-pointing arrow.

A vertical bar with four colored segments: green, light green, yellow, and orange. The segments are labeled from top to bottom: "Très Bon", "Bon", "Faible", and "Médiocre".

Vétusté

A black right-pointing arrow.

A vertical bar with four colored segments: blue, light blue, grey, and dark grey. The segments are labeled from top to bottom: "Très Sûr", "Sûr", "Dégradé", and "Vétuste".

Caractéristiques techniques (1)(2) :

Equipement de type

Marque

Modèle

P (chauffage)

COP (Text 7°C)

P (refroidissement)

EER (Text 35°C)

Fluide frigorigène

PAC à détente directe type monosplit

MITSUBISHI

PUH-P4YGA

10.45 kW

2.82

9.7 kW

2.69

R407C

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



C - Production de climatisation local informatique/sous-répartiteur

Production de simulation pour information locale et régionale

Performance

Très Bon
Bon
Faible
Médiocre

Vétusté

Très Sûr
Sûr
Dégradé
Vétuste

Caractéristiques techniques (1)(2) :

Equipement de type	PAC à détente directe de type monoSplit
Marque	DAIKIN
Modèle	RKS50J2V1B
P _{nom} (refroidissement)	5 kW
P _{absorbée}	1.41 kW
EER (35°C)	3.55
Fluide frigorigène	R410A

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

D - Emetteurs de chauffage – salle d'examen 3

Performance

Performance
Très Bon
Bon
Faible
Médiocre

Vétusté

Vétusté
Très Sûr
Sûr
Dégradé
Vétuste

Caractéristiques techniques (2) :


Equipement de type
 Principe de fonctionnement
 Marque
 Modèle
 Puissance
 Quantité

Radiateur mural électrique
 Effet joule à inertie
 THERMOR
 RMG3H-i2g - Kenya 3
 2 kW
 4

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



D - Production de chauffage – Accueil, local numérisation, circulation et salle d'examen 2

<div data-bbox="426 262 681 768"></div>	<p>Performance</p> <div data-bbox="1054 315 1182 772"><p>Très Bon</p><p>Bon</p><p>Faible</p><p>Médiocre</p></div>	<p>Vétusté</p> <div data-bbox="1337 315 1465 772"><p>Très Sûr</p><p>Sûr</p><p>Dégradé</p><p>Vétuste</p></div>										
<p><u>Caractéristiques techniques (2) :</u></p> <table><tr><td>Equipement de type</td><td>Radiateur mural électrique</td></tr><tr><td>Marque</td><td>Atlantic</td></tr><tr><td>Modèle</td><td>RMG4H-BD1C Nirvana Néo</td></tr><tr><td>Puissance</td><td>2 kW</td></tr><tr><td>Quantité</td><td>5</td></tr></table>			Equipement de type	Radiateur mural électrique	Marque	Atlantic	Modèle	RMG4H-BD1C Nirvana Néo	Puissance	2 kW	Quantité	5
Equipement de type	Radiateur mural électrique											
Marque	Atlantic											
Modèle	RMG4H-BD1C Nirvana Néo											
Puissance	2 kW											
Quantité	5											

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

E - Émetteur de chauffage – Sanitaire, salle 4

E - Emetteur de chauffage Sanitaire, salle 4

Performance

Vétusté


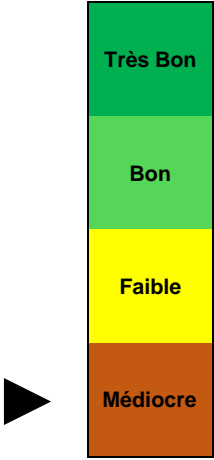
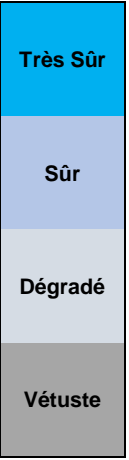
Caractéristiques techniques (2) :

Equipement de type	Convecteur mural électrique
Principe de fonctionnement	Effet joule
Marque	Noireau Electronic
Modèle	-
Puissance	2 kW
Quantité	6 (1/sanitaire + 2 en salle 4)

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée


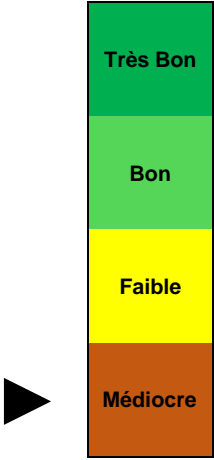
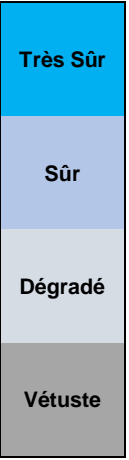


F - Rideau d'air chaud – Entrée principale

	Performance	Vétusté
		
<p><u>Caractéristiques techniques (2) :</u></p> <p> Equipement de type Principe de fonctionnement Marque Modèle Puissance MAX Quantité </p>	<p> Rideau air chaud électrique Effet joule Frico AR3200 12 kW 1 </p>	

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

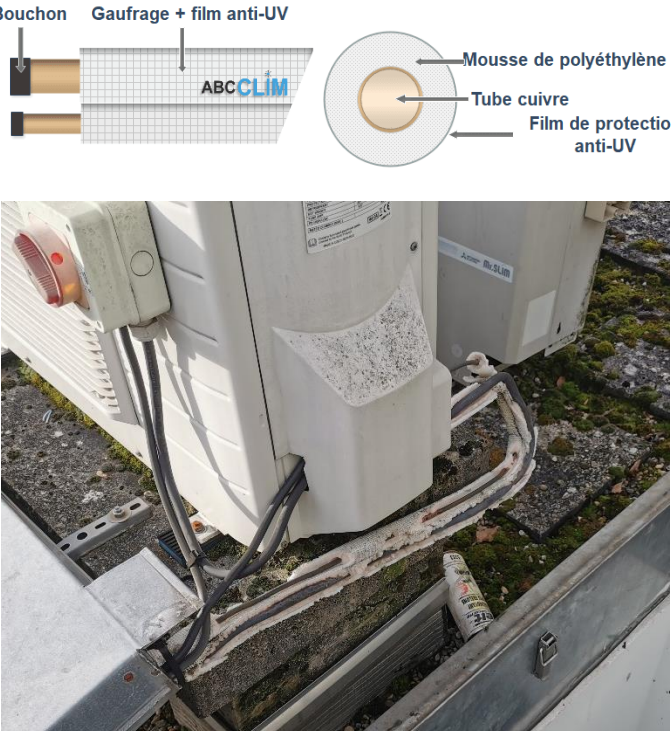
G - Émetteur de chauffage – Salles R+1

	Performance	Vétusté
		
<p><u>Caractéristiques techniques (2) :</u></p> <p> Equipement de type Principe de fonctionnement Marque Modèle Puissance Quantité </p>	<p> Convecteur d'appoint électrique Effet joule - - - 6-8 </p>	

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée




Distribution refroidissement (système C) local informatique

	<p>Performance</p> <p>Très Bon</p> <p>Bon</p> <p>Faible</p> <p>Médiocre</p>	<p>Vétusté</p> <p>Très Sûr</p> <p>Sûr</p> <p>Dégradé</p> <p>Vétuste</p>
<p><u>Caractéristiques techniques :</u></p> <p>Calorifugeage Classe inconnue</p> <p>Etat (2) Très dégradé au niveau de la sortie des unités extérieures en toiture</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée


Régulation chauffage/climatisation – système A, B et C

	<p>Performance</p> <p>Très Bon</p> <p>Bon</p> <p>Faible</p> <p>Médiocre</p>	<p>Vétusté</p> <p>Très Sûr</p> <p>Sûr</p> <p>Dégradé</p> <p>Vétuste</p>
<p><u>Caractéristiques techniques (2) :</u></p> <p>Equipement de type Boitier de commande LCD (2)</p> <p>T° consigne (chauffage) Non connu</p> <p>T° consigne (refroidissement) Non connu</p> <p>Zonage 1 boitier par salle (2)</p> <p>Pilotage Manuel et automatique possibles</p>		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée









Régulation chauffage– Radiateurs à inertie système D

Regulation chauffage - Radiateurs à inertie et systèmes 2	Performance	Vétusté
	<div>▶</div> <div>Très Bon</div> <div>Bon</div> <div>Faible</div> <div>Médiocre</div>	<div>▶</div> <div>Très Sûr</div> <div>Sûr</div> <div>Dégradé</div> <div>Vétuste</div>
<u>Caractéristiques techniques (2) :</u>		
Equipement de type	Boitier de commande digital	
T° consigne (chauffage)	Voir tableau page suivante	
T° consigne (refroidissement)	Voir tableau page suivante	
Zonage	1 boitier par salle	
Pilotage	Mise en route manuelle	
Fonctionnement	Consigne préprogrammée, ajustable par l'utilisateur	

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



TABLEAU 2: TABLEAU RECAPITULATIF DES TEMPERATURES DE CONSIGNE

Localisation	Température de consigne observée (°C)	Photo
Salle examen 3 (Radiateur D)	23.3 Programmation observée : 7h-18h, 5j/7 Weekend Hors gel 12°C	
Accueil (Radiateur D)	21.6 Programmation observée : 7h-18h, 5j/7 Weekend Hors gel 12°C	
Local numérisation (Radiateur D)	21.0 Programmation observée : 7h-18h, 5j/7 Weekend Hors gel 12°C	
Salle examen 2 (Radiateur D)	22.1 Programmation observée : 7h-18h, 5j/7 Weekend Hors gel 12°C	
Circulation RDC (Radiateur D)	20.1 Programmation observée : 7h-18h, 5j/7 Weekend Hors gel 12°C	
Local info (PAC refroidissement)	22° Programmation observée : 7j/7 – 24h/24	



3.6.2 Production d'Eau Chaude Sanitaire

Production d'ECS

Production n° 100

Performance

Très Bon
Bon
Faible
Médiocre

Vétusté

Très Sûr
Sûr
Dégradé
Vétuste


Caractéristiques techniques (2) :

Equipement de type	Ballon ECS électrique proche des points de puisage
Marque	Pacific
Modèle	Arpège
Puissance équipement	2 kW
Volume de stockage	15 L
Quantité	2 (RDC et R+1)

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

3.6.3 Ventilation


Désenfumage en ventilation naturelle

<p><u>Vente de désenfumage en ventilation naturelle</u></p> 	<p><u>Performance</u></p> <p>Non applicable</p>	<p><u>Vétusté</u></p> <p>▶</p> <table><tr><td>Très Sûr</td></tr><tr><td>Sûr</td></tr><tr><td>Dégradé</td></tr><tr><td>Vétuste</td></tr></table>	Très Sûr	Sûr	Dégradé	Vétuste
Très Sûr						
Sûr						
Dégradé						
Vétuste						
<p><u>Caractéristiques techniques (2) :</u></p> <table><tr><td>Fonctionnement</td><td>Pneumatique sur détection avec cartouche de CO2</td></tr></table>			Fonctionnement	Pneumatique sur détection avec cartouche de CO2		
Fonctionnement	Pneumatique sur détection avec cartouche de CO2					

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée




VMC Salles d'examen

		<u>Performance</u>	<u>Vétusté</u>
		Très Bon	Très Sûr
		Bon	Sûr
		Faible	Dégradé
		Médiocre	Vétuste
<u>Caractéristiques techniques (1)(2) :</u> Equipement de type VMC simple flux autoréglable Principe de fonctionnement Bouches d'entrées d'air autoréglables dans les menuiseries, grilles d' extraction autoréglables en plafond dans chaque salle, caisson d'extraction en toiture Marque Aldes Modèle VEC 271 B Puissance nominale 300 W Débit 1400 m³/h Quantité 1 - toiture			

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

VMC Sanitaires

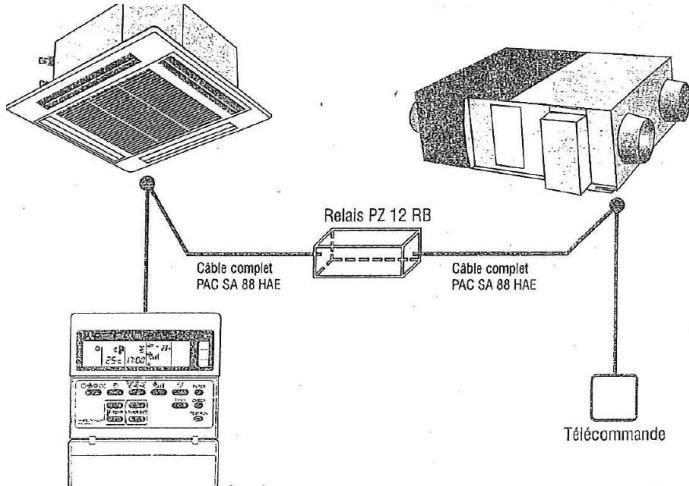
		<u>Performance</u>	<u>Vétusté</u>
		Très Bon	Très Sûr
		Bon	Sûr
		Faible	Dégradé
		Médiocre	Vétuste
<u>Caractéristiques techniques (1)(2) :</u> Equipement de type VMC simple flux hygroréglable A Principe de fonctionnement Bouches d'extraction hygroréglables dans les sanitaires, caisson d'extraction en toiture Marque Ouest Ventil Modèle Odyssee C4 900 EC Puissance max 180 W Débit 450 m³/h Quantité 1 - toiture			



Débit
Quantité


(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

VMC Double Flux avec échangeur – salle examen 1

	<p>Performance</p> <p>▶</p> <p>Très Bon</p> <p>Bon</p> <p>Faible</p> <p>Médiocre</p>	<p>Vétusté Non connu</p> <p>Très Sûr</p> <p>Sûr</p> <p>Dégradé</p> <p>Vétuste</p>														
<p>Caractéristiques techniques (1)(2):</p> <table><tr><td>Equipement de type</td><td>VMC double flux avec échangeur</td></tr><tr><td>Principe de fonctionnement</td><td>Bouches d'extraction dans la salle, insufflation d'air neuf via les cassettes plafonnieres. L'air ambiant réchauffe l'air entrant via un échangeur de chaleur dans le faux-plafond, puis il est éjecté en toiture</td></tr><tr><td>Marque</td><td>MITSUBISHI</td></tr><tr><td>Modèle</td><td>Lossnay LGH 50</td></tr><tr><td>Puissance max</td><td>170 W</td></tr><tr><td>Débit</td><td>500 m³/h</td></tr><tr><td>Quantité</td><td>2 - salle examen 1. RDC</td></tr></table>			Equipement de type	VMC double flux avec échangeur	Principe de fonctionnement	Bouches d'extraction dans la salle, insufflation d'air neuf via les cassettes plafonnieres. L'air ambiant réchauffe l'air entrant via un échangeur de chaleur dans le faux-plafond, puis il est éjecté en toiture	Marque	MITSUBISHI	Modèle	Lossnay LGH 50	Puissance max	170 W	Débit	500 m³/h	Quantité	2 - salle examen 1. RDC
Equipement de type	VMC double flux avec échangeur															
Principe de fonctionnement	Bouches d'extraction dans la salle, insufflation d'air neuf via les cassettes plafonnieres. L'air ambiant réchauffe l'air entrant via un échangeur de chaleur dans le faux-plafond, puis il est éjecté en toiture															
Marque	MITSUBISHI															
Modèle	Lossnay LGH 50															
Puissance max	170 W															
Débit	500 m³/h															
Quantité	2 - salle examen 1. RDC															

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Extracteurs simple flux - salle 4


<p>Extracteurs Simple flux - Cairo</p> 	<p><u>Performance</u></p> <p>▶</p> <div><div>Très Bon</div><div>Bon</div><div>Faible</div><div>Médiocre</div></div>	<p><u>Vétusté</u></p> <p>▶</p> <div><div>Très Sûr</div><div>Sûr</div><div>Dégradé</div><div>Vétuste</div></div>		
<p><u>Caractéristiques techniques (1)(2):</u></p> <table><tr><td data-bbox="193 1825 759 2011"><p>Equipement de type</p><p>Principe de fonctionnement</p> <p>Marque</p></td><td data-bbox="759 1825 1497 2011"><p>Extracteur VMC simple flux</p><p>Bouches d'entrées d'air autoréglables dans les menuiseries, bouches d'extraction autoréglables dans FP, caisson et conduits dans FP, rejet via grille murale.</p><p>CAIROX</p></td></tr></table>			<p>Equipement de type</p> <p>Principe de fonctionnement</p> <p>Marque</p>	<p>Extracteur VMC simple flux</p> <p>Bouches d'entrées d'air autoréglables dans les menuiseries, bouches d'extraction autoréglables dans FP, caisson et conduits dans FP, rejet via grille murale.</p> <p>CAIROX</p>
<p>Equipement de type</p> <p>Principe de fonctionnement</p> <p>Marque</p>	<p>Extracteur VMC simple flux</p> <p>Bouches d'entrées d'air autoréglables dans les menuiseries, bouches d'extraction autoréglables dans FP, caisson et conduits dans FP, rejet via grille murale.</p> <p>CAIROX</p>			



Modèle	BFSA-I
Puissance nominale	80 W
Débit	250 m³/h
Quantité	1 – Salle examen 4, RDC

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Extracteurs simple flux


	<u>Performance</u>		<u>Vétusté</u>	
	<div><div>▶</div><div><div>Très Bon</div><div>Bon</div><div>Faible</div><div>Médiocre</div></div></div>		<div><div>▶</div><div><div>Très Sûr</div><div>Sûr</div><div>Dégradé</div><div>Vétuste</div></div></div>	
<u>Caractéristiques techniques (1)(2):</u>				
Équipement de type		Extracteur VMC simple flux		
Principe de fonctionnement		Bouche d'extraction hygroréglables dans les salles, caisson d'extraction en toiture		
Marque		ATLANTIC		
Modèle		Comete 2600		
Puissance		0.471 kW		
Débit		-		
Quantité		1 – toiture		
Commentaire		Hors service lors de la visite		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée




3.7 Eclairage

Eclairage salle d'examen 3

	<p><u>Performance</u></p> <p>▶</p> <p>Très Bon</p> <p>Bon</p> <p>Faible</p> <p>Médiocre</p>	<p><u>Vétusté</u></p> <p>▶</p> <p>Très Sûr</p> <p>Sûr</p> <p>Dégradé</p> <p>Vétuste</p>												
<p><u>Caractéristiques techniques (1)(2) :</u></p> <table><tr><td>Equipement de type</td><td>Dalle LED</td></tr><tr><td>Commande</td><td>Manuelle</td></tr><tr><td>Marque/modèle</td><td>PHILIPS / ColorLine Panel</td></tr><tr><td>Puissance totale</td><td>902 W (41W/luminaire)</td></tr><tr><td>Programmation</td><td>Aucune</td></tr><tr><td>Quantité</td><td>22</td></tr></table>			Equipement de type	Dalle LED	Commande	Manuelle	Marque/modèle	PHILIPS / ColorLine Panel	Puissance totale	902 W (41W/luminaire)	Programmation	Aucune	Quantité	22
Equipement de type	Dalle LED													
Commande	Manuelle													
Marque/modèle	PHILIPS / ColorLine Panel													
Puissance totale	902 W (41W/luminaire)													
Programmation	Aucune													
Quantité	22													

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée


Eclairage sanitaires

	<p><u>Performance</u></p> <p>▶</p> <p>Très Bon</p> <p>Bon</p> <p>Faible</p> <p>Médiocre</p>	<p><u>Vétusté</u></p> <p>▶</p> <p>Très Sûr</p> <p>Sûr</p> <p>Dégradé</p> <p>Vétuste</p>														
<p><u>Caractéristiques techniques (1)(2) :</u></p> <table><tr><td>Equipement de type</td><td>Spot LED</td></tr><tr><td>Commande</td><td>Détection automatique</td></tr><tr><td>Marque/modèle</td><td>INDELUZ/Kale (réf 757B-L3108B-01)</td></tr><tr><td>Puissance totale</td><td>216 W (8W/spot)</td></tr><tr><td>Programmation</td><td>-</td></tr><tr><td>Quantité</td><td>27</td></tr><tr><td>Commentaire</td><td>Minuteur d'éclairage trop long. Pas d'extinction constatée après éclairage.</td></tr></table>			Equipement de type	Spot LED	Commande	Détection automatique	Marque/modèle	INDELUZ/Kale (réf 757B-L3108B-01)	Puissance totale	216 W (8W/spot)	Programmation	-	Quantité	27	Commentaire	Minuteur d'éclairage trop long. Pas d'extinction constatée après éclairage.
Equipement de type	Spot LED															
Commande	Détection automatique															
Marque/modèle	INDELUZ/Kale (réf 757B-L3108B-01)															
Puissance totale	216 W (8W/spot)															
Programmation	-															
Quantité	27															
Commentaire	Minuteur d'éclairage trop long. Pas d'extinction constatée après éclairage.															

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Eclairage entrée



		<u>Performance</u>	<u>Vétusté</u>
	▶	Très Bon	Très Sûr
		Bon	Sûr
		Faible	Dégradé
		Médiocre	Vétuste
<u>Caractéristiques techniques (1)(2) :</u>			
Equipement de type	Spot LED		
Commande	Détection automatique		
Marque/modèle	INDELUZ/Calypso (ref 785A)		
Puissance totale	100 W (25 W/spot)		
Programmation	-		
Quantité	4		

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Eclairage circulation

Éclairage circulation

Performance

Très Bon

Bon

Faible

Médiocre

Vétusté

Très Sûr

Sûr

Dégradé

Vétuste

Caractéristiques techniques (1)(2) :

Équipement de type

Commande

Marque/modèle

Puissance totale

Programmation

Quantité

Spot LED

Détection automatique

INDELUZ/Kale (ref 757C-L3120B-01)

120 W (20 W/spot)


-

6

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée




Eclairage fluorescent salles d'examen par défaut

	Performance	Vétusté
	<div> <div>Très Bon</div> <div>Bon</div> <div>Faible</div> <div>Médiocre</div> </div>	<div> <div>Très Sûr</div> <div>Sûr</div> <div>Dégradé</div> <div>Vétuste</div> </div>
Caractéristiques techniques (1)(2) :		
Equipement de type	Tube fluorescent	
Commande	Manuel	
Marque/modèle	PHILIPS/Master TL-D	
Puissance totale	5184 W (18 W/spot)	
Programmation	-	
Quantité	288	

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Eclairage salle d'exam 1 et circulation générale

	Performance	Vétusté
	<div> <div>Très Bon</div> <div>Bon</div> <div>Faible</div> <div>Médiocre</div> </div>	<div> <div>Très Sûr</div> <div>Sûr</div> <div>Dégradé</div> <div>Vétuste</div> </div>
Caractéristiques techniques (1)(2) :		
Equipement de type	Spot fluorescent compact	
Commande	Manuel	
Marque/modèle	-	
Puissance totale	1300 W (26 W/spot)	
Programmation	-	
Quantité	50	

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



3.8 Divers/Process

Baie de brassage – local informatique

Performance

Très Bon

Bon

Faible

Médiocre

Vétusté

Très Sûr

Sûr

Dégradé

Vétuste

Caractéristiques techniques :

Equipement

Switch

Puissance max (1)

248 W

Température du local (2)

22 °C toute l'année

Quantité

6

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Equipements informatiques

Équipements informatiques

Performance

Très Bon
Bon
Faible
Médiocre

Vétusté

Très Sûr
Sûr
Dégradé
Vétuste

Caractéristiques techniques :

Equipement de type

Fonctionnement (2)

Consommation moyenne annuelle (3)

PC fixes, PC portables, ventilateurs, photocopieurs, écrans

Fréquence de fonctionnement très faible

Négligeable au vu de l'usage du bâtiment

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



Ascenseurs

	<p><u>Performance</u></p> <p>Non applicable</p>	<p><u>Vétusté</u></p> <div><table><tr><td>Très Sûr</td></tr><tr><td>Sûr</td></tr><tr><td>Dégradé</td></tr><tr><td>Vétuste</td></tr></table></div>	Très Sûr	Sûr	Dégradé	Vétuste				
Très Sûr										
Sûr										
Dégradé										
Vétuste										
<p><u>Caractéristiques techniques (2) :</u></p> <table><tr><td>Equipement de type</td><td>Electrique</td></tr><tr><td>Marque</td><td>Otis</td></tr><tr><td>Modèle</td><td>JED98</td></tr><tr><td>Puissance</td><td>11 kW</td></tr></table>			Equipement de type	Electrique	Marque	Otis	Modèle	JED98	Puissance	11 kW
Equipement de type	Electrique									
Marque	Otis									
Modèle	JED98									
Puissance	11 kW									

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée

Vidéo projecteur

	<p><u>Performance</u></p> <p>Non applicable</p>	<p><u>Vétusté</u></p> <p>▶</p> <div><div>Très Sûr</div><div>Sûr</div><div>Dégradé</div><div>Vétuste</div></div>								
<p><u>Caractéristiques techniques (2) :</u></p> <table><tr><td>Equipement de type</td><td>Vidéo projecteur</td></tr><tr><td>Marque</td><td>Epson</td></tr><tr><td>Modèle</td><td>EB-980W</td></tr><tr><td>Puissance</td><td>309 W (1)</td></tr></table>			Equipement de type	Vidéo projecteur	Marque	Epson	Modèle	EB-980W	Puissance	309 W (1)
Equipement de type	Vidéo projecteur									
Marque	Epson									
Modèle	EB-980W									
Puissance	309 W (1)									

(1) Suivant document technique – (2) Identifié lors de la visite – (3) Estimée



3.9 Gestion centralisée Bâtiment

Avec une puissance nominale utile estimée à 156 kW, le présent actif est concerné par le décret BACS à horizon 2027.

Le site ne dispose pas de système de gestion centralisée.

3.10 Comptage du site

Le site admet un unique niveau comptage, celui des concessionnaires.

Suivant notre visite et les documents réceptionnés, nous pouvons identifier le comptage suivant :

1^{er} niveau de comptage





**Identifié sur les factures d'électricité.*





3.11 Synthèse de l'état existant



Bilan sur performance enveloppe

 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Menuiseries double vitrage ⇒ Protections solaires performantes 	 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Façades faiblement isolées ⇒ Toiture très faiblement isolée ⇒ Pont thermique important engendré par la casquette solaire ⇒ Défauts d'étanchéités à l'air
---	---



Bilan sur la performance équipements

 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Production chauffage et refroidissement possible par pompe à chaleur performante ⇒ Quelques éclairages LED ⇒ Production d'ECS au plus proche des points de puisage ⇒ Ventilation double flux en salle 1 	 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Un ou plusieurs équipements de type PAC sont HS ⇒ Chauffage par effet joule (radiateur) majoritairement ⇒ Aucune modulation en fonction de l'usage : certains radiateurs chauffent en permanence une salle vide ⇒ Ventilation simple flux ⇒ Une ventilation HS ⇒ Eclairage en tube fluorescents majoritaire ⇒ Equipements spécifiques alimentés en permanence durant les horaires d'occupation
--	--

Bilan sur le suivi des consommations

 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Extrait des consommations déclarées sur la plateforme OPERAT ⇒ Factures mensuelles des consommations 	 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Absence de suivi énergétique
---	--

Bilan sur la gestion et suivi en exploitation

 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Suivi régulier des équipements énergétique du site 	 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Absence de gestion du chauffage en fonction des usages ⇒ Aucune information sur la gestion énergétique du site
--	---



4 ANALYSE DECRET TERTIAIRE

4.1 Modalités de déclaration sur OPERAT

4.1.1 Entités fonctionnelles assujetties (EFA)

Le texte de loi prévoit la création d'une EFA pour un binôme propriétaire/Preneur à bail ou occupant. Dans le cas présent, les acteurs en lien avec le DEET sont les suivants :

BATIMENT	
Adresse :	121 avenue de Vignate - 38610 GIERES
N° parcelle cadastrale ...	000 / AD / 0046
ASSUJETTISSEMENT OPERAT	
Type	Cas 1a : Une seule entité fonctionnelle (propriétaire occupant unique ou mono locataire)
STRUCTURE DECLARANTE	
Entité	Rectorat de l'académie de Grenoble
Siren.....	173804303
OCCUPANT	
Entité	Centre d'examen Le Tremble
N° Siret	17380430300019

Ainsi la création d'une seule EFA occupant la surface bâimentaire du propriétaire est nécessaire et suffisante.

Attention, le numéro de SIRET actuellement déclaré dans OPERAT est incorrect, il ne renvoie pas à l'adresse exacte du bâtiment.

4.1.2 Activités et sous-activités DEET identifiées sur site

D'après la segmentation des activités proposées dans le cadre du DEET, le site admet une seule activité :

- Catégorie : **Enseignement Supérieur**
- Sous-catégorie : Salles de formation, d'enseignement ou de vie de campus - Sans Process



	Enseignement supérieur m ²
RDC	436 m ²
R+1	356 m ²
TOTAL	791 m ²

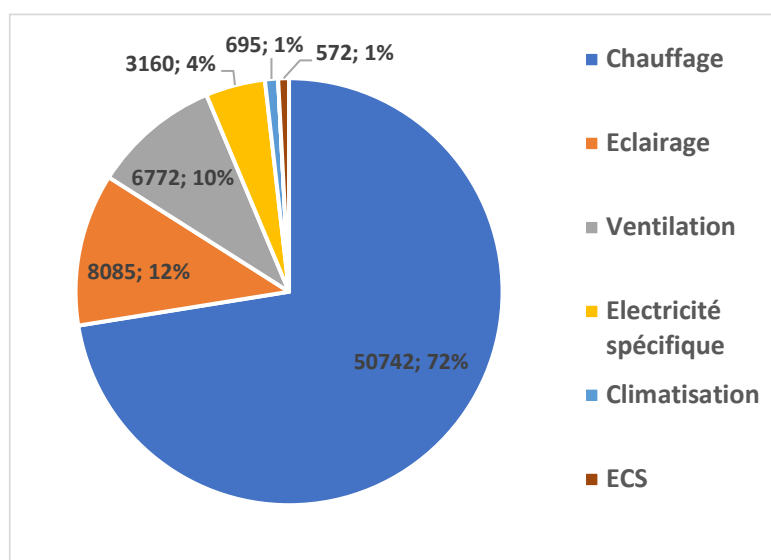
TABLEAU 3: CALCUL DE L'OBJECTIF CABS MODULE POUR 2030

4.1 Répartitions des consommations

4.1.1 Clé de répartition des consommations

L'absence de sous comptage ne permet pas la connaissance des valeurs exactes des consommations énergétiques par poste, notamment pour les postes de consommations électriques (éclairage/électricité spécifique, eau chaude sanitaire, etc....).

En l'absence d'information, nous avons réalisé une clé de répartition selon nos observations sur site et la simulation numérique du modèle numérique :



CLÉS DE RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS (EN KWH ET %)

Le chauffage représente les $\frac{3}{4}$ de la consommation énergétique du site. À noter que l'électricité spécifique concerne principalement les consommations de brassage informatique, qui sont non négligeables. Cependant, ces consommations sont difficiles à estimer en raison de leur complexité de fonctionnement.



4.2 Analyse des données énergétiques du site

Les consommations énergétiques ci-dessous sont réalisées à l'échelle du bâtiment, suivant les données énergétiques réceptionnées. Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des éléments réceptionnées :

Consommations Electricité (kWhec)		
	PDL n°30000730944518	
2023		
2022	74 396	
2021	93 359	
2020	81 302	
2019	85 636	
2018	47 438	
2017		
2016		
2015		
2014		
2013		
2012		
2011		
2010		

kWhec=kWh d'énergie consommée

Fiabilité de la données

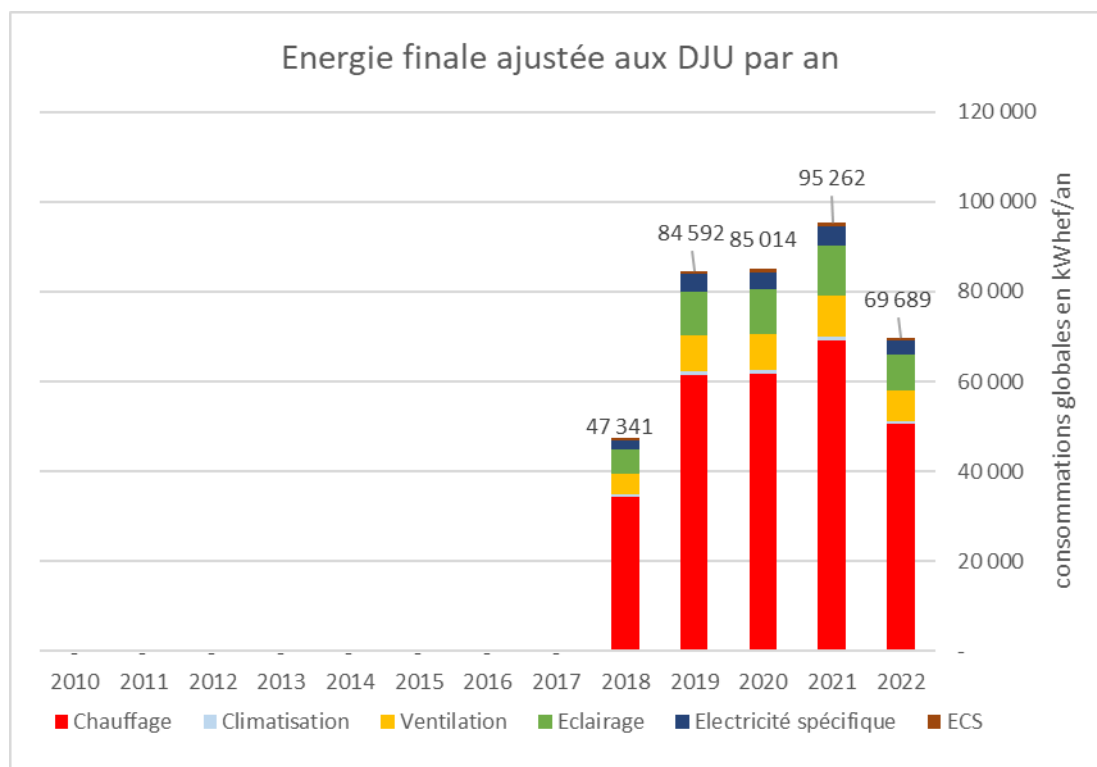
	Donnée issue de requetes Enedis ou plateforme Energetique utilisant les API Energeticien
	Donnée issue de facturation énergétique
	Donnée issue de relevés plateforme OPERAT
	Donnée issue de relevés fiables mais sur année incomplete
	Donnée non verifiable

L'année 2019 a été déclarée par le maître d'ouvrage comme année de référence.

Depuis la publication de l'arrêté « Valeurs absolues 4 » du 20/02/2024, le choix de l'année de référence peut être réalisé sur l'ensemble des années entre 2010 et 2022. L'ensemble des consommations, avec différents niveaux de fiabilité, ne sont pas disponibles sur 9 des 13 années pouvant constituer une année de référence.



Au regard des relevés de consommations énergétiques du site et en appliquant la clé de répartition présentée au 4.1.1, le profil de consommations est le suivant :



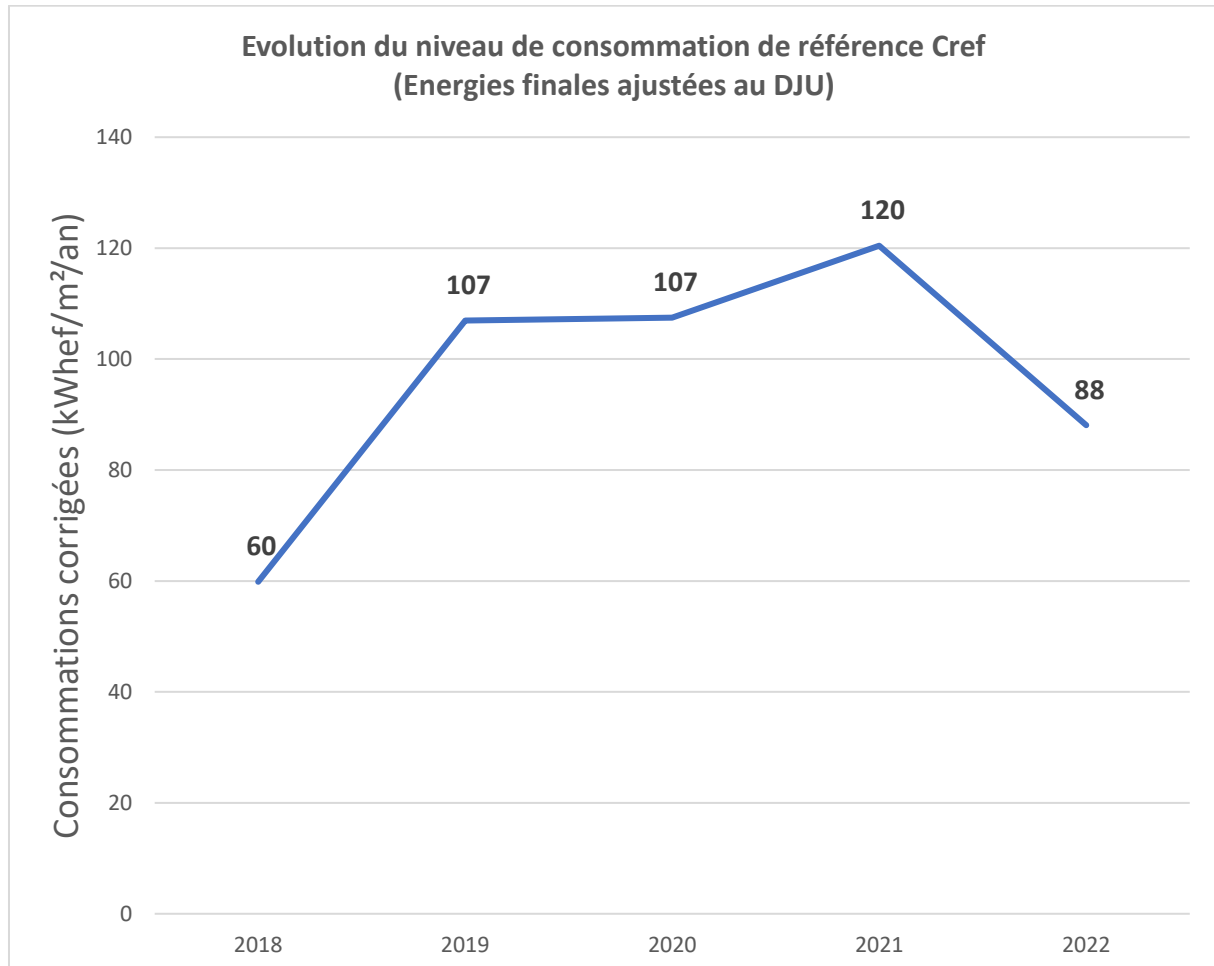
Une nette diminution des consommations est constatée en 2022. L'analyse de l'occupation du bâtiment ne permet pas d'expliquer cette baisse. Il pourrait s'agir d'une amélioration de la gestion des équipements de chauffage ou du fonctionnement des équipements (certains systèmes sont en panne). Une analyse plus poussée de la part de l'exploitant technique du bâtiment serait nécessaire pour trouver une explication.

Nota : l'ajustement aux conditions climatiques des consommations de chauffage et climatisation non sous-comptées dans notre cas, se base sur les indicateurs de valeurs absolues publiées pour chaque catégorie d'activité. En l'absence de valeurs absolues officielles, ces corrections sont calculées selon des indicateurs de valeurs absolues théoriques, issues des concertations en cours, ou des estimations réalisées dans le cadre de projets similaires.



4.2.1 Indicateur *Créf*

L'indicateur *Créf* indique un niveau de consommation énergétique par m² de surface totale de consommation, ajusté aux conditions climatiques de l'année considérée. Il sert de base au calcul des objectifs de consommation. Le graphique suivant met en évidence l'évolution du *Créf*, suivant les éléments réceptionnés :



Selon les documents fournis et l'analyse des consommations, la **période de janvier 2021 à décembre 2021**, représente l'année glissante proposant l'indicateur *C_{réf}* le plus intéressant pour le projet.

Nous invitons donc le déclarant à corriger sa déclaration de référence sur OPERAT.



4.3 Définition des Objectifs projet

Pour rappel, le DEET prévoit l'atteinte de deux objectifs de réduction des consommations énergétiques indépendants à l'horizon 2030 :

- Objectif en valeur relative C_{relat} de - 40 % par rapport aux consommations de l'année de référence ;
- Objectif en valeur absolue variable C_{abs} et défini par arrêté selon les catégories d'activités.

Une modulation de ces objectifs est réalisable en fonction des facteurs d'intensité d'usage de l'EFA concernée. Ainsi dans le cadre de sa saisie, l'occupant peut apporter une modulation liée à l'intensité d'usage du site.

4.3.1 Objectif C_{abs} (consommations Absolues)

Le seuil C_{abs} est modulé selon différents indicateurs, tels que l'amplitude horaire annuelle ou le ratio surface de réserve par rapport à la surface de vente, afin d'aboutir sur un indicateur $C_{abs-modulé}$.

En l'absence de publication officielle du législateur des valeurs absolues de cette activité, l'objectif de consommation C_{abs} 2030 pour le bâtiment ne peut être déterminé avec certitude.

Par hypothèse, nous utiliserons le C_{abs} d'une activité similaire en fonctionnement et dont la valeur a été déjà publiée. La sous-activité choisie est « Lycée d'enseignement général ».

Attention : Les données suivantes sont donc proposées à titre strictement indicatif et la valeur C_{absolu} du projet devra être recalculée dès parution des arrêtés complémentaires.

D'après les données transmises par le maître d'ouvrage, le site est occupé en moyenne 1500h/an contre 1900h pour la valeur standard. Cette donnée nous permet d'apporter une modulation du C_{abs} standard. Ce $C_{abs-modulé}$ est proposé afin de tenir compte de l'usage réduit du bâtiment.

Condition en valeur Absolue C_{abs}	
Surface totale de consommation	791 m ²
Composante CVC (kWh _{efPCI} /m ² /an)	72
Use étalon (kWh _{efPCI} /m ² /an)	20
Use modulé (kWh _{efPCI} /m ² /an)	14
C_{abs} (kWh_{efPCI}/m²/an)	92
$C_{abs-modulé}$ (kWh_{efPCI}/m²/an)	86

TABEAU 4: CALCUL DE L'OBJECTIF C_{abs} MODULE POUR 2030



4.3.2 Objectif Crelat (consommations Relatives)

Le tableau suivant donne le calcul des objectifs de consommations en valeur relative :

Condition en valeur Relative C_{ref}	
C_{ref} (kWhefPCI/m ² /an)	120
$C_{ref\ modulé}$ (kWhefPCI/m ² /an)	112
Periode de consommations	Janvier 2021 à Décembre 2021
Crelat 2030 (kWhefPCI/m²/an) [40% de Cref]	72
Crelat 2040 (kWhefPCI/m²/an) [50% de Cref]	60
Crelat 2050 (kWhefPCI/m²/an) [60% de Cref]	48

TABLEAU 5: CALCUL DE L'OBJECTIF CRELAT MODULE POUR 2030

Pour l'atteinte des objectifs du décret tertiaire, la seule valeur règlementaire actuellement exploitable est la valeur de $C_{ref} = 120$ kWhefPCI/m²/an.

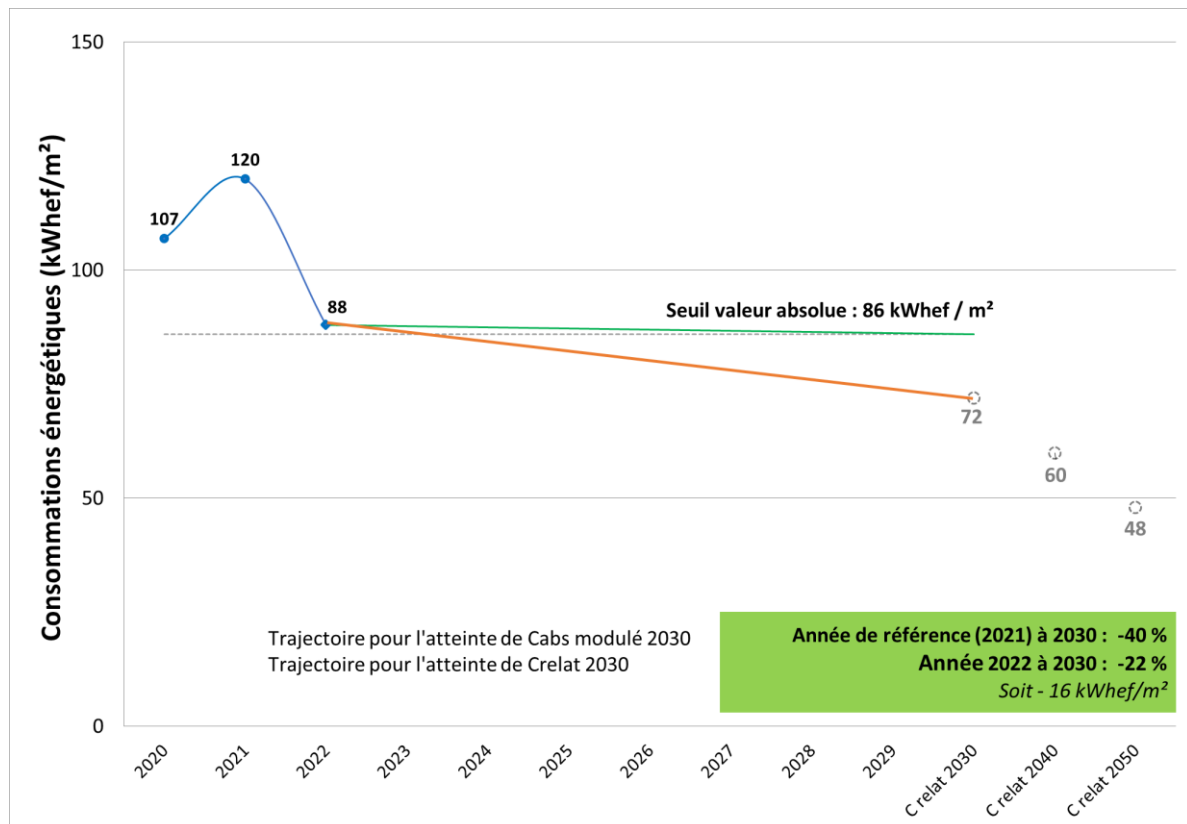
L'objectif Crelat 2030 est de 72 kWhefPCI/m²/an.

NB : L'indicateur C_{ref} du site pourrait être modulé, pour tenir compte de l'intensité d'usage qui le caractérise. Ainsi, les objectifs Crelat deviendrait $C_{relat\ modulé}$, et seraient ajustés aux conditions climatiques et selon le taux de modulation du C_{abs} . Etant donné que le C_{abs} n'a pas été publié pour cette activité, la valeur de $C_{ref\ modulé}$ est donnée à titre strictement indicatif.



4.1 Objectifs DEET Projet

Le graphique suivant met en évidence la position des consommations du site au regard des objectifs liés au dispositif Eco Energie Tertiaire.



Pour l'atteinte des objectifs C_{relat} 2030, le site a besoin de réduire ses consommations de 22% par rapport à 2022, d'ici 2030, soit -16 kWh/m².

A noter que la valeur C_{ref} à saisir sur la plateforme OPERAT correspond à l'indicateur C_{ref}. L'ajustement et modulation du C_{ref} seront réalisés automatiquement par la plateforme OPERAT.

NB : Selon nos estimations du C_{abs modulé}, le bâtiment aurait besoin de réduire ses consommations de seulement 2% soit 2 kWh/m² d'ici 2030. Cependant, comme vu au 4.3.1, cet objectif en valeur absolue est donné à titre purement indicatif et ne constitue pas une valeur réglementaire.



5 ANALYSE DECRET BACS

5.1 Evaluation de la GTB de l'actif

Une GTC de classe C suffit à se conformer au DEET.

Cibles PEB (Performance Énergétique Bâtiment)	Classe C (GTC)
Prérequis	
Mise en place d'un système de supervision central automatique évolué (poste, liaison filaire, raccordement, graphique, etc....)	A prévoir
Chauffage _ Emission	
Commande de mise en marche / arrêt du générateur	Existant
Régulation centrale automatique : il ne s'agit que d'une régulation centrale automatique agissant soit sur la distribution, soit sur la génération. La fonction doit être intégrée dans un système	A prévoir
Régulation individuelle par pièce : au moyen de robinets thermostatiques ou d'un régulateur électronique	Existant
Régulation modulante individuelle par pièce du signal de régulation et communication : entre les régulateurs et le BACS (par exemple programmeur, consigne de température ambiante)	A prévoir
Ventilation double flux (CTA)	
Régulation programmée : le système fonctionne conformément à un calendrier et des horaires donnés	Partiel (à prévoir)
Commande de mise en marche-arrêt : débit d'air fixe et température d'alimentation en air fixe au niveau de la pièce; les points de consigne de température ambiante sont fixés individuellement	Partiel (à prévoir)
Commande continue: le débit d'air ou la température d'alimentation en air au niveau de la pièce peut être changé en continu; les points de consigne de température ambiante sont fixés individuellement	Partiel (à prévoir)
Régulation multi-niveau : pour diminuer les besoins en énergie auxiliaire du ventilateur	Partiel (à prévoir)
Régulation automatique du débit ou de la pression sans réinitialisation de la pression : charge en fonction des alimentations du débit d'air selon les besoins pour toutes les pièces communicantes	A prévoir
VMC	
Régulation programmée : le système fonctionne conformément à un calendrier et des horaires donnés	A prévoir
GROUPE FROID	
Équilibrage statique de chaque émetteur, sans équilibrage du groupe	Non concerné
Équilibrage statique de chaque émetteur et équilibrage statique du groupe (par exemple avec une vanne d'équilibrage)	Non concerné
Régulation de température constante	Non concerné



ECS	
Commande automatique de marche / arrêt	A prévoir
ECLAIRAGE	
Un signal automatique qui éteint la lumière au moins une fois par jour habituellement le soir pour éviter un fonctionnement inutile pendant la nuit	Partiel (à prévoir)
Les lumières peuvent être éteintes grâce à un interrupteur dans la pièce	Existant
Mise en marche et extinction automatique avec modulation par variateur en fonction de la détection de présence	Partiel (à prévoir)
Mise en marche automatique / mise en marche partiellement manuelle	Partiel (à prévoir)
Classe obtenue	Travaux à envisager



6 SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE

6.1 Logiciel de simulation

Le logiciel utilisé dans le cadre cette étude SED est le logiciel Pléiades Version 6.24.3.3

6.2 Données météorologiques

6.2.1 Site

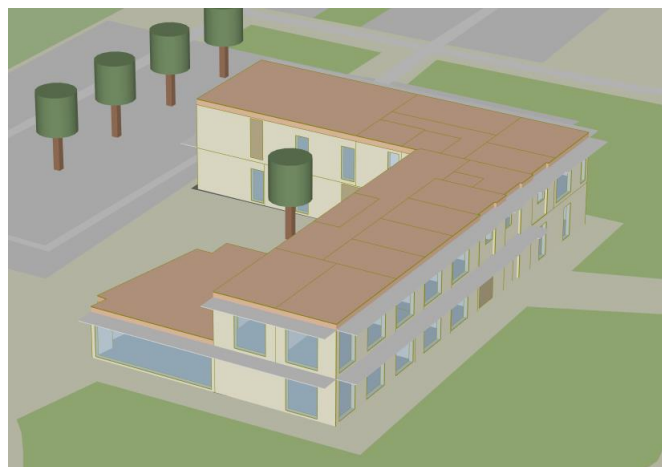
Nom	Tremble	Altitude	214m
------------	---------	-----------------	------

6.2.2 Station météorologique

Nom	Grenoble/St Geoires – moyen fichier : GrenobleStGeoirmsmoyen_V2.try	Altitude	386 m
Longitude	5° 19' 48"E	Latitude	45° 21' 36"N

6.3 Validation du modèle SED

Les projections d'amélioration énergétique du site sont évaluées au travers d'un modèle thermique numérique dynamique. Ce modèle numérique doit correspondre dans son fonctionnement, ces équipements, ces matériaux et ces consommations à ceux recueillis sur le site.



PROJECTION DU MODELE NUMERIQUE SED

L'année 2022 est la dernière année de consommation comportant l'ensemble des données nécessaires pour l'ajustement du modèle. Ainsi les calculs des différentes variantes ont été réalisées selon les conditions de fonctionnement de l'année 2022.

Le tableau suivant effectue le comparatif entre les consommations du modèle numérique ajusté sur l'année de **2022** et les consommations électriques réelles collectées.



	DJU Chauffage (18°C)	DJU Refroid (18°C)	Consommations Electricité
Consommations issues du bilan énergétique 2022	2467	597	74 396 kWh _{ec}
Consommations SED	2143	362	70 025 kWh _{ec}
Consommations SED ajustée aux DJU de l'année de 2022			78 147 kWh _{ec}
marge d'erreur -->			-5%

TABLEAU 6: ECART ENTRE LES CONSOMMATIONS REELLES DU SITE ET DU MODELE

Les consommations issues du modèle SED admettent une correction DJU (19), permettant d'apporter une correction climatique équitable entre les consommations du modèle SED et les consommations réelles collectées.

On observe un écart de 5 % entre les consommations du modèle et les consommations réelles du site. La raison principale de cet écart provient du manque de données disponibles concernant l'occupation du bâtiment. En effet il s'agit d'un bâtiment dont les consommations sont très dépendantes de son occupation, puisque la plupart des systèmes sont à commande manuelle.

Avec un écart inférieur à 10 %, le modèle SED est validé pour projeter les gains énergétiques des solutions envisagées.

D'après notre simulation, les systèmes de chauffage actuellement en service (convecteurs + radiateurs à inertie) est sous-dimensionné, car il ne permet pas d'atteindre les températures de consigne pendant les périodes de chauffage.



7 PROPOSITION D'AMELIORATION PERFORMANCE ENERGETIQUE

7.1 Analyses Energétique, Financière et Carbone

D'après les résultats des analyses des variantes proposées ci-dessus, nous avons identifié trois scénarii d'améliorations énergétiques, tels que :

Le **scénario 1 « Quick win »**, permettant de faire des économies d'énergie significatives à moindre coût :

- CPT 1 – Sobriété et sensibilisation des usagers
- + CPT 2 – GTB, Commissioning, retro-commissioning, et installation de sous-compteur sur les 6 postes de consommation (voir 7.1.2)
- + BATI 4 – Traitement de l'étanchéité à l'air
- + ECL 1 et 2 - Relamping LED intégral + gradation lumineuse et détections automatiques
- + Calorifugeage des tubes frigorigènes
- + Analyse fonctionnelle des équipements et du fonctionnement en place (mise à disposition d'un synoptique)

Le **scénario 2 « performance objectif 2050 »**, permettant de tendre vers l'objectif 2050 de - 60% par rapport aux dernières consommations connues, **et d'obtenir un bâtiment à énergie positive.**

- *Scénario 1*
- + CHAUD 1 – Remplacement de tous les systèmes de chauffage par un système PAC Air/Air
- + ENR 1 – Installation de panneaux solaires photovoltaïque en toiture
- + BATI 3 - Isolation toiture terrasse

Le **scénario 3 « rénovation totale »**, permettant de tendre vers l'objectif 2050 de -60% par rapport aux dernières consommations connues et d'atteindre performance et confort optimal.

- + BATI 1 - ITE des façades extérieures
- + BATI 2 – Mise en place de menuiseries à double vitrage performants, de portes et de lanterneaux performants sur l'ensemble du site
- + VENT 2 – Installation de sondes CO2 pour la gestion des débits de ventilation

Le tableau suivant synthétise pour chaque variante étudiée les gains énergétiques, environnementaux et les coûts financiers estimés à l'échelle du bâtiment par rapport à la dernière année de consommations connues, à savoir l'année 2022.

Consommations issues du modèle SED 2022	78 148 kWh_{ec}/an	99 kWh_{ec}/m².an
	78 148 kWh_{ef}/an	99 kWh_{ef}/m².an
	179 740 kWh_{ep}/an	227 kWh_{ep}/m².an
	11,99 TCo₂/an	0,02 TCo₂/m².an
	14 918 €/an	19 €/m².an



7.2 Tableau synthèse des APE

Référence	Préconisation Travaux	Energie Consommée		Production ENR kWh/m².an	Consommation en énergie finale DEET		Consommation énergie primaire estimée suivant postes DPE			Economie financière		Economie TCO2/an	Investissement € HT	CEE / PRIME PV		TRB (Avec aides financières)	Possible en site occupé	Scénario (1/2/3/...)	Conformité DEET (hors production PV)
		kWh/m²	Gain %		kWh/m²	Gain %	kWh/m²	Gain %	Classe Estimée	%	€ HT/an			Mwhcumac	€				
Actions sur les comportements																			
CPT 1	Sobriété consigne chauffage	86	13,3%		86	13%	197	13%	Classe D	13%	1 982 €	1,81	- €	-	-	-	OUI	1 2 3	Cabs 2030 / -
CPT 2	Installation GTB	92	6,6%		92	7%	212	7%	Classe D	7%	990 €	0,90	21 200 €	-	-	21 ans	NON	2 3	- / -
Actions sur l'enveloppe du bâtiment (demande en énergie)																			
BATI 1	ITE laine de roche	94	5%		94	5%	216	5%	Classe D	5%	716 €	0,68	62 250 €	747	5 229	80 ans	OUI	3	- / -
BATI 2	Remplacement menuiseries	81	18%		81	18%	186	18%	Classe D	18%	2 720 €	2,58	216 750 €	919	6 433	77 ans	NON	3	Cabs 2030 / -
BATI 3	isolation toiture	97	2%		97	2%	222	2%	Classe D	2%	334 €	0,31	91 840 €	620	4 340	262 ans	OUI	2 3	- / -
BATI 4	étanchéité à l'air	98	1%		98	1%	226	1%	Classe D	1%	112 €	0,11	5 000 €	-	-	45 ans	OUI	1 2 3	- / -
Actions concernant les équipements énergétiques																			
Actions sur la production de chaleur																			
CHAUD 1	Réparation PAC actuelle	95	4%		95	4%	219	4%	Classe D	4%	555 €	0,97	Non connu	-	-	-	OUI		- / -
CHAUD 2	Remplacement tout systèmes PAC	64	36%		64	36%	146	36%	Classe C	36%	5 327 €	5,19	70 000 €	550	3 850	12 ans	NON	2 3	Cabs 2030 / Crelat 2030
Action concernant l'éclairage																			
ECL 1	relamping LED	96	3%		96	3%	220	3%	Classe D	3%	446 €	0,15	12 000 €	-	-	27 ans	OUI		- / -
ECL 2	Relamping LED + Gradation	94	5%		94	5%	216	5%	Classe D	5%	735 €	0,23	25 000 €	131	917	33 ans	OUI	1 2 3	- / -
Actions concernant les énergies renouvelables																			
Action concernant les énergies renouvelables																			
ENR 1	Photovoltaïque toiture	99	0%	77	99	0%	227	0%	Classe D	78%	11 645 €	0,00	104 000 €	-	5 200	8 ans	OUI	2 3	Cabs 2030 / Crelat 2050
SCENARIOS DE TRAVAUX																			
TOTAL	1 : quick win	80	19%	0	80	19%	185	19%	Classe D	19%	2 793 €	10	30 000 €	131	917 €	10 ans	OUI		Cabs 2030 / -
	2 : performance objectif 2050	64	35%	77	64	35%	148	35%	Classe C	105%	15 705 €	19	317 040 €	1 301	14 307 €	19 ans	NON		Cabs 2030 / Crelat 2050
	3 : rénovation complète	56	44%	77	56	44%	128	44%	Classe C	109%	16 233 €	35	596 040 €	2 967	25 969 €	35 ans	NON		Cabs 2030 / Crelat 2050

Nota : - Pour plus de compréhension et de transparence sur l'impact des travaux de rénovation énergétique, nous n'avons pas intégré la variante ENR 1 dans les gains énergétiques des différents scénarios
- La production ENR est intégrée au calcul du TRB (autoconsommation avec vente de surplus)
- Le coût d'investissement correspond uniquement au coût de travaux hors taxes et hors honoraires de maîtrise d'œuvre de conception et d'exécution



7.3 APE : Sensibilisation / Pilotage / Commissionnement

7.3.1 Sensibilisation (CPT 1)

De nombreuses études montrent que les consommations énergétiques d'un bâtiment ne dépendent pas uniquement de la conception/réalisation/rénovation, du niveau d'isolation, du choix de systèmes, de la régulation. En effet, il est convenu de dire qu'une grande part dépend directement du comportement des occupants du bâtiment. Partant de ce constat, il est indispensable de développer une stratégie de sensibilisation afin d'informer les occupants de leurs comportements sur les impacts énergétiques de leur bâtiment.

La sensibilisation des occupants de bâtiments à la réduction des consommations d'énergie favorise les économies d'exploitation réelle via l'adoption de comportements éco-responsables. Dans la perspective du décret tertiaire, de la transition énergétique, dans le cadre de l'obtention de certifications environnementales, et de politiques RSE, cette démarche prend tout autant d'importance que des travaux sur l'enveloppe ou du commissioning des systèmes. Ces démarches de sensibilisation ont un rôle fondamental dans les stratégies déployées par les acteurs publics ou privés pour favoriser l'atteinte des seuils du décret tertiaire par décade ; ou tout simplement pour favoriser la réduction des charges d'énergie et l'amélioration du confort.

Cependant elle devra s'accompagner d'une stratégie de rénovation globale pour compenser la perte de confort des occupants.

7.3.2 Installation d'une GTB / Installation de sous-comptage / commissionnement (CPT 2)

➤ Mise en place d'une GTB

Le bâtiment actuel ne permet pas le respect du décret BACS concernant la mise en place d'un suivi de type GTB.

Une GTB synchronisant automatiquement la mise en marche des équipements de chauffage avec la réservation des salles, représente un fort potentiel de réduction des coûts de chauffage.

Le système compatible avec les équipements en place doit permettre dans les différentes zones :

- La régulation et la programmation des températures ;
- L'abaissement des consignes en périodes d'inoccupation ;
- L'affichage des indicateurs de sécurité et de vigilance ;
- Optimisation de relance auto-adaptative ;
- Comptage sous-divisionnaire ;
- Coupe-veille et prise de force en tableaux électriques ;
- Délestage électrique ;
- Gestion du rafraîchissement ;
- Gestion de la ventilation ;
- Gestion de l'éclairage ;
- Gestion de free-cooling ;



Le système doit être compatible avec les équipements en place.

Cette préconisation ne sera pas chiffrée précisément dans notre étude, car il s'agit d'une étude complémentaire, faisant partie intégrante du décret BACS.

➤ Mise en place de sous-comptage



Nous n'avons pas relevé la présence de sous comptage électrique pour l'alimentation des locaux. En l'état actuel, les consommations électriques de ce bâtiment sont estimées et la répartition des consommations par poste de consommations ne peut être déterminée avec exactitude.

Ainsi nous préconisons la mise en place d'un dispositif de sous comptage sur l'ensemble des postes énergétiques. De manière prioritaire, nous conseillons la mise en œuvre de sous comptage lié au Chauffage/Climatisation, à l'éclairage et aux équipements spécifiques.

Ces travaux permettront d'identifier les postes énergivores ou d'éventuelles anomalies de fonctionnement des équipements. De plus, ils permettront de réaliser un suivi énergétique plus fin et ainsi de mesurer de manière indépendante l'impact des travaux qui pourront être mis en œuvre sur site.

Nous préconisons l'installation de 6 sous-compteur, dans le cadre du scénario 2 pour les postes suivants :

- Chauffage
- Climatisation
- Ventilation
- Eclairage
- ECS
- Baie de brassage

➤ Rétro-commissionnement

Le rendement d'un bâtiment a une incidence non seulement sur les factures d'énergie et les coûts d'investissement, mais également sur la valeur de la propriété, la productivité des occupants et les activités opérationnelles. Bien qu'une forte consommation d'énergie soit parfois considérée comme un coût inévitable associé au confort de l'utilisateur, c'est souvent le meilleur poste de dépenses pour réaliser des économies. C'est également celui qui permet de déceler le potentiel de réduction d'énergie et le gaspillage liés au rendement insuffisant d'un bâtiment et aux lacunes dans les activités de maintenance. En améliorant constamment le fonctionnement de leurs bâtiments, les propriétaires et les gestionnaires peuvent réduire les coûts de maintenance et de charges associées et ainsi mieux rentabiliser leur actif et acquérir un avantage concurrentiel sur le marché.

De plus, au fil du temps, l'utilisation d'un bâtiment change – les occupants déménagent, les espaces sont reconfigurés, de nouveaux équipements sont ajoutés – ce qui peut rendre inefficaces les systèmes et les réglages précédents.

Le rétro-commissionnement est un processus d'optimisation collaboratif qui examine comment et pourquoi les systèmes d'un bâtiment sont exploités et entretenus comme ils le sont, pour ensuite identifier les moyens pour améliorer le rendement global du bâtiment. Comme il s'agit d'un processus plutôt que d'une série de mesures prescriptives, le rétro-commissionnement s'adapte aux besoins spécifiques de chaque bâtiment.

Cette opération permettra à un metteur au point ou à l'exploitant de mettre en œuvre des solutions impactantes et peu coûteuses mais également de constituer une base solide et nécessaire à la constitution d'un plan de sensibilisation des occupants.

➤ Commissionnement

COSTIC : Le commissionnement est un ensemble de tâches pour mener à terme une installation neuve ou rénovée afin qu'elle atteigne le niveau de performance contractuel et créer des conditions pour les maintenir ; mettre à dispositions des clients et / ou usagers la documentation et les instructions d'utilisation et de maintenance, incluant l'initiation ou même la formation des intervenants.

Le commissionnement a pour objectif de rapprocher le propriétaire, les concepteurs, les constructeurs et les exploitants par :



- la clarification des attentes du propriétaire afin de faciliter le travail des concepteurs
- la bonne transmission de l'information entre concepteurs et constructeurs
- la mise en place d'un plan de commissionnement
- la bonne réception des installations grâce notamment aux tests de performances
- les comptes rendus réguliers sur les opérations de maintenance

Il s'agit donc d'une démarche qualité avec un processus de suivi continu tout au long des phases de l'opération pour réduire les risques de non atteinte des performances visées. La démarche de commissioning mise en place sur la partie bureau du projet a pour but :

- de mettre en œuvre les moyens de management et de pilotage de la performance énergétique dans le but de parvenir à des installations techniques fonctionnelles et conformes aux performances attendues
- de suivre la performance et ajuster le pilotage et la régulation des installations sur 1 année d'exploitation
- de fournir aux utilisateurs et exploitants une documentation claire et synthétique et des instructions pour garantir et pérenniser la performance finale des installations

7.4 APE : Enveloppe thermique

7.4.1 Amélioration étanchéité

Le site actuel présente des défauts d'étanchéité à l'air ponctuels. Nous préconisons la réalisation d'un test de perméabilité à l'air à l'échelle du bâtiment. Ce test serait réalisé par le matériel Porte soufflante et permettra d'identifier et de localiser les désordres de perméabilité à l'air du bâtiment et d'apporter une mesure indicative de la perméabilité du site. Des corrections pourront donc être apportées afin de réduire les pertes thermiques d'infiltration.

Rappel concernant les précautions concernant l'étanchéité à l'air des façades :

1/ Au niveau de chaque traversée de paroi opaque horizontale se trouvant sur la barrière étanche, prévoir un calfeutrement des réservations au pourtour des réseaux. Le pourtour des fourreaux, entre le fourreau lui-même et la paroi traversée, devra être calfeutré par un matériau ou produit étanche à l'air. Chaque réservation de section plus importante pour la mise en œuvre de conduits et/ou de gaines circulaires et rectangulaires, assurant la ventilation, le désenfumage ou tout autre distribution fluide devra également être calfeutrée.

2/ Privilégier un mortier liquide pour traiter ces rebouchages ou un mortier ciment ou plâtre plutôt qu'une injection de mousse polyuréthane pour assurer une meilleure étanchéité autour des conduits.



3/ L'étanchéité à l'air doit être garantie au droit des liaisons avec les menuiseries extérieures. Ces liaisons singulières sont délicates à traiter car elles forment des angles sur 2 ou 3 dimensions. Un premier traitement au droit de l'appui de menuiserie (allège) doit être assuré par la mise en œuvre d'une membrane pare-vapeur continue venant se coller entre la menuiserie et l'appui de menuiserie. Au droit de cette même liaison, l'étanchéité à l'air peut être complétée par la mise en œuvre d'un joint mousse pré-comprimé imprégné associé à un joint silicone sur fond de joint (en fonction de la compatibilité des matériaux). Les joints en mousse pré-comprimée sont à poser au pourtour de la liaison dormant de menuiserie. Les joints silicone doivent être réalisés avec soin et sans discontinuité. Des campagnes d'auto-contrôles devront être réalisées pour s'assurer de la continuité de ces traitements et de leur pérennité tout au long du chantier. De la même manière, les liaisons entre les menuiseries extérieures et les linteaux doivent être assurées pour garantir la perméabilité à l'air ainsi qu'au droit des liaisons en tableau de menuiseries.



4/ Assurer l'étanchéité à l'air au niveau des jonctions de la costière de lanterneaux avec le plancher béton en réalisant un relevé d'étanchéité soigné et sans discontinuité. Prévoir des lanterneaux équipés de joint étanche à l'air en périphérie de la jonction ouvrant/dormant. La bonne compression de ce joint devra être assurée pour garantir l'étanchéité à l'air au droit de ces ouvrages.

7.4.2 Dépose de la casquette solaire

La casquette solaire en béton, présentée au 3.5.1, n'apporte pas de plus-value significative sur le confort d'été, puisque le bâtiment est équipé de BSO performants. Cependant, elle constitue un pont thermique et une source de déperditions thermiques importante. Il est donc conseillé de la déposer. Ces travaux faciliteront par la suite la mise en place d'une ITE, le cas échéant.

7.4.3 Remplacement des menuiseries

Ce bâtiment a la particularité d'avoir une proportion de surfaces vitrées très importante : 40% de ses parois verticales sont des menuiseries. De ce fait, la performance des menuiseries a un impact important sur les consommations énergétiques.

Nous préconisons le remplacement de l'ensemble des menuiseries extérieures vitrées existantes par des menuiseries double vitrage de type 4/16/4 de manière à atteindre un $U_w = 1.40 \text{ W} / (\text{m}^2.\text{k})$. Une attention complémentaire devra être portée sur les coefficients de transmission lumineuse et les facteurs solaires de celle-ci. Au regard de la situation géographique du site et de son occupation, nous préconisons la mise en œuvre de menuiseries favorisant les apports solaires et lumineux ($TL_w > 0.80$ et $FS_w > 0.45$).



La surface de menuiserie estimée est de 288 m².

Enfin, une attention particulière devra être portée sur les raccords d'étanchéité à l'air. Celle-ci sera gérée par la mise en œuvre d'un joint mousse pré-comprimée imprégné associé à un joint silicone sur fond de joint (en fonction de la compatibilité des matériaux). Les joints en mousse pré-comprimée sont à poser au pourtour de la liaison dormant de menuiserie. Les joints silicone doivent être réalisés avec soin et sans discontinuité. La pose dite « rénovation » est à proscrire.

Nota : Cette solution est éligible aux CEE.

7.4.4 Remplacement des lanterneaux

Nous prévoyons également le remplacement des lanterneaux polycarbonates existants. Les lanterneaux installés seront à rupture de pont thermique de type « Vario therm » de la marque Velux ou équivalent avec un $U_w \approx 1.02 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Il sera important d'assurer l'étanchéité à l'air au niveau des jonctions de la costière de lanterneaux avec le plancher haut en réalisant un relevé d'étanchéité soigné et sans discontinuité. Il faudra également prévoir des lanterneaux équipés de joint étanche à l'air en périphérie de la jonction ouvrant/dormant. La bonne compression de ce joint devra être assurée pour garantir l'étanchéité à l'air au droit de ces ouvrages.

La surface de lanterneaux estimée est de 3 m² (2 lanterneaux).

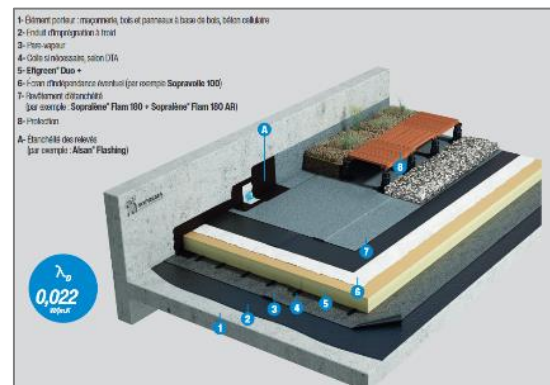
Nota : Cette solution est éligible aux CEE

7.4.5 Isolation toiture

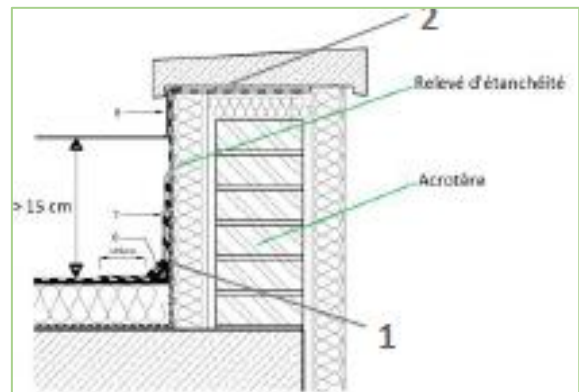
L'isolation des toitures proposée dans cette variante se fera par l'extérieur en surimposition.

Une isolation par l'extérieur est idéale pour assurer la continuité de l'activité du site et augmenter les indices de confort d'été.

L'étanchéité bitumeuse de toiture admet 23 ans d'existence. La durée de vie typique d'une étanchéité bitumeuse est estimée à 25 ans. Ainsi, dans la décennie à venir, l'étanchéité va devenir un sujet de rénovation. Nous proposons pour le bâtiment la dépose de la membrane d'étanchéité existante et de mettre une isolation de 150 mm en polyuréthane ($\lambda = 0.023 \text{ W/(m.K)}$). Une vérification de la compatibilité des hauteurs de remontée d'étanchéité acrotère sera nécessaire.



La réglementation en vigueur impose de respecter un relevé d'étanchéité de 15 cm (cf. schéma ci-contre). Dans certains cas, il n'y pas d'acrotère sur la terrasse existante où sa hauteur est insuffisante (avec l'ajout d'isolant, elle ne permet pas de respecter la cote minimum de 15 cm). Il conviendra alors de réaliser un acrotère ou une rehausse d'acrotère. Afin de limiter au maximum les ponts thermiques, l'isolant devra être retourné contre l'acrotère afin de rejoindre l'isolant en façade du mur extérieur (cf. schémas ci-contre : n° 1 : retour vertical et n° 2 : retour horizontal). Si des protections collectives de type garde-corps sont posées, il est important que celles-ci ne viennent pas dégrader l'étanchéité ou l'isolant posé.



Ce système permettra d'atteindre un $R > 6.5 \text{ m}^2\text{K/W}$.

La surface de toiture estimée est de 573.5 m^2 (97.5 pour le RDC et 476 pour R+1).

Nota : Cette solution est éligible aux CEE.

7.5 APE : Systèmes énergétiques

7.5.1 Remplacement des éclairages en tube fluorescents

Malgré une rénovation partielle de l'éclairage du site, certaines zones restent équipées d'éclairages fluorescents non performants.

Nous proposons donc de généraliser la mise en œuvre de luminaire LED sur l'ensemble des pièces non équipées. Nous estimons une puissance consommée LED de 6 W/m^2 .

Nous insistons sur l'importance d'un relamping LED pour réduire significativement les consommations électriques surfaciques d'éclairage. Le coût de ce relamping dépendra du type d'équipement installé et du mode de fonctionnement souhaité. Néanmoins ce coût est en partie absorbé dans les coûts de maintenance.

Nous proposons l'installation de systèmes DALI permettant la gradation automatique de l'intensité lumineuse en fonction de l'éclairement naturel dans l'ensemble des locaux présentant une source d'apport suffisante.



De plus nous recommandons d'équiper l'ensemble des circulations (ascenseurs compris) de systèmes de détection de présence pour la gestion de l'allumage et de l'extinction de l'éclairage.

La combinaison de ces différentes solutions techniques d'éclairage permettrait de réduire d'environ 70% les consommations électriques d'éclairage.

Nota : Cette solution est éligible aux CEE.

7.5.2 Calorifugeage des tubes frigorifiques extérieurs des PAC

Nous avons noté d'importantes dégradations du calorifugeage des tubes frigorifiques des PAC, notamment au niveau des unités extérieures. Ces défauts d'isolation génèrent des déperditions thermiques non négligeable et peuvent engendrer des dysfonctionnements du cycle thermodynamique des générateurs. Dans un volume chauffé, ils peuvent également s'accompagner de phénomènes de condensation importants pouvant entraîner des dommages collatéraux.

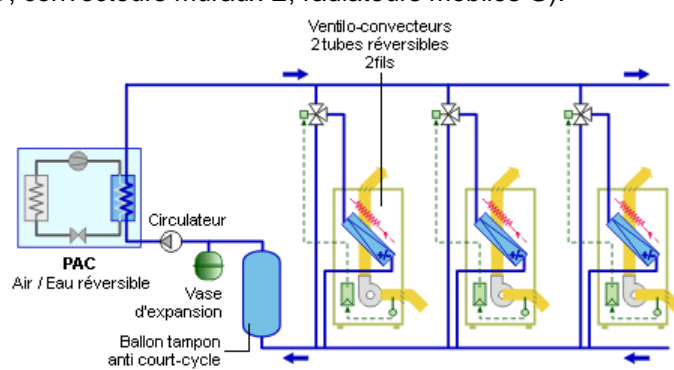
Nous suggérons donc la vérification de l'état du calorifuge sur l'ensemble des circuits frigorifiques et le remplacement des sections dégradés.

7.5.3 Remplacement de tous les systèmes par des PAC Air / Air

Nous préconisons dans le scénario 2 la fourniture et pose d'une (ou plusieurs) pompes à chaleur air/air réversible d'une puissance adaptée aux besoins thermique au moment de l'installation. Cet équipement permettra d'assurer le chauffage et le refroidissement de tout le bâtiment, et de chaque salle indépendamment.

Ces PAC seront installées sur la toiture terrasse du bâtiment, en lieu et place des anciennes PAC hors services. La distribution se fera via de nouveaux tubes installés en lieu et place de l'ancien réseau. L'émission sera assurée par des nouveaux ventilo-convecteurs 2 tubes en remplacement des équipements existants, intégrés aux faux plafonds.

Cette variante permettra le remplacement de tous les systèmes de chauffage actuels de type radiateur (Radiateurs à inertie D, convecteurs muraux E, radiateurs mobiles G).



Une étude de faisabilité pourra confirmer l'emplacement des systèmes et les précautions au niveau acoustique, structurel et thermique à prendre en compte pour son intégration.

Nous avons élaboré cette variante pour homogénéiser les systèmes de chauffage et refroidissement existants tout en assurant une performance accrue. Nous obtenons un gain énergétique de 50 % par rapport à l'état initial et un TRB de 12 ans. Cette solution sera d'autant plus intéressante au niveau énergétique et économique si le système est dimensionné en fonction des besoins énergétiques après amélioration de la performance globale de l'enveloppe.



7.5.4 Réparation des PAC Air / Air actuelles

Nous préconisons au maître d'ouvrage de se rapprocher de son exploitant pour chiffrer la réparation des pompes à chaleur actuelles, tout en conservant les radiateurs en place. D'après les caractéristiques techniques des PAC actuelles, leur réparation permettrait d'atteindre la température de consigne de chauffe, donc améliorer le confort, tout en maintenant un niveau de consommation convenable. Il n'est pas possible de comparer les consommations estimées à l'état actuel, car dans l'état actuel, les radiateurs ne permettent pas de chauffer correctement (voir 6.3). Toutefois, à température égale, la performance de ces PAC sera 2 à 3 fois meilleure que celle des radiateurs électriques actuels.

7.5.5 Ventilation du site

Nous suggérons la réalisation par l'exploitant d'un inventaire détaillé des équipements (type, marque, modèle, caractéristiques techniques et de fonctionnement) la production de plans et synoptiques du réseau avec contrôle des mesures aérauliques en fonctionnement.

Le rapport établi par l'exploitant Axima en novembre 2023 ne permet pas une vision détaillée des équipements.

Une des ventilations est hors service ce qui rend la ventilation du site sous-optimale (voir 3.6.3). Nous suggérons donc la réparation de ce système.

7.5.6 Installations de sondes CO₂ pour la gestion des débits de ventilations

Dans les bâtiments d'enseignement, le taux de CO₂ augmente rapidement du fait de la densité importante d'occupant. C'est un facteur de gêne, affectant la concentration des occupants. Or bien souvent les débits de ventilation classiques ne permettent pas un renouvellement d'air suffisant pour respecter des taux de CO₂ recommandés.

Nous suggérons l'installation de régulations sur sonde CO₂ de manière à limiter au maximum les débits de ventilation en faible occupation, et de les augmenter selon les besoins en période d'occupation. Ceci permettra de réduire les déperditions inutiles par renouvellement d'air et d'optimiser le confort lorsque nécessaire.

Attention toutefois, les économies d'énergies liées aux consommations des auxiliaires de ventilation sont difficilement estimables. D'un côté, les consommations seront réduites en inoccupation, de l'autre, elles seront augmentées lors de période d'examen.

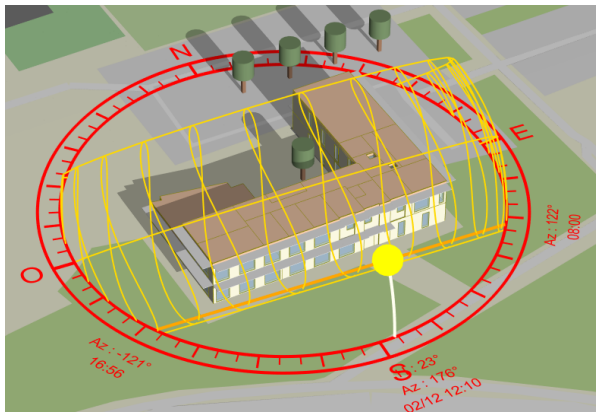
Cette préconisation doit être vue principalement comme une amélioration du confort et même de la performance des usagers.

7.5.7 Installation photovoltaïque sur toiture terrasse (ENR 1)

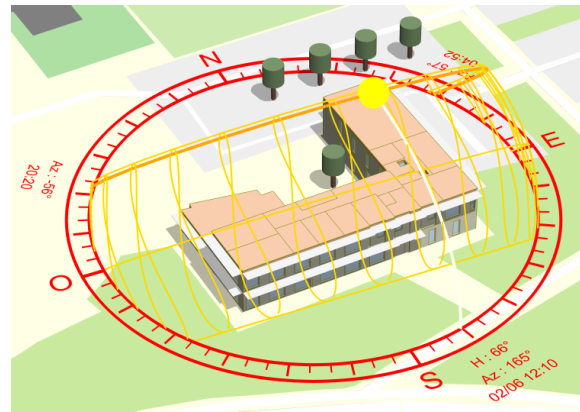
Avec une surface d'environ 500 m² de toiture terrasse disponible, sans masques importants sur toutes les orientations, le site présente un atout indéniable pour l'installation d'équipements photovoltaïques.

Ainsi nous préconisons l'installation de panneaux solaires photovoltaïque sur **70 % de la surface disponible soit environ 350 m²**. Une étude de faisabilité structurelle sera nécessaire pour confirmer l'implantation des équipements en toiture.

D'après les hypothèses formulées et détaillées en annexe III, nous suggérons l'installation de **124 modules PV*** avec une orientation de **-2°** et une inclinaison de **37°**, pour un total de **52 kWc**.



GISSEMENT SOLAIRE AU SOLSTICE D'HIVER A 12H



GISSEMENT SOLAIRE AU SOLSTICE D'ETE A 12H

***PANNEAU RETENU POUR L'ETUDE : DUALSUN FLASH 425 SHINGLE BLACK (VOIR ANNEXE III)**

Cette installation PV permettra d'assurer une **production annuelle moyenne de 61 000 kWh en autoconsommation et vente de surplus.**

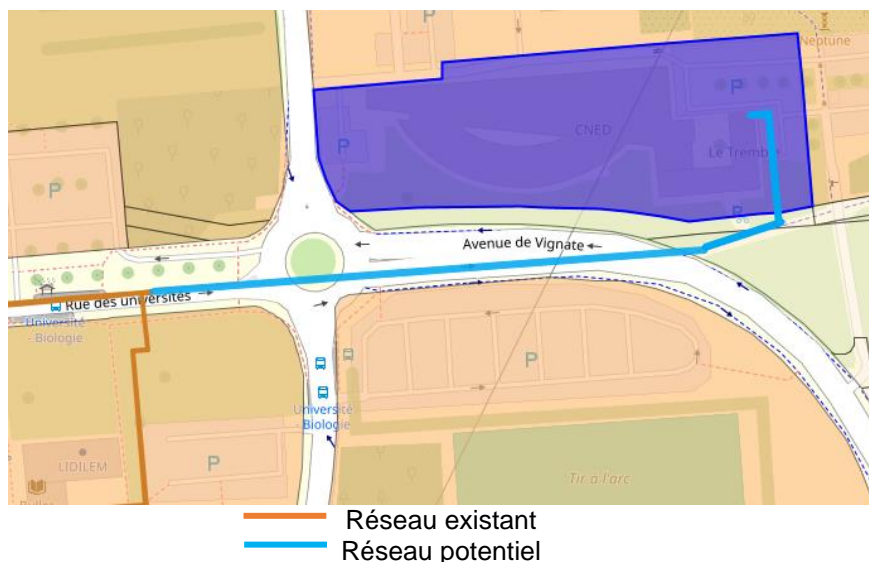
7.5.8 Analyse d'opportunité de raccordement au RCU

❖ Analyse de l'obligation de raccordement

Depuis 2018, les bâtiments situés dans le périmètre d'un réseau de chaleur doivent obligatoirement s'y raccorder s'ils souhaitent remplacer leur système de chauffage. Cela dit, cette obligation concerne uniquement les bâtiments suivants :

- Dans un rayon de 150m autour du RCU => Le Tremble se situe à 182m du point le plus proche
- Aux bâtiments existants faisant l'objet d'une rénovation globale, dont la surface est supérieure à 1000m² => Le Tremble a une surface inférieure à 1000m².

⇒ **Le bâtiment du Tremble n'est donc pas soumis à l'obligation de raccordement au RCU.**





❖ Analyse de l'intérêt d'un raccordement

D'après notre analyse, il n'est pas avantageux d'un point de vue économique et énergétique de raccorder le Tremble au RCU.

Pour bénéficier des aides financières au raccordement, un projet doit avoir une densité de chaleur livrée > 1 MWh/m de réseau

Pour le Tremble, les données sont les suivantes :

- Chaleur livrée = 83 MWh (moyenne des consommations des 3 dernières années connues/rendement d'échange de chaleur)
- Mètres linéaires de réseau à étendre = 263 m
- Densité de chaleur livrée du projet = 0.32 MWh/m

⇒ Le Tremble ne peut donc pas bénéficier d'aides financières de raccordement au réseau, ce qui rendrait le projet très difficile à rentabiliser.

De plus, l'usage de ce bâtiment est particulier. Du point de vue de l'occupation, il s'agit d'un bâtiment utilisé en moyenne 1 jour sur 2. D'autre part, en tant que centre d'examen, les salles sont réservées de manière aléatoire et indépendamment l'une de l'autre. Un chauffage rapide et réactif, indépendant pour chaque salle, telle qu'une pompe à chaleur, est idéal, ce qui n'est pas le cas d'un chauffage hydraulique.



8 CONCLUSION

À la suite de notre visite et de l'analyse des documents réceptionnés nous avons pu réaliser un état des lieux du site suffisamment fiable pour proposer des solutions à travers cet audit. Ainsi la performance globale des locaux tertiaires est moyenne au vu de la composition de l'enveloppe et mauvaise au vu des équipements en place.

A l'échelle du bâtiment, les consommations sont les suivantes :

Consommations de la dernière année connue 2022		88 kWh/m².an	GAIN EN COMPARAISON DE LA DERNIERE ANNEE CONNUE
Consommations de référence BATIMENT (*)		120 kWh/m².an	
2030	C relat 2030	72 kWh/m².an	+ 18 %
	C absolue 2030 théorique (**)	92 kWh/m².an	+ 3 %
2040	C relat 2040	60 kWh/m².an	+ 32 %
	C absolue 2040 (**)	Non connue	-
2050	C relat 2050	48 kWh/m².an	+ 45 %
	C absolue 2050 (**)	Non connue	-

(*) Consommation de référence BATIMENT reconstituée au travers des valeurs Cref définie pour chaque EFA

(**) Consommation C absolue 2030 estimée selon les activités de références proches.

Nous rappelons que le calcul des indicateurs Crelat et Cabsolue devra être actualisé lorsque les valeurs absolues des activités du site auront été publiées.

Un certain nombre de solutions d'amélioration énergétique ont été proposées et détaillées de manière à atteindre des réductions significatives des consommations.

Nous avons estimé les gains énergétiques des variantes proposées sur la base du retour d'expérience dans le domaine de l'audit énergétique avec simulation énergétique dynamique, et dans le cadre de projets de nature similaire. Ces analyses nous ont permis d'estimer les gains énergétiques, financiers, carbone et les coûts d'investissement liés à chacune des variante et scénarios proposés. Ceci, afin de fournir au maître d'ouvrage une base solide pour orienter sa stratégie de rénovation énergétique et respecter les objectifs du décret tertiaire.

Le scénario 1 traitant les variantes comportementales et des travaux à faible investissement, permettent de réduire les consommations de 14 MWh/an, soit 2 793 €/an économisé avec un temps de retour sur investissement de 10 ans.

Avec une consommation de 80 kWh/m²/an, ce scénario n'est pas suffisant pour atteindre l'objectif C relat .2030 de 72 kWh/m²/an.

Le scénario 2 qui traite une partie de l'enveloppe, le remplacement des systèmes de chauffage, et l'installation de panneaux solaires photovoltaïques, permet au bâtiment d'être à énergie positive : il produira plus d'énergie que ce qu'il consommera.

L'énergie consommée sera réduite de 27 MWh/an, pour une consommation totale de 64 kWh/m²/an.



Grâce à la production des panneaux en toiture, le bâtiment serait en mesure de produire un surplus d'environ 10 114 kWh/an, soit une économie financière d'autoconsommation de 9 714 € et un revenu financier de vente de surplus d'environ 787€/an. Ce scénario permet d'atteindre immédiatement les objectifs DEET 2050 pour ce bâtiment, avec un temps de retour sur investissement de 19 ans. Passé 19 ans, le bâtiment sera générateur net de revenus.

Point de vigilance : l'isolation de la toiture a été intégrée dans ce scénario, bien que ses gains en consommations d'énergie soient faibles. En effet une réfection de l'étanchéité de la toiture sera nécessaire dans les années à venir. A cette occasion, il sera judicieux d'ajouter une couche d'isolation neuve (voir 7.2.5) pour un faible surcoût. Ces travaux doivent impérativement être réalisés avant l'installation des panneaux solaires.

Enfin le **scénario 3** traitant l'ensemble des variantes du projet, permet d'augmenter légèrement le gain en énergie, avec une réduction de 34 MWh_{ef}/an par rapport aux dernières consommations connues. Ce scénario reste le plus performant et également celui apportant le plus de confort (thermique, qualité de l'air) aux usagers.

Avec une consommation de 56 kWh_{ef}/m²/an, le bâtiment produirait un surplus d'environ 16 897 kWh/an, soit une économie financière d'autoconsommation de 8 419 € et un revenu financier de vente de surplus d'environ 1 315€/an. Le temps de retour sur investissement de ce scénario s'élève à 35 ans.

On observe des TRB relativement faibles sur l'ensemble des scénarii proposés, par rapport aux projets similaires. L'installation de panneaux solaires photovoltaïque en toiture est la clé pour l'atteinte des objectifs DEET. C'est l'atout principal de ce site avec une grande proportion de toiture terrasse et sans masques proches. Pour aller plus loin et répondre aux exigences de la loi sur l'accélération des énergies renouvelables, le maître d'ouvrage devrait envisager d'équiper ses parkings d'ombrières photovoltaïques pour plus de gains.

Nous suggérons donc de viser à minima le scénario 2 qui traite seulement une partie de l'enveloppe et permet d'atteindre l'ensemble des objectifs DEET.



ANNEXE I – Hypothèses financières

❖ Tarif de valorisation CEE

Dans le cadre de cet audit, il est considéré un tarif de rachat CEE à **6 €/MWh_{cumac}**, tarif suggéré par l'ADEME au 03/05/2024.

Ce tarif de rachat reste soumis à l'évolution du marché et ne peut donc être garanti.

❖ Tarifs énergétiques

Les tarifs de consommations énergétiques considérés dans le cadre de cet audit sont les suivants :

Electricité

19.09 c€/kWh (tarification la plus récente issue des factures fournies)

Vente électricité photovoltaïque

7.78 c€/kWh (puissance installée inférieure à 100 kWc, *source CRE 2024*)



ANNEXE II – Précisions de l'application du Décret tertiaire

Spectre des objectifs DEET

L'objectif exprimé en valeur relative et celui exprimé en valeur absolue sont assignés à **l'entité fonctionnelle assujettie**.

Néanmoins, le propriétaire/copropriétaire est également assujetti au regard de la performance énergétique du bâtiment ou du local qu'il loue et des équipements dont il assure l'exploitation. Les obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie concernent autant les propriétaires que les preneurs à bail des bâtiments ou parties de bâtiment assujettis.

La Surface de référence :

Le principe réglementaire retenu dans le décret est de se référer à une référence de surface commune à toutes les activités. C'est pour cette raison qu'il est fait référence à la **surface de plancher** définie par l'article R111-22 du code de l'urbanisme. La Surface Utile Brute (SUB), couramment utilisée pour les activités de bureaux, est égale à la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) moins les éléments structuraux, les locaux techniques hors combles, les sous-sols et les parties communes non exclusivement réservées à l'usage d'un locataire ou d'un copropriétaire. Cette surface est proche de la surface de plancher et constitue donc une référence satisfaisante. Dans la mesure où la Surface de Plancher (SDP) serait connue par la suite, l'assujetti pourra modifier l'information correspondante. Cette précision vaut également pour tout changement de surface exploitée (réduction ou augmentation).

Consommations énergétiques Parking

En premier lieu, il convient de rappeler que les surfaces de plancher aménagées en vue du stationnement des véhicules ne sont pas prises en considération pour apprécier l'assujettissement aux dispositions du décret tertiaire. Mais dès lors que le bâtiment ou l'ensemble de bâtiments est assujetti, les surfaces des zones de stationnement des véhicules motorisés ou non sont prises en considération au niveau des consommations énergétiques.

Le cas des zones de stationnement closes et couvertes

Les consommations d'énergies liées notamment à l'éclairage, la ventilation et le désenfumage sont effectivement prises en considération. C'est pour cette raison qu'il est prévu au niveau de la segmentation des activités une catégorie "Stationnement" avec deux sous catégories :

- Zone de stationnement en infrastructure (en sous-sol avec ventilation mécanique) ;
- Zone de stationnement en superstructure (silo avec ventilation naturelle).

Le cas des zones de stationnement à l'air libre (parking non couvert)

Les zones de stationnement à l'air libre ne sont pas concernées par le dispositif par principe car elles ne relèvent pas du domaine bâtiminaire. Les seules consommations énergétiques qui peuvent être liées à ces zones de stationnement sont les consommations liées à l'éclairage ou aux IRVE. L'éclairage de ces zones de stationnement à l'air libre annexes à un bâtiment peut se faire de deux façons :

Soit à partir de projecteurs ou luminaires d'éclairage public (terme technique utilisé par la maîtrise d'œuvre) lorsque les espaces de stationnement sont contigus et proches du bâtiment. Dans ce cas, leur fonctionnement est lié à l'usage des bâtiments et la consommation énergétique correspondante est intégrée aux autres consommations



électriques (des solutions peuvent être mises en œuvre pour limiter leur impact : éclairage Leds, coupure par horloge).

Soit à partir d'un réseau de candélabres d'éclairage public (lampadaires) qui relèvent des installations électriques extérieures (NF C 17-200). En général, ces installations disposent d'une armoire de commande et d'un point de comptage spécifique. Si elles sont raccordées sur l'alimentation du bâtiment (NF C 15-100) elles doivent bénéficier d'un départ spécifique (NF C 17-200) sur lequel il est possible d'installer facilement un sous compteur.

La consommation d'énergie liée aux IRVE

Le texte législatif (dernier alinéa du I de l'article L. 174-1 du CCH) dispose que "La consommation d'énergie liée à la recharge de tout véhicule électrique et hybride rechargeable est déduite de la consommation énergétique du bâtiment et ne rentre pas dans la consommation de référence". La déduction de la consommation d'énergie liée aux IRVE ne sera prise en considération que sur la base d'un comptage. Aucune estimation théorique de la consommation d'énergie basée sur un nombre de borne de recharge, leur puissance et leur taux d'utilisation (avec coefficient de foisonnement) ne sera prise en considération. Pour être plus précis, il conviendra que cette consommation d'énergie soit liée soit à un point de livraison spécifique à l'IRVE (référence à un n° de PDL), soit un sous comptage. Dans la mesure où l'IRVE est raccordée au tableau général basse tension (TGBT) du bâtiment, ce départ est spécifique et il est possible d'avoir un sous comptage à partir de ce départ d'installation électrique.

Modulations des objectifs en fonction du volume d'activité.

La modulation en fonction du volume d'activité est effectuée automatiquement par la plateforme OPERAT sur la base du renseignement des indicateurs d'intensité d'usage et suivant les dispositions de l'article 10 de l'arrêté du 10 avril 2020.

Il est judicieux de caractériser les indicateurs d'intensité d'usage de la consommation énergétique de référence, lorsque l'assujetti s'oriente vers l'objectif en valeur relative et qu'il y a des évolutions notables au niveau des indicateurs d'intensités d'usage entre la situation correspondant à la consommation énergétique de référence et la situation existante (données annuelles). En l'absence d'informations sur les indicateurs d'intensité d'usage relatifs à la consommation énergétique de référence, ce seront les indicateurs étalons de(s) objectif(s) exprimé(s) en valeur absolue qui seront pris en compte. Ces indicateurs étalons ne reflètent pas nécessairement la configuration dans laquelle se trouvait l'entité fonctionnelle pour l'année de référence.

Le renseignement des indicateurs d'intensité d'usage peut utilement être effectué à chaque remontée de données de consommations énergétiques annuelles. Si l'assujetti constate une évolution notable (à la hausse comme à la baisse) de ses consommations, il conviendrait qu'il s'intéresse aux indicateurs d'intensité d'usage et vérifie s'il n'y a pas eu d'évolution de ces derniers : OPERAT constitue en ce sens un outil de capitalisation des données et de pilotage de l'activité.

Dès lors que les indicateurs d'intensité d'usage évoluent d'une année sur l'autre, il est conseillé aux assujettis de renseigner ces indicateurs (à la hausse comme à la baisse) afin que les objectifs soient adaptés à la configuration du volume d'activité rencontré et de vérifier qu'il n'y a pas d'écart notable en termes d'impact du volume d'activité sur les consommations énergétiques (justification auprès des Energy manager).

Il est rappelé que la consommation énergétique annuelle fait l'objet d'une attestation annuelle et de la notation Éco Énergie Tertiaire. Cette notation peut potentiellement être impactée lorsqu'il y a une variation du volume d'activité sur plusieurs années et que les indicateurs d'intensité d'usage n'ont pas été renseignés (à titre d'exemple : une baisse du volume d'activité



suivie d'une remontée de celui-ci l'année d'après pourra induire une baisse de la notation lorsque le volume d'activité sera plus élevé). Il convient de faire preuve de transparence afin de pouvoir également tirer des enseignements de l'impact du volume d'activité sur les consommations énergétiques afin de pouvoir corriger le cas échéant les formules de modulation des objectifs en fonction du volume d'activités (capitalisation des données 2020-2023).

Modulations des objectifs pour disproportions économiques.

La modulation pour disproportion économique ne concerne que les actions d'amélioration de l'efficacité énergétique et environnementale du bâtiment. Elle ne porte pas sur les équipements de process, car cela relève de la seule et unique compétence des responsables de l'exploitation des activités tertiaires concernées (absence d'immixtion du cadre réglementaire sur le modèle économique de l'activité tertiaire concernée).

La modulation des objectifs ne peut être invoquée que lorsque le temps de retour brut sur investissement du coût global d'un des trois leviers d'actions d'amélioration de la performance énergétique, déduction faite des aides financières, est supérieur à :

30 ans pour les actions de rénovations relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique et environnementale des bâtiments portant **sur l'enveloppe** ;

15 ans pour les travaux de renouvellement des équipements énergétiques du bâtiment (hors consommables) ;

10 ans pour la mise en place de système de contrôle et de gestion active des systèmes et équipements.

Il est précisé que « le calcul du temps de retour brut sur investissement de chacun des leviers d'actions est effectué indépendamment de l'engagement des autres leviers d'actions », notamment pour éviter tout accroissement « mécanique » du temps de retour brut sur investissement d'actions sur d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments sur l'enveloppe après avoir procédé à des actions portant sur une amélioration des modalités d'exploitation (investissement très limité).

Attention : les aides financières pour le calcul du TRB doivent être déduites du calcul

Un dossier technique doit être élaboré conformément aux dispositions prévues à l'article 7 de l'arrêté du 10 avril 2020 et **la modulation doit être déclarée 5 ans au maximum après la première échéance de remontée de consommations de chaque décennie**. La justification de modulation des objectifs est récapitulée dans un tableau de synthèse au format .csv (Cf. contenu défini en Annexe IV de l'arrêté) versé sur OPERAT.

NB important : le dossier technique est élaboré à un niveau fonctionnel pertinent (à l'échelle d'un bâtiment) et peut à ce titre concerner plusieurs assujettis.

ANNEXE III – Condition de l'étude photovoltaïque

❖ Données d'entrée du calcul

Surface d'un panneau : 2.81m²

Puissance crête panneau : 420 Wc

Surface disponible 18° : 350 m² (excluant les surfaces occupées par les équipements)

Nombre de panneaux : 124

Puissance totale installée : 52 kWc

❖ Panneaux PV retenue pour l'étude

DUALSUN
Créateur français de solutions solaires

Ce panneau photovoltaïque offre des performances fiables et un rendement optimisé, associés à une apparence ultra Black élégante particulièrement adaptée aux projets d'autoconsommation photovoltaïques comme hybrides.

FLASH[®] 425 Shingle Black

PERFORMANCES OPTIMISÉES
Cellules monocristallines à hautes performances
Verre anti-reflet garantissant une haute performance même en cas de lumière diffuse

GARANTIES
25 ans de garantie produit
+5 ans d'extension à l'activation des garanties*
Garanties de performance sur le rendement photovoltaïque de 30 ans
* Conditions d'activation des garanties sur dualsun.com

ESTHÉTIQUE & FACILE À INSTALLER
Design élégant et attractif
Tenue mécanique jusqu'à 5400 Pa
Compatible avec tous systèmes de pose en toiture

QUALITÉ & SÉCURITÉ
Excellente résistance à la grêle
Certification selon les normes IEC
Test de corrosion au brouillard salin - Norme IEC
IEC 61215 & 61730 v144 TNC 3C 400749 - 21891542
IEC 61713 (brouillard salin) v144 TNC 3C 100749 - 21429245
IEC 62716 (brouillard salin) v144 TNC 3C 400749 - 21891542

FIABILITÉ ET COMPÉTITIVITÉ
Le panneau photovoltaïque DualSun FLASH[®] est fabriqué selon un cahier des charges très strict, et chaque lot de production est systématiquement audité par un bureau de contrôle tiers spécialisé.

Module d'ingénierie française
Cellules photovoltaïques laminées en Asie pour une chaîne de valeur optimisée
Audit systématique des productions par bureau de contrôle tiers

PANNEAU IDÉAL POUR UNE TOITURE :
RÉSIDENTIELLE
COMMERCIALE

soren Panneau recyclable

❖ Résultats de l'étude

Performance du système PV couplé au réseau

PVGIS-5 données de production solaire énergétique estimées:

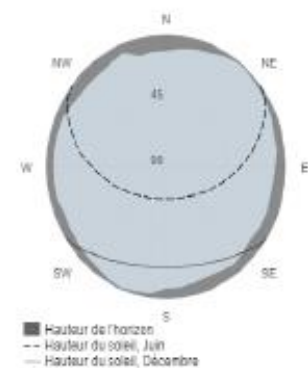
Entrées fournies:

Latitude/Longitude: 45.192,5.778
Horizon: Calculé
Base de données: PVGIS-SARAH2
Technologie PV: Silicium cristallin
PV installée: 52 kWp
Pertes du système: 14 %

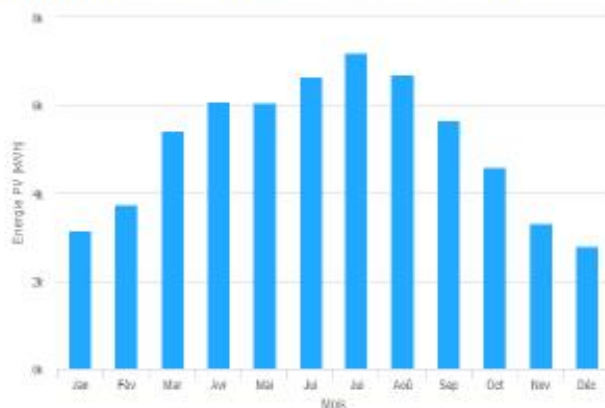
Résultats de la simulation

Angle d'inclinaison: 37 (opt) °
Angle d'azimut: -2 (opt) °
Production annuelle PV: **61353 kWh**
Irradiation annuelle: 1582 kWh/m²
Variabilité interannuelle: 3250.02 kWh
Changements de la production à cause de:
Angle d'incidence: -2.71 %
Effets spectraux: 1.38 %
Température et irradiance faible: -12.08 %
Pertes totales: -25.42 %

Ligne d'horizon à l'emplacement choisi:



Production énergétique mensuelle du système PV fixe:



Irradiation mensuelle sur plan fixe:



Énergie PV et irradiation solaire mensuelle

Mois	E_m	H(i)_m	SD_m
Janvier	3130.0	74.2	368.3
Février	3733.2	90.5	915.2
Mars	5414.1	135.6	890.7
Avril	6078.4	157.2	884.7
Mai	6065.4	158.0	783.8
Juin	6656.4	177.1	633.0
Juillet	7202.6	195.6	743.5
Août	6705.1	180.9	470.7
Septembre	5669.3	148.7	474.2
Octobre	4581.1	115.9	773.8
Novembre	3326.4	81.3	687.1
Décembre	2791.0	67.0	992.0

E_m: Production électrique moyenne mensuelle du système défini [kWh].
H(i)_m: Montant total mensuel moyen de l'irradiation globale reçue par mètre carré sur les panneaux du système défini [kWh/m²].
SD_m: Déviation standard de la production électrique mensuelle à cause de la variation interannuelle [kWh].

Source : https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/