

Date : 14/10/2020

Reference dossier : Greenation_rapport_Audit_énergétique_Résidence_Hermitage_Saint-Denis_01A

Rapport Audit Énergétique

Résidence Universitaire L'HERMITAGE

Place du 8 mai 1945
93200 Saint-Denis



Interlocuteur Greenation

Vincent VANEL

Tél: 06 04 65 04 37

vincent.vanel@greenation.fr

Approbation

| | | |
|--|--|---------------|
| Rédacteurs : Leïla ATHAMAR | Vérificateur : Emilie FESSLER | Approbateur : |
| Date : 14/10/2020 | Date : 14/10/2020 | Date : |
| Signature :  | Signature :  | Signature : |

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCTION | 4 |
| 1.1. Objectifs de l'audit | 4 |
| 1.1.1. Contexte de l'étude et objectifs poursuivis..... | 4 |
| 1.1.2. Contenu du rapport..... | 5 |
| 1.1.4. Définition du cadre réglementaire..... | 6 |
| 1.1.5. Normes applicables | 6 |
| 2. SYNTHESE DES SCENARIOS DE RENOVATION | 8 |
| 3. ETAT DES LIEUX ENERGETIQUE ET TECHNIQUE | 9 |
| 3.1. Données générales du site | 9 |
| 3.1.1. Données relatives à la résidence | 9 |
| 3.1.2. Données météorologiques et ombrages | 11 |
| 3.2. Enquête et rencontres des occupants..... | 12 |
| 3.2.1. Visites sur places..... | 12 |
| 3.2.2. Relevés de température et d'hygrométrie..... | 12 |
| 3.2.3. Conditions météorologiques | 12 |
| 3.2.4. Analyse des équipements | 14 |
| 3.3. Examen énergétique du bâtiment | 15 |
| 3.3.1. Description de la construction | 15 |
| 3.3.2. Description de l'enveloppe du bâtiment..... | 16 |
| 3.3.3. Description du système de ventilation | 22 |
| 3.3.4. Eclairage | 24 |
| 3.3.5. Ascenseurs..... | 25 |
| 3.3.6. Autres équipements techniques..... | 25 |
| 3.4. Examen et description des installations thermiques | 27 |
| 3.4.1. Equipements collectifs – Chauffage et Eau Chaude Sanitaire | 27 |
| 3.5. Examen des points influençant sur le confort d'été | 34 |
| 3.5.1. Concernant le bâtiment | 34 |
| 3.5.2. Concernant le renouvellement d'air..... | 34 |
| 3.5.3. Concernant le rafraichissement | 34 |
| 4. ANALYSE DES DONNEES | 35 |
| 4.1. Présentation du potentiel réglementaire de rénovation énergétique | 35 |
| 4.2. Consommations réelles VS consommations théoriques | 37 |
| 4.3. Calcul des déperditions..... | 38 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.3.1. | Déperditions liées à l'enveloppe | 38 |
| 4.4. | Calcul des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) | 41 |
| 4.5. | Fiche d'identité énergétique du bâtiment..... | 42 |
| 5. | DESCRIPTION DES PRECONISATIONS ET DES SCENARIOS | 43 |
| 5.1. | Améliorations sur l'enveloppe du bâtiment..... | 43 |
| 5.1.1. | Isolation thermique extérieure de toutes les façades et pignons..... | 43 |
| 5.1.2. | Isolation thermique de la toiture terrasse | 45 |
| 5.1.3. | Remplacement des menuiseries..... | 46 |
| 5.2. | Améliorations sur les équipements techniques | 47 |
| 5.2.1. | Travaux chaufferie et réseaux..... | 47 |
| 5.2.2. | Mise en place de robinets thermostatiques | 47 |
| 5.2.3. | Equilibrage du réseau | 49 |
| 5.2.4. | Entretien de la ventilation | 51 |
| 5.2.5. | Installation de systèmes hydro-économes sur les points d'ECS..... | 51 |
| 5.2.6. | Remplacement des points d'éclairage | 52 |
| 5.2.7. | Amélioration des autres équipements techniques | 52 |
| 5.3. | Pilotage des équipements et usage | 53 |
| 5.4. | Aides financières | 55 |
| 5.4.1. | Certificats d'Economies d'Energie (CEE) | 55 |
| 5.5. | Tableau de synthèse des différentes préconisations | 56 |
| 5.6. | Description des différents scénarios..... | 57 |
| 5.6.1. | Scénario n°1..... | 58 |
| 5.6.2. | Scénario n°2..... | 60 |
| 5.6.3. | Scénario n°3..... | 62 |
| 5.6.4. | Scénario n°4..... | 64 |
| 5.6.5. | Tableau de synthèse des différents scénarios | 66 |
| 6. | CONCLUSION DE L'AUDIT | 67 |
| 7. | ANNEXE 1 : DEMARCHE HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE | 68 |
| 7.1. | Gestion de l'eau..... | 68 |
| 7.2. | Qualité air intérieur..... | 68 |
| 7.3. | Gestion du confort été | 69 |
| 7.4. | Etanchéité à l'air | 70 |
| 8. | ANNEXE 2 : Glossaire pédagogique | 72 |

1. INTRODUCTION

1.1. Objectifs de l'audit

1.1.1. Contexte de l'étude et objectifs poursuivis

Ce document constitue le rapport final de l'audit énergétique de la résidence située **place du 8 mai 1945 à Saint-Denis (95880)**, département du **Seine-Saint-Denis** en région **Île de France**. Il reprend les éléments de la synthèse envoyée le 2 octobre 2020 et comprend également les préconisations sur les différents équipements de la résidence.

Ce document comprend notamment :

- Une synthèse des préconisations et programme de travaux,
- Les éléments financiers de chaque proposition,

La visite principale a été effectuée le **23 septembre 2020**.

L'audit s'établit principalement sur les relevés suivants :

- caractéristiques constructives du bâtiment : plans, modes constructifs, qualité des matériaux et composants
- systèmes techniques qui le composent : chauffage, ECS, ventilation, éclairage, auxiliaires
- utilisation propre : fréquentation, type activités pratiquées, plannings

L'intervention de Greenation s'est déroulée selon une méthodologie en **4 étapes** :

ETAPE N°1

- Collecte des données du site
- Audit de l'existant (contrats, charges, lots techniques, enquêtes d'usage,...)

ETAPE N°2

- Modélisation et analyse énergétique par simulation thermique statique

ETAPE N°3

- Scénarios d'améliorations par simulation thermique statique

ETAPE N°4

- Rédaction du rapport et restitution des résultats

Décomposition des étapes de travail

1.1.2. Contenu du rapport

La présente étude comprend 2 parties.

La première partie s'adresse en priorité aux « techniciens ».

Elle comprend la description et l'analyse de l'existant:

- Références météorologiques,
- Le bâti, avec le calcul détaillé des déperditions,
- Les différents fluides (électricité, gaz, eau et vapeur),
- La détermination théorique des besoins

La deuxième partie s'adresse davantage aux « décideurs ».

Elle concerne la recherche des moyens à mettre en œuvre pour améliorer l'existant en proposant des scénarios d'interventions :

- Amélioration sur le bâti,
- Amélioration sur les équipements,
- Impacts thermiques et économiques des mesures d'amélioration proposées.

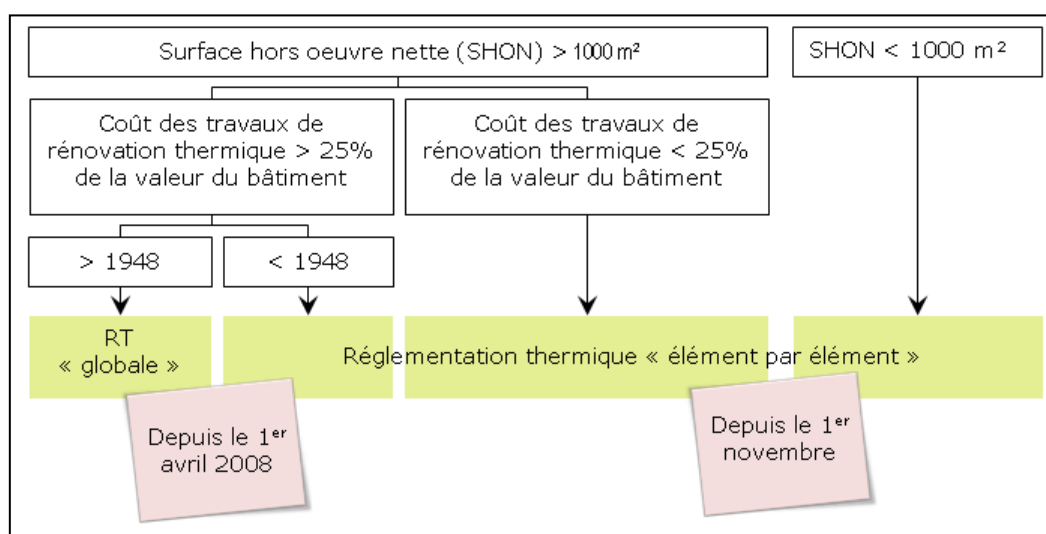
Enfin, une synthèse regroupe l'ensemble des mesures d'amélioration proposées.

1.1.4. Définition du cadre réglementaire

Nous devons tout d'abord définir à quelle réglementation nous sommes soumis.

Etant donné qu'il s'agit de la rénovation d'un bâtiment existant, nous sommes soumis à la Réglementation Thermique des bâtiments existant (RTexistant ou RTex), mais deux approches différentes existent au sein de cette même réglementation. L'approche dite "globale", ou il faut répondre à un niveau de performance globale ainsi qu'à un niveau de performance pour chaque matériel rénové et l'approche "éléments par éléments" ou seul le niveau de performance des matériels rénovés est à atteindre.

La réglementation à suivre est définie comme suit :



Choix de la réglementation thermique applicable

Dans notre cas, la SHON est supérieure à **1 000 m² (SHON = 5 444 m²)**, il nous faut donc savoir si le coût des travaux dépassera ou non 25% de la valeur de l'immeuble.

La valeur à utiliser pour le calcul est 1 603 € HT/m² SHON (valeur révisée au 1er janvier 2019, source : rt-bâtiments.fr).

La valeur de la résidence à prendre en compte pour le calcul est donc :

| Définition de la RT applicable | |
|--|-----------|
| SHON [m ²] | 5 444 |
| Prix du m ² SHON par RT Bâtiment (2019) [€/m ²] | 1 603 |
| Valeur totale estimée du bâtiment [€] | 8 726 924 |
| 1/4 de la valeur totale du bâtiment [€] | 2 181 731 |
| Coût maximal des travaux | 910 086 |

Le coût des travaux préconisés étant toujours inférieur à **2 181 731 €**, nous sommes donc soumis à la réglementation thermique existant "élément par élément", nous devons uniquement répondre à des critères de performance des matériels rénovés.

1.1.5. Normes applicables

ISO 6946 : 2007 – Décembre 2007

Composants et parois de bâtiments – Résistance thermique et coefficient de transmission thermique – Méthode de calcul

ISO 13789 : 2007 – Décembre 2007

Performance thermique des bâtiments – Coefficient de transfert thermique par transmission et par renouvellement d'air – Méthode de calcul

ISO 13790 : 2008 – Mars 2008

Performance thermique des bâtiments – Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux

ISO 10211 : 2007 – Décembre 2007

Ponts thermiques dans les bâtiments – Flux thermiques et températures superficielles – Calculs détaillés

NF EN 15217 – Mars 2008

Performance énergétique des bâtiments – Méthodes d'expression de la performance énergétique et de certification énergétique des bâtiments

NF EN ISO 13786 – Juillet 2008

Performance thermique des composants de bâtiments – Caractéristiques thermiques dynamiques – Méthodes de calcul

NF EN 16247 Audits énergétiques

2. SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS DE RENOVATION

Tableau des préconisations

| | Bâtiment initial | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 4 |
|--|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Façade Est et Ouest | | | | | |
| Pas d'isolation | X | | | | |
| Isolation Thermique Extérieure façades | | X | X | X | X |
| Pignons Nord et Sud | | | | | |
| Pas d'isolation | X | | | | |
| Isolation Thermique Extérieure pignon | | X | X | X | X |
| Toiture terrasse | | | | | |
| Légère isolation | X | X | X | | |
| Isolation thermique Extérieure complète | | | | X | X |
| Menuiseries | | | | | |
| Double vitrage de plus 15 ans | X | X | | | |
| Remplacement menuiseries | | | X | X | X |
| Robinets Thermostatiques | | | | | |
| Absence de robinets thermostatiques dans les espaces communs | X | X | X | X | |
| Installation de robinets thermostatiques | | | | | X |
| Consommation CEP (kWhep/m².an) | 98,5 | 61,1 | 55,7 | 52,9 | 52,2 |
| Réduction des consommations EP | - | -38% | -43% | -46% | -47% |
| Classe énergétique | C | B | B | B | B |
| Emission de GES (kgeqCO²/m².an) | 29,66 | 17,25 | 15,22 | 14,29 | 14,05 |
| Réduction des émissions | - | -42% | -49% | -52% | -53% |
| Classe d'émission de GES | D | C | C | C | C |
| Investissement [€HT] | - | 635 028 | 854 136 | 906 336 | 910 086 |
| Investissement [€HT/m²] | - | 117 | 157 | 166 | 167 |
| Consommations [€/an] | 41 344 | 25 098 | 22 774 | 21 582 | 21 269 |
| Economies [€/an] | - | 16 246 | 18 569 | 19 762 | 20 075 |
| Economies [€/m².an] | - | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Temps de retour brut [an] | - | 39,1 | 46,0 | 45,9 | 45,3 |
| Temps de retour actualisé - 5% [an] | - | 21,7 | 23,9 | 23,8 | 23,7 |
| TRA (5%) avec CEEs | - | 20,0 | 22,2 | 22,1 | 22,0 |

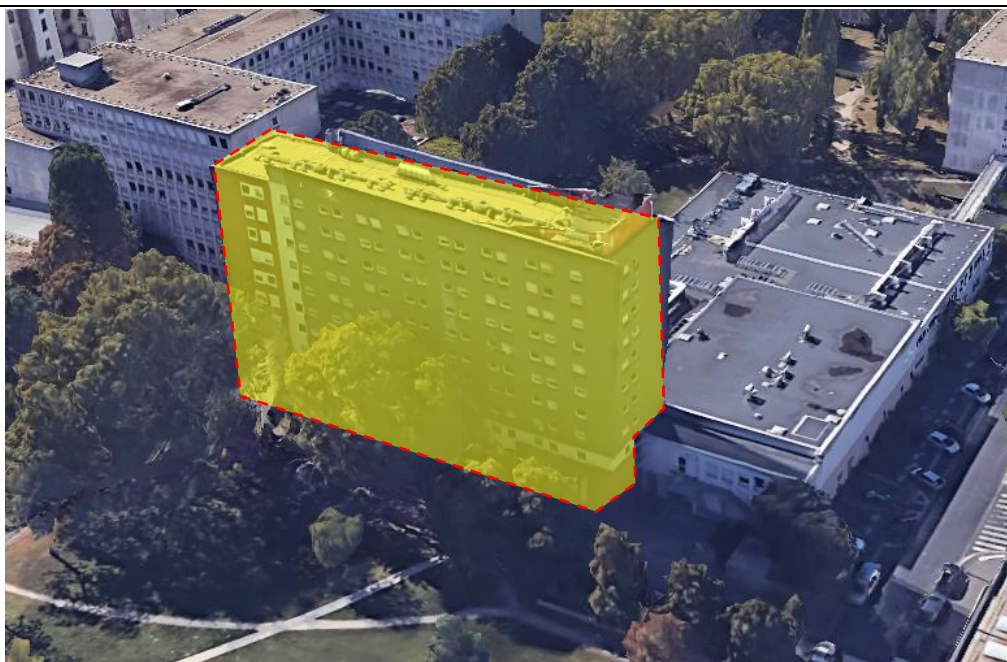
3. ETAT DES LIEUX ENERGETIQUE ET TECHNIQUE

Cette partie a pour objet de dresser un bilan des caractéristiques thermiques mais également technique du bâtiment. Il sera donc question de s'intéresser aux matériaux qui composent l'enveloppe du bâtiment et qui sont sources de déperditions de chaleurs mais également aux éléments techniques de celui-ci (chauffage, eau chaude sanitaire, etc.). Cette étude prendra contexte dans son environnement actuel en fonction des données météorologiques et de sa situation géographique.

3.1. Données générales du site

3.1.1. Données relatives à la résidence

La résidence est composée d'un seul bâtiment, d'une entrée principale et deux cages d'escalier. Il s'élève sur 10 étages.



Vue aérienne de l'ensemble de la copropriété

3.1.1.1. Type d'activité

La résidence est un immeuble à usage principale d'habitation avec 310 studios.

Au rez-de-chaussée, des bureaux sont présents.

3.1.1.2. Surfaces associées aux activités

La surface habitable (**SHAB**) totale du bâtiment est de **3 253 m²**.

De plus, la surface dite **SRT** (Surface Hors Œuvre Nette Réglementation Thermique) est de **5 444 m²**, qui comprend en plus de la surface habitable l'épaisseur des murs. C'est cette surface qui sera utilisée pour tous les calculs thermiques qui feront suite.

3.1.1.3. Coordonnées cadastrales

Les coordonnées cadastrales où se trouve la résidence sont :

Feuille 000 V 01 - Commune : SAINT DENIS (93)



3.1.2. Données météorologiques et ombrages

3.1.2.1. Données climatiques moyennes

L'ensemble des données suivantes proviennent du site internet : www.infoclimat.fr.

| DONNEES METEOROLOGIQUES | |
|-------------------------------------|------------|
| Station de référence | Le Bourget |
| Zone Climatique | H1a |
| Température extérieure de base [°C] | -7,00 °C |

Relevés moyens climatologiques de la station Paris-Montsouris

3.1.2.2. Ombrage

Façade Est légèrement ombragée par de la végétation



Les autres façades ne présentent pas d'ombrage particulier.

3.2. Enquête et rencontres des occupants

3.2.1. Visites sur places

La visite des locaux par notre équipe a eu lieu le **mercredi 23 septembre 2020 après-midi**.

Les parties communes telles que les circulations, cages d'escalier, locaux techniques et la toiture terrasse ont été visité, ainsi que 3 studios (1 studio PMR au RDC et deux studios classique au R+5).

3.2.2. Relevés de température et d'hygrométrie

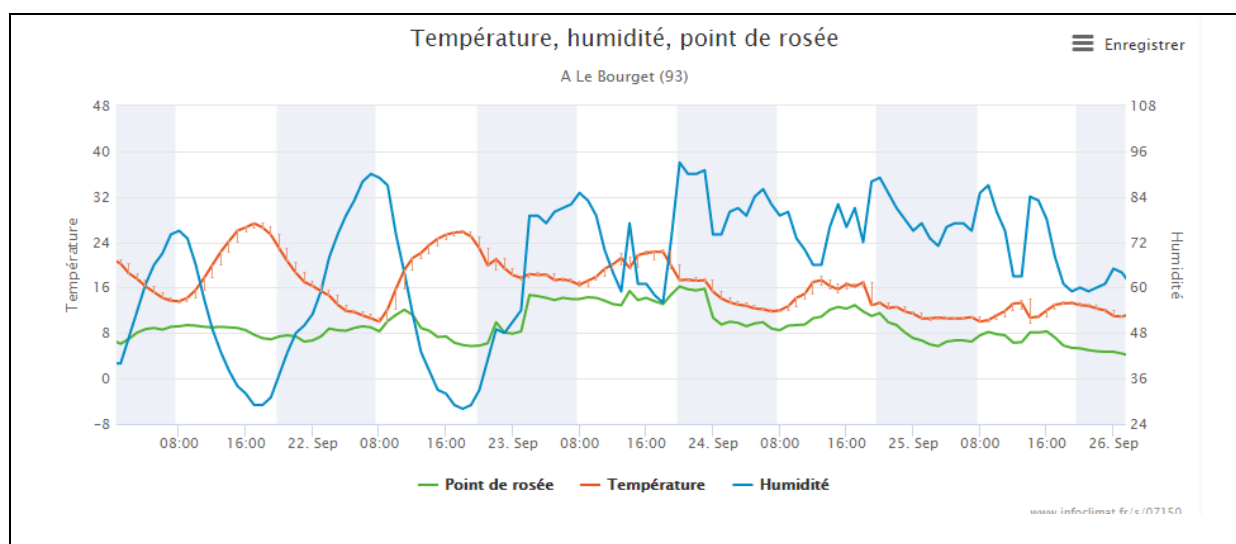
Lors de la visite, des relevés de température et d'hygrométrie ont été réalisés dans le bâtiment.

| Ordre de Passage | Etage | Température intérieure [°C] | Hygrométrie intérieure [%] |
|------------------|-------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | R+2 | 25,0 | 53,0 |
| 2 | R+1 | 25,7 | 59,0 |
| Moyenne | | 25,4 | 56,0 |

3.2.3. Conditions météorologiques

Les visites se sont déroulées entre 14h et 17h30.

Les conditions météorologiques durant les visites étaient les suivantes :

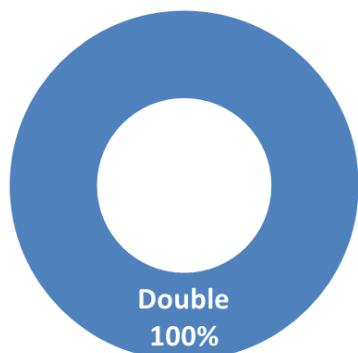




3.2.4. Analyse des équipements

3.2.4.1. Menuiseries

Double vitrage/simple vitrage

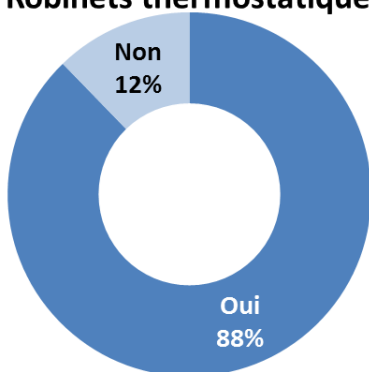


Les résultats de cette partie s'intéressent aux types de menuiseries, vitrages et occultations des éléments présents.

Ainsi, nous avons codé dans notre logiciel 100% de double vitrage PVC.

3.2.4.2. Régulation

Robinets thermostatiques



Les parties privatives possèdent des robinets thermostatiques sur leur radiateur. Aucun système de régulation terminale n'est présent dans les pièces communes.

Ainsi, nous avons estimé que 88% de l'espace chauffé l'était avec régulation.

3.3. Examen énergétique du bâtiment

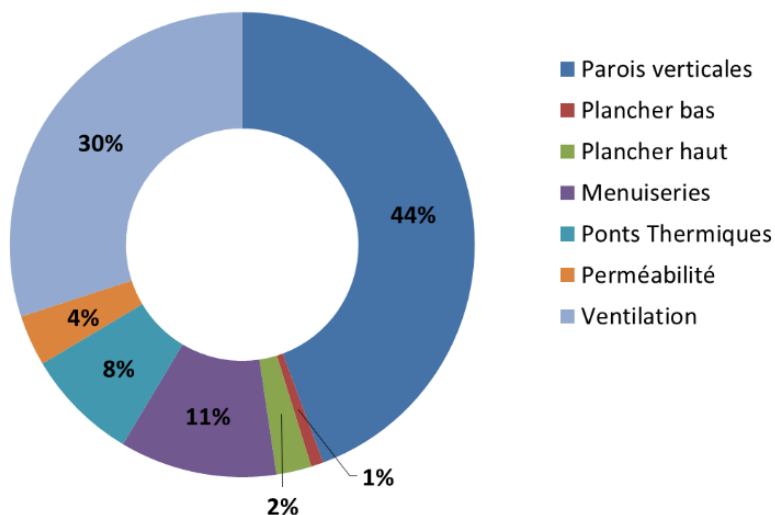
3.3.1. Description de la construction

Le bâtiment ne comporte aucune d'isolation thermique sur les parois.

Actuellement les trois postes majeurs de déperditions thermiques du bâtiment sont :

- les **parois verticales** qui représentent **44% des déperditions** totales du bâtiment.
- la **ventilation** qui représente **30% des déperditions** totales du bâtiment.
- les **menuiseries** qui représentent **11% des déperditions** totales du bâtiment.

Déperditions par poste - Etat Existant



Ces trois postes sont les éléments majeurs sur lesquels nous allons devoir agir afin de proposer des améliorations susceptibles de faire chuter ces déperditions.

Le coefficient U_{BAT} (coefficient moyen de déperditions thermiques) du bâtiment est de 1.812 $W/m^2 \cdot ^\circ K$.

3.3.2. Description de l'enveloppe du bâtiment

La partie qui suit détaille tous les éléments déperditifs de l'enveloppe du bâtiment, à savoir les parois verticales, horizontales, menuiseries et ponts thermiques (déperditions de chaleur linéiques au niveau des jonctions entre les éléments de construction).

3.3.2.1. Parois opaques verticales

Le tableau qui suit détaille l'ensemble des parois déperditives verticales qui ont été prises en compte pour la réalisation de la simulation thermique. Nous avons détaillées les parois en fonction de leur parement.

| Détail des parois | Surface | U | Déperditions | % |
|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|
| Parois verticales | 2 335 m² | 2,50 W/m².K | 120 433 W | 44,3% |
| Paroi_Pignon_Parement_Nord_Exist | 126,9 m ² | 2,24 W/m ² .K | 6 346 W | 2,3% |
| Paroi_Façade_Parement_Ouest_Exist | 737,1 m ² | 2,27 W/m ² .K | 37 513 W | 13,8% |
| Paroi_Façade_Enduit_Ouest_Exist | 70,4 m ² | 2,85 W/m ² .K | 5 212 W | 1,9% |
| Paroi_Pignon_Sud_Exist | 121,4 m ² | 2,28 W/m ² .K | 6 199 W | 2,3% |
| Paroi_Façade_Parement_Est_Exist | 949,9 m ² | 2,27 W/m ² .K | 48 462 W | 17,8% |
| Paroi_Façade_Enduit_Est_Exist | 103,8 m ² | 2,86 W/m ² .K | 7 713 W | 2,8% |
| Paroi_sur_LNC_Exist | 218,6 m ² | 2,34 W/m ² .K | 8 444 W | 3,1% |
| Paroi_Pignon_Enduit_Nord_Exist | 7,3 m ² | 2,87 W/m ² .K | 544 W | 0,2% |

Détails des parois verticales

Photos vue extérieure



Façade Est

Revêtement type bardage acier

Enduit extérieur

Revêtement brique



Façade Ouest



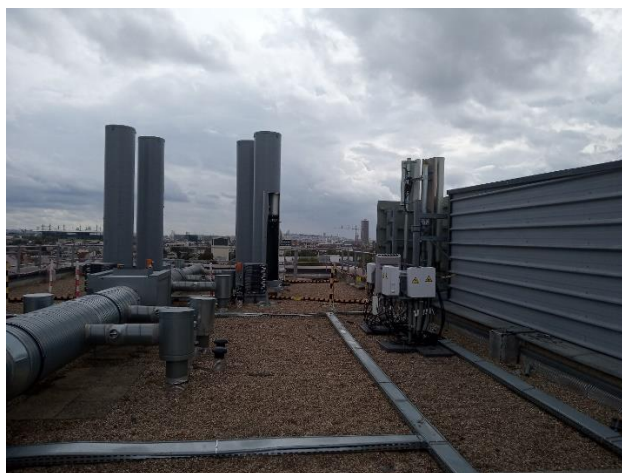
Pignon Nord (photo gauche) et Pignon Sud (photo droite)

3.3.2.2. Parois opaques horizontales

Le tableau qui suit détaille l'ensemble des parois déperditives horizontales qui ont été prises en compte pour la réalisation de l'étude thermique. On distingue principalement deux types de parois horizontales : les plancher bas sur sous-sol et sur vide sanitaire et les planchers hauts sur extérieur (toiture terrasse). D'après les informations transmises, une isolation légère a été mise place sur le plancher haut de la résidence.

| Détail des parois | Surface | U | Déperditions | % |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Plancher bas | 434 m² | 0,24 W/m².K | 2 331 W | 0,9% |
| Plancher_bas_vide-sannitaire_Exist | 313,9 m ² | 0,17 W/m ² .K | 1 381 W | 0,5% |
| Plancher_bas_sur_caves_Exist | 119,7 m ² | 0,31 W/m ² .K | 950 W | 0,3% |
| Plancher haut | 410 m² | 0,62 W/m².K | 6 663 W | 2,5% |
| Plancher_haut_Exist | 410,2 m ² | 0,62 W/m ² .K | 6 663 W | 2,5% |

Détails des parois horizontales



Toiture terrasse



Planchers hauts du sous-sol : sur locaux (photo gauche), sur vide-sannitaire (photo droite)

3.3.2.3. Menuiseries et occultations

Le tableau suivant regroupe la totalité des différentes menuiseries de l'immeuble

| Détail des menuiseries | | Dimensions | | U | | Déperditions | | % |
|--------------------------------|--------|--------------------|----------------|--------------------------|---------------------|--------------|---|-------|
| Composant | Nombre | | | | | | | |
| Fenêtre_PVC_DV_Existant | 364 | 548 | m ² | 2,00 | W/m ² .K | 28 484 | W | 10,5% |
| Porte_métal_Existant | 3 | 12 | m ² | 4,00 | W/m ² .K | 1 197 | W | 0,4% |
| Total Déperditions Menuiseries | | 559 m ² | | 0,38 W/m ² .K | | 29 681 W | | 10,9% |

Détails des menuiseries

Au niveau des occultations, les menuiseries sont dotées d'occultations par volets roulant PVC

Les photographies ci-dessous montrent différents types de menuiseries.

Menuiseries – Vues intérieures



Fenêtres en PVC



Entrée d'air et volet roulant

Menuiseries – Vues extérieures



3.3.2.4. Ponts thermiques

Dans le tableau suivant, sont répertoriées les liaisons horizontales et verticales principales des ponts thermiques recensés dans cette étude.

A savoir :

Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment présente une variation de résistance thermique. Il s'agit d'un point de la construction où la barrière isolante est rompue.

Il existe trois principaux types de ponts thermiques :

- Les ponts thermiques linéaires, liés à la jonction de deux parois. Par exemple, la jonction entre plancher et mur extérieur et entre mur extérieur et mur de refend.
- Les ponts thermiques ponctuels, liés à la jonction de trois parois. Par exemple, un angle entre un plancher et deux murs.
- Les ponts thermiques structurels, liés à la technique de mise en œuvre d'un isolant. En effet, une paroi étant constituée de plusieurs éléments assemblés entre eux par collage, vissage ou assemblage mécanique, la mise au point de cet assemblage peut être à l'origine d'un pont thermique.

| Détail des ponts thermiques | Longueur | U | Déperditions | % |
|--|----------------|-------------------|-----------------|-------------|
| Composant | | | | |
| Ponts thermiques horizontaux | 1 203 m | 0,51 W/m.K | 16 715 W | 6,2% |
| PTH_bas_Exist | 132 m | 0,31 W/m.K | 1 072 W | 0,4% |
| PTH_intermédiaire_Exist | 971 m | 0,55 W/m.K | 13 891 W | 5,1% |
| PTH_haut_exist | 99 m | 0,68 W/m.K | 1 752 W | 0,6% |
| Ponts thermiques verticaux | 343 m | 0,37 W/m.K | 4 685 W | 1,7% |
| PTV_refend_exist | 288 m | 0,60 W/m.K | 4 485 W | 1,7% |
| PTV_sortant_exist | 55 m | 0,14 W/m.K | 200 W | 0,1% |
| Total Déperditions Ponts thermiques | | | 21 400 W | 7,9% |

Détails des ponts thermiques verticaux et horizontaux

3.3.2.5. Principe du point de rosée & Problème d'humidité

Contexte et apparition

À l'origine de la formation de condensation, le point de rosée est un processus complètement naturel qui peut pourtant avoir un impact considérable sur l'intégrité d'une maison ou d'un appartement et sur la santé de ses habitants.

L'apparition du point de rosée dépend de trois facteurs :

- La température de surface intérieure de la paroi
- La température ambiante du local
- Le taux d'humidité ambiante du local

Désordres

Lorsque le taux d'humidité arrive à saturation, la vapeur d'eau se liquéfie et se dépose, notamment sur les surfaces les plus froides comme les fenêtres, les portes, les murs les plus froids (ou les moins bien isolés).

Les ponts thermiques sont des zones où vont se concentrer les pathologies : l'air intérieur, chaud et chargé en humidité, va entrer en contact de ces parois froides et l'humidité relative au voisinage de ces points va donc être très élevée, ce qui provoque l'apparition de moisissures si le point de rosée est « atteint » trop longtemps ou trop souvent.

L'humidité de surface n'a alors pas le temps de sécher, et créer un terrain favorable au développement des champignons.

Solution

Le premier réflexe nécessaire à adopter consiste à aérer régulièrement les locaux afin de renouveler l'air et donc diminuer le taux d'humidité dans l'air intérieur.

La ventilation mécanique doit être conçue pour fournir un débit d'air satisfaisant au confort et à la santé des usagers mais aussi au bon fonctionnement du bâtiment.

Il peut également être envisagé pour « s'éloigner » du point de rosée d'isoler la paroi pour augmenter la température de surface intérieure.

3.3.3. Description du système de ventilation

La ventilation de la résidence est une ventilation mécanique simple flux, avec des bouches d'extractions dans les pièces humides (salle-de-bain des logements, cuisines, sanitaires des bureaux, laverie). Des entrées d'air sont présentes sur les menuiseries.



Bouches d'extraction



Moteurs de ventilation et réseau d'extraction en toiture

5 moteurs de ventilation sont présents en toiture :

- 2 x ALDES CVEC 750 - 195 W
- ALDES EasyVEC C4 MW + 2000 – 560 W
- 2x ALDES INOVEC 8000 – 2,2 kW

Des mesures de débit ont été réalisées pendant la visite.

Le tableau ci-dessous compare les débits d'extraction d'air mesurés aux débits d'extraction réglementaires :

| Type | TYPE DE PIECE D'AIR VICIE | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------------------|---------------------|-----------|----------------------------|---------------------|-----------|----------------------------|---------------------|-----------|----------------------------|---------------------|-----------|
| | Cuisine | | | Salle de Bain / WC | | | WC unique | | | Laverie | | |
| | Débit réglementaire [m³/h] | Débit mesuré [m³/h] | Ecart [%] | Débit réglementaire [m³/h] | Débit mesuré [m³/h] | Ecart [%] | Débit réglementaire [m³/h] | Débit mesuré [m³/h] | Ecart [%] | Débit réglementaire [m³/h] | Débit mesuré [m³/h] | Ecart [%] |
| RDC wc bureaux | - | - | - | - | - | - | 30 | 8,5 | -72% | - | - | - |
| RDC studio PMR | 75 | 18 | -76% | 30 | 13,50 | -55% | - | - | - | - | - | - |
| R+1 | - | - | - | 30 | 30 | 0% | - | - | - | 180 | 0 | -100% |
| R+5 | 125 | 73 | -42% | 30 | 25 | -17% | - | - | - | - | - | - |
| R+10 | 125 | 67 | -46% | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Note : La majorité des débits mesurés sont inférieurs aux débits réglementaires. Une maintenance urgente sur le système est donc nécessaire pour améliorer la qualité de l'air ainsi que la conservation du bâti.

Remarque :

Il est formellement déconseillé de boucher ou d'obstruer les grilles d'aération aussi bien dans les pièces humides (cuisines, salle de bain, wc) pour les extractions d'air que dans les pièces sèches (chambres, bureaux) pour les entrées d'air.

3.3.4. Eclairage

Différents type d'éclairage sont présents dans la résidence.

Dans les cuisines et la laverie ce sont des plafonniers. Les cages d'escaliers sont pourvues de luminaires à détection de présence.

Monsieur Grenié nous a indiqué que les tubes lumineux dans les bureaux avaient été remplacés par des tubes LED.

Les couloirs sont équipés de tubes lumineux allumés en permanence.

Enfin chaque studio (hors studio PMR) est équipé de deux tubes lumineux et d'un spot dans la salle de bain.



3.3.5. Ascenseurs

Deux ascenseurs sont présents dans la résidence et desservent tous les étages du sous-sol au R+10.



Deux ascenseurs

3.3.6. Autres équipements techniques

Equipements de cuisine :

Chaque cuisine possède les équipements suivants :

- Des plaques électriques
- Des hottes d'étiquette énergétique E
- Des mirco-ondes



Equipements présents dans les cuisines

Un petit réfrigérateur est également présent à l'intérieur des studios.

Bureautique :

Chaque bureau comprend un ou plusieurs ordinateurs. Une salle de contrôle est également présente.

Laverie :

3 machines à laver et 3 sèche-linges sont présents dans la laverie située au R+1.



Equipements présents dans la laverie

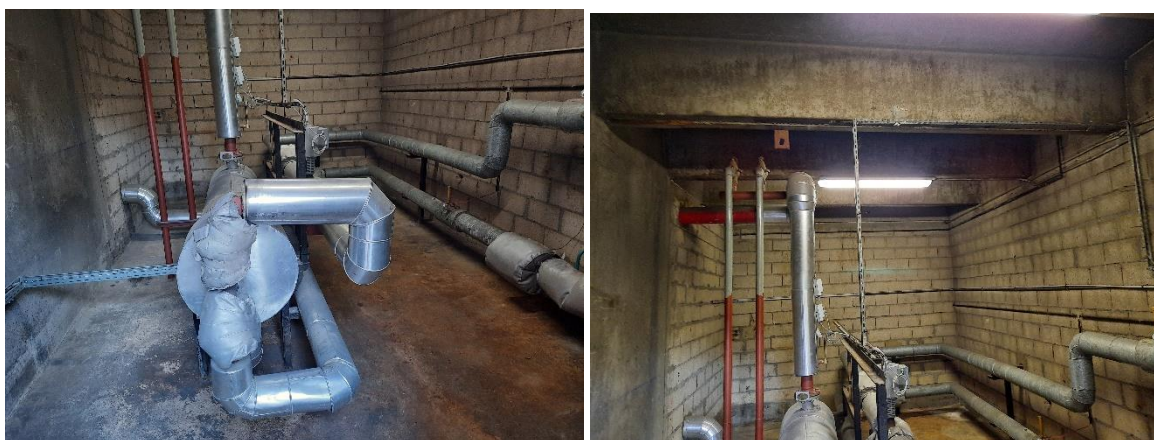
3.4. Examen et description des installations thermiques

3.4.1. Equipements collectifs – Chauffage et Eau Chaude Sanitaire

3.4.1.1. Approvisionnement

Une sous-station alimentée par un réseau d'énergie («Plaine Commune Energie ») permet de desservir la résidence universitaire mais également le restaurant universitaire. Ce réseau de chaleur est alimenté à plus de 50% par des énergies renouvelables (chaufferies biomasses).

Le réseau de chaleur arrive dans une première sous-station (sous forme d'eau surchauffée a priori), sa chaleur est échangée via un échangeur de chaleur au réseau de distribution primaire.

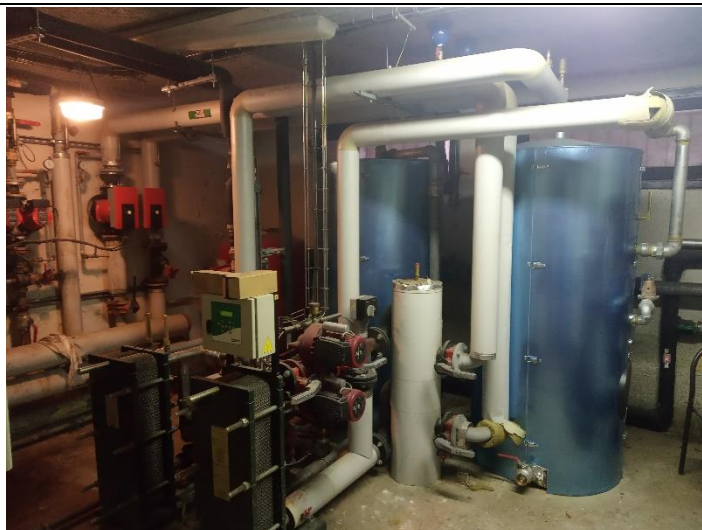


Sous-station

3.4.1.2. Moyen de production

La production de chauffage et l'eau chaude sanitaire est collective.

Une deuxième sous-station est présente au sous-sol de la résidence qui permet de distribuer la circulation du fluide primaire vers le circuit de chauffage (2 départs réseaux) et vers la production d'eau chaude sanitaire (2 échangeurs de chaleur et 2 ballons ECS).



Sous-station au sous-sol de la résidence

Note : la température à l'intérieure de la sous-station de la résidence dépassait les 30°C hors période de chauffe.

L'eau chaude sanitaire est produite grâce à un système semi-instantané via échangeur à plaques et ballon de stockage. L'eau chaude primaire passe dans des plaques qui réchauffent d'autres plaques, par contact, contenant l'eau froide du réseau.

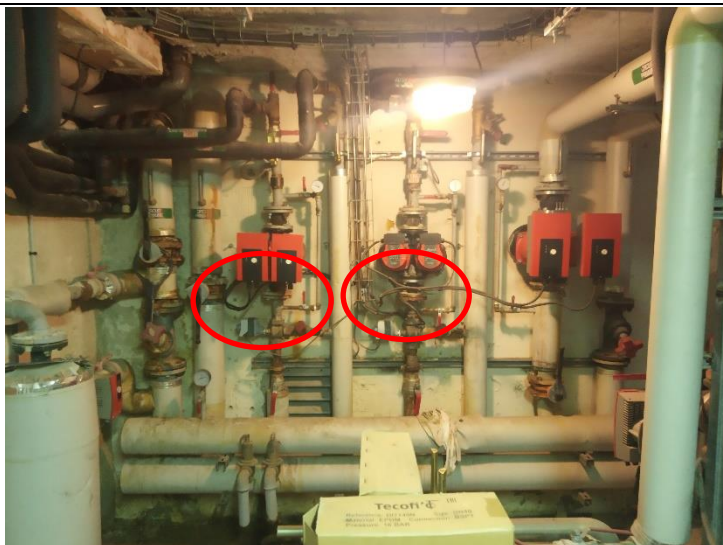
Un traitement de l'eau froide est présent.

3.4.1.3. Moyens de régulation et de programmation

La régulation du chauffage est réalisée par deux vanne trois voies (une sur chaque départ réseau).

La vanne trois voies permet de réaliser un mélange entre l'eau chaude produite par le réseau de chaleur et l'eau tiède qui sort des radiateurs. La commande de l'ouverture de cette vanne s'effectue via une sonde de température extérieure et une sonde de température sur le conduit de départ chauffage (courbe de chauffe).

La régulation de l'eau chaude sanitaire comprend également deux vannes trois voies.



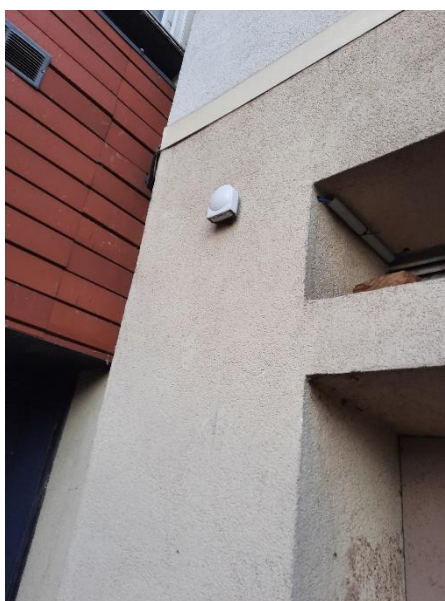
Vanne trois voies chauffage



Vanne trois voies ECS



Organe de régulation réseaux chauffage (courbe de chauffe)



Sonde de température extérieure

3.4.1.4. Moyens de distribution

Le moyen de distribution de l'énergie de chauffage entre la chaufferie et les différents émetteurs de chaque appartement se fait grâce à des canalisations (aller et retour). L'eau chaude circule dans les canalisations grâce au travail des pompes (ou circulateurs). Le rôle des pompes consiste à faciliter la circulation de l'eau dans la tuyauterie et à faire remonter la pression. Les pompes de circulation aident ainsi à l'acheminement de l'eau vers les émetteurs de chaleur (ici, radiateurs).

Les pompes repérées lors de la visite pour le chauffage sont décrites ci-dessous :

Circuit primaire :

- 2 pompes SALMSON (1 sur l'aller, 1 sur le retour)

Réseau de chauffage :

- Une double pompe SALMSON type Priux master
- Une double pompe SALMSON type DCX40-80N (à 3 vitesses)

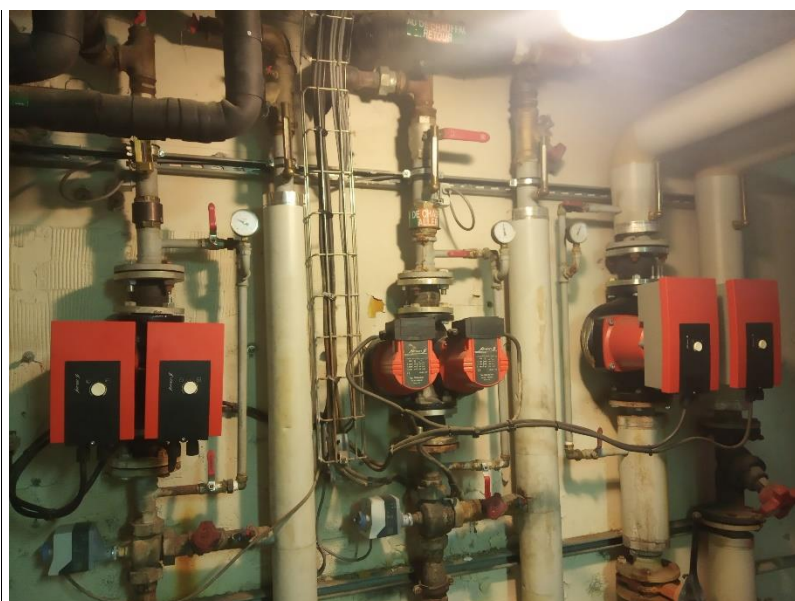
Circuit primaire ECS :

- 2 pompes SALMSON (1 sur l'aller, 1 sur le retour)

Réseau d'eau chaude sanitaire :

- Une double pompe Grundfos sur le circuit secondaire ECS aller
- Une double pompe sur le circuit secondaire ECS retour
- Une pompe SALMSON type Sirix 32-90 et pompe Grundfos de bouclage ECS qui permet de recycler l'eau chaude non utilisé et de la mélanger à l'arrivée d'eau froide dans l'échangeur

Certains de ces circulateurs sont représentés sur les photos ci-dessous :



Pompes départ chauffage et pompes circulation primaire ECS à droite



Pompe bouclage ECS

Réseaux d'eau chaude



En chaufferie



Dans les sous-sols

La déperdition de chaleur par les réseaux de distribution présents en volume non chauffé n'est pas négligeable. Le calorifugeage des conduits par un isolant de classe 3 (au minimum) permet de limiter ces pertes et donc de réduire la consommation énergétique

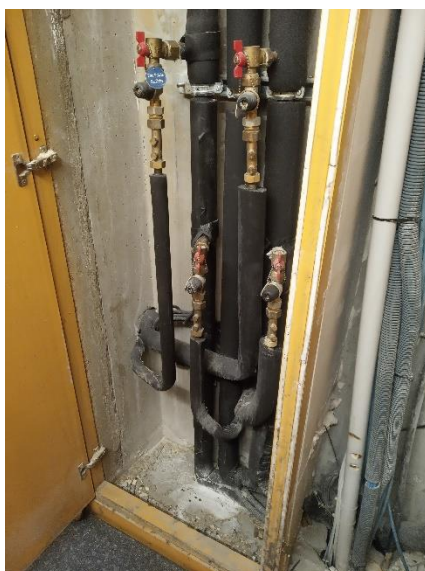
La distribution des réseaux de chauffage et ECS est vertical. Des piquages sur les colonnes montantes sont présents à chaque étage pour desservir les appartements en question.

Un bouclage ECS est présent.

Les réseaux sont calorifugés en volume non chauffé (gaines techniques et sous-sol) par un isolant de classe 2. La mise en œuvre du calorifuge est très hétérogène.



Réseau de chauffage



Réseau d'eau chaude sanitaire

3.4.1.5. Moyens d'émission

Les émetteurs de chaleur sont des radiateurs à eau en acier. Dans les logements et les bureaux, ils sont positionnés contre une paroi donnant sur l'extérieur (déperdition direct sur l'extérieur), ce qui n'est pas idéal. Les conduits en volume chauffé ne sont pas calorifugés.

Les radiateurs sont alimentés en bitube.

La plupart des robinets thermostatiques des espaces communs ont été déposés. Les radiateurs des logements et bureaux possèdent bien des robinets thermostatiques a priori.



Les couloirs ne possèdent pas de radiateurs.

3.5. Examen des points influençant sur le confort d'été

3.5.1. Concernant le bâtiment

Les menuiseries du bâtiment à l'état actuel possèdent des occultations, ce qui favorise la gestion des températures en été et donc le confort thermique. En ce qui concerne les masques proches ou lointains situés à proximité du bâtiment, des arbres sont présents devant la façade Est.

Autre point à prendre en compte dans votre immeuble est la bonne inertie du bâtiment (inertie moyenne à lourde). L'été, le bâtiment accumule la chaleur puis la restitue de manière diffuse à l'intérieur du bâtiment avec un décalage plus ou moins important. Ce déphasage représente le décalage de temps entre le pic de température extérieure et le pic de température à l'intérieur du bâtiment. Il est donc considéré comme un atout pour le confort d'été car il retarde le transfert de chaleur au travers des parois du bâtiment dans la journée (le plus tard possible et/ou la nuit).

Pour améliorer l'inertie thermique il est possible d'effectuer une isolation thermique par l'extérieur des murs. Cette solution est efficace été comme hiver (suppression des points de moindre résistance thermique du bâtiment, les ponts thermiques).

3.5.2. Concernant le renouvellement d'air

Concernant le renouvellement d'air, les seuls éléments qui peuvent intervenir sur le confort d'été sont les entrées d'air présentes dans certaines pièces de chaque logement.

Pour limiter les apports de chaleur la nuit, la surventilation est une solution passive efficace. En effet, faire entrer et circuler l'air du dehors quand la température extérieure est moins élevée que celle du logement permet de refroidir les murs, les plafonds, les planchers: ils emmagasineront la fraîcheur pour la restituer dans la journée.

3.5.3. Concernant le rafraîchissement

L'ensemble des appartements de la résidence ne possèdent pas de dispositifs de rafraîchissement.

4. ANALYSE DES DONNEES

4.1. Présentation du potentiel réglementaire de rénovation énergétique

L'isolation par l'extérieur se heurte d'abord au problème majeur de la propriété du sol sur lequel elle est construite. La loi du 3 août 2009 dite « Grenelle I » prévoit de traiter cette question tout en renvoyant à des textes ultérieurs.

Pour aborder cette problématique, les contraintes liées à l'emprise sur le domaine public sont à distinguer de celles découlant de l'emprise sur le domaine privé d'un tiers.

Emprise sur le domaine public

Les occupations ou utilisations du domaine public sont soumises à autorisation selon l'article L. 2122-1 du Code général de la propriété des personnes publiques. Cependant dans les faits, une autorisation ne semble pas toujours être demandée en cas d'isolation par l'extérieur.

Les personnes publiques responsables doivent composer avec le droit du domaine public qui n'est pas a priori favorable à cette technique.

En l'état actuel du droit, deux solutions peuvent être envisagées :

- La première consiste à déclasser le domaine public pour le revendre, mais la procédure est lourde, onéreuse et complexe à mettre en œuvre ;
- La seconde, qui consiste à autoriser l'occupation du domaine public (sous la forme juridique d'une autorisation d'occupation temporaire (AOT), est plus souvent pratiquée.

Occupation du domaine public

La prise de mesures facilitant l'occupation du domaine public assure une réponse à court terme aux problématiques liées à l'empiètement de l'isolation par l'extérieur sur le domaine public.

Le cadre général de ces autorisations d'occupation du domaine public est le suivant :

- elles sont précaires et révocables ;

Art 7- II f de la loi Grenelle 1

- elles doivent donner lieu au paiement d'une contrepartie sous forme d'une redevance ;
- elles sont temporaires : à l'issue du titre d'occupation, qui ne peut pas excéder 70 ans, les ouvrages installés sur le domaine public doivent être démolis, sauf si le titre d'occupation prévoit le contraire ou si l'autorité compétente renonce à la démolition ; si les ouvrages ne sont pas démolis, ils deviennent la propriété de la personne publique.

A droit constant, les autorités compétentes peuvent, pour faciliter les occupations du domaine public en cas d'isolation par l'extérieur, prévoir plusieurs mesures, dont certaines ne sont toutefois pas totalement sécurisées juridiquement :

- permettre dans le PLU des « surépaisseurs » pour les bâtiments existants à isoler par l'extérieur, à l'instar de communes comme Paris, ce qui, toutefois, règle la question de l'aspect extérieur des façades mais pas de l'empiètement sur l'espace public. (voir ci-dessous)
- mettre en cohérence les délais d'instruction des autorisations pour occupation du domaine public routier avec ceux de la délivrance du permis de construire ou de la déclaration préalable afin de ne pas retarder les projets de rénovation ;
- organiser une instruction conjointe de ces deux procédures lorsqu'elles relèvent de la même personne publique ;
- ne pas exiger d'autorisation pour les travaux d'isolation qui sont réalisés à partir du premier étage des immeubles (mais y-a-t-il "occupation" du domaine public et nécessité d'un permis de stationnement en étage des bâtiments ?) ;
- fixer un tarif de redevance le plus faible possible ou une redevance compensée sur des critères locaux (mais est-ce possible d'avoir une très faible redevance compte tenu des règles jurisprudentielles applicables au domaine public des collectivités territoriales ?) ;
- veiller à ce que les autorisations d'occupation prévoient bien que les ouvrages ne seront pas détruits à l'expiration du titre d'occupation.

Dans tous ces cas de figure, les personnes publiques gestionnaires du domaine ne peuvent cependant pas autoriser l'empiètement dans tous les cas (considérations d'ordre architectural, plans d'alignement...).

Elles devront rester vigilantes à ne pas provoquer une altération des capacités de circulation (routière ou piétonne, sur la voirie et les trottoirs), une gêne à l'exploitation des réseaux, une entrave au respect des normes relatives au déplacement des personnes handicapées

Domaine privé

La pose d'un isolant par un propriétaire en limite séparative avec une propriété privée voisine est encore plus délicate et ne peut résulter que d'un accord entre voisins.

Deux cas peuvent être rencontrés.

Dans le premier, l'isolation par l'extérieur déborde en surplomb du bâtiment voisin. Le propriétaire doit obtenir l'accord de son voisin et définir avec lui les questions d'entretiens des ouvrages (a priori, l'entretien d'un mur mitoyen en surplomb d'un immeuble bâti revient au propriétaire du bâtiment en surplomb). Le voisin peut donner son accord sans renoncer à utiliser l'espace correspondant : si ce surplomb advenait à disparaître du fait de la construction en mitoyenneté d'un nouvel immeuble ou du rehaussement de l'immeuble voisin existant, on peut de toute façon considérer que l'isolation perd alors sa raison d'être.

Comment les articles du PLU peuvent être modifiés afin de favoriser l'Isolation Thermique par l'Extérieur ?

Le PLU reste l'outil urbanistique pour gérer toutes les actions de construction ou de modification d'aspect des bâtiments existants. Le PLU peut prévoir les opérations d'amélioration énergétique et spécialement la mise en place d'isolation thermique par l'extérieur, voire éventuellement les faciliter.

4.2. Consommations réelles VS consommations théoriques

Avant de pouvoir fournir des résultats dans les parties suivantes, il est important de comparer les consommations réelles, c'est-à-dire celles qui sont issues des relevés de factures à notre disposition avec les consommations théoriques, qui sont le fruit de notre simulation thermique sous logiciel.

L'analyse de l'écart entre ces deux types de consommations est appelé « recollement ».

Le seuil de ce recollement ne doit pas excéder +/- 10%.

Nous avons basé notre recollement sur les 3 mois de factures à disposition (octobre et novembre 2019 et janvier 2020). Nous avons pris comme hypothèse que cette consommation de 162 000 kWh/an représentait 36% de la consommation annuelle.

| | CONSOMMATIONS REELLES SELON FACTURES | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | Consommations EF kwh/an | Taux de conversion EF vs EP | Consommations EP kwh/an |
| Chauffage et ECS collectif | 162 000 | 1,000 | 162 000 |
| TOTAL | 162 000 | | 162 000 |
| Consommations Energie Primaire selon factures en kWh / m ² .an | 29,76 | | |
| Consommations Energie Primaire selon modélisation thermique en kWh / m ² .an | 30,77 | | |
| Ecart de recollement | 3,3% | | |

Consommations réelles et conventionnelles

Nous avons effectué ce recollement sur les consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire

L'écart étant de **3.3%**, les résultats de gains économiques, énergétiques et environnementaux que nous allons proposer par la suite seront cohérents.

4.3. Calcul des déperditions

Le calcul des besoins énergétiques détaillé dans cette partie est le fruit de notre étude thermique réalisée sur votre bâtiment. Ils seront détaillés à la fois en consommations d'énergie finale, il s'agit de l'énergie qui est facturée, celle que vous payez, ainsi qu'en énergie primaire, l'énergie qui est produite afin de consommer l'énergie finale.

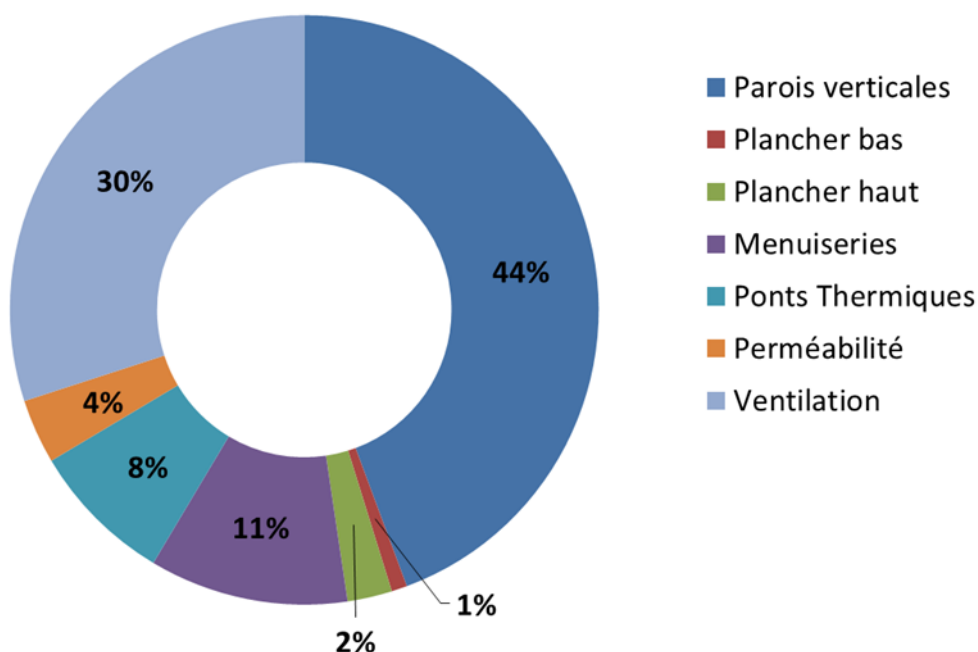
La transformation entre l'énergie primaire et l'énergie finale se fait grâce à des coefficients de conversions définis par l'arrêté du 15 septembre 2006.

Dans le cas de votre bâtiment, **le coefficient de conversion du réseau d'énergie entre énergie primaire et finale est de 1,0**, pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire alors que **celui de l'électricité est de 2.58**.

4.3.1. Déperditions liées à l'enveloppe

Dans un premier temps, seront mentionnées les déperditions par élément comme visible dans le tableau ci-dessous et le graphique qui l'accompagne. Les déperditions seront mentionnées en pourcentage [%], ensuite nous mentionnerons ces déperditions en unité de puissance [kW], déterminée par rapport aux caractéristiques des différents éléments, mais également des conditions extérieures de base et des conditions intérieures de confort, mesurées lors de notre visite.

Déperditions par poste - Etat Existant



Synthèse Déperditions

| Détail des parois | Surface | U | Déperditions | % |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|
| Parois verticales | 2 335 m² | 2,50 W/m².K | 120 433 W | 44,3% |
| Paroi_Pignon_Parement_Nord_Exist | 126,9 m ² | 2,24 W/m ² .K | 6 346 W | 2,3% |
| Paroi_Façade_Parement_Ouest_Exist | 737,1 m ² | 2,27 W/m ² .K | 37 513 W | 13,8% |
| Paroi_Façade_Enduit_Ouest_Exist | 70,4 m ² | 2,85 W/m ² .K | 5 212 W | 1,9% |
| Paroi_Pignon_Sud_Exist | 121,4 m ² | 2,28 W/m ² .K | 6 199 W | 2,3% |
| Paroi_Façade_Parement_Est_Exist | 949,9 m ² | 2,27 W/m ² .K | 48 462 W | 17,8% |
| Paroi_Façade_Enduit_Est_Exist | 103,8 m ² | 2,86 W/m ² .K | 7 713 W | 2,8% |
| Paroi_sur_LNC_Exist | 218,6 m ² | 2,34 W/m ² .K | 8 444 W | 3,1% |
| Paroi_Pignon_Enduit_Nord_Exist | 7,3 m ² | 2,87 W/m ² .K | 544 W | 0,2% |
| Plancher bas | 434 m² | 0,24 W/m².K | 2 331 W | 0,9% |
| Plancher_bas_vide-sannitaire_Exist | 313,9 m ² | 0,17 W/m ² .K | 1 381 W | 0,5% |
| Plancher_bas_sur_caves_Exist | 119,7 m ² | 0,31 W/m ² .K | 950 W | 0,3% |
| Plancher haut | 410 m² | 0,62 W/m².K | 6 663 W | 2,5% |
| Plancher_haut_Exist | 410,2 m ² | 0,62 W/m ² .K | 6 663 W | 2,5% |
| Total Déperditions Parois | 3 179 m² | 1,12 W/m².K | 129 427 W | 47,6% |

| Détail des menuiseries | | Dimensions | | U | Déperditions | % |
|---------------------------------------|------------|--------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Composant | Nombre | | | | | |
| Fenêtre_PVC_DV_Existant | 364 | 548 | m ² | 2,00 W/m ² .K | 28 484 W | 10,5% |
| Porte_métal_Existant | 3 | 12 | m ² | 4,00 W/m ² .K | 1 197 W | 0,4% |
| Total Déperditions Menuiseries | 367 | 559 m² | | 0,38 W/m².K | 29 681 W | 10,9% |

| Détail des ponts thermiques | | Longueur | U | Déperditions | % |
|--|--|----------------|-------------------|-----------------|-------------|
| Composant | | | | | |
| Ponts thermiques horizontaux | | 1 203 m | 0,51 W/m.K | 16 715 W | 6,2% |
| PTH_bas_Exist | | 132 m | 0,31 W/m.K | 1 072 W | 0,4% |
| PTH_intermédiaire_Exist | | 971 m | 0,55 W/m.K | 13 891 W | 5,1% |
| PTH_haut_exist | | 99 m | 0,68 W/m.K | 1 752 W | 0,6% |
| Ponts thermiques verticaux | | 343 m | 0,37 W/m.K | 4 685 W | 1,7% |
| PTV_refend_exist | | 288 m | 0,60 W/m.K | 4 485 W | 1,7% |
| PTV_sortant_exist | | 55 m | 0,14 W/m.K | 200 W | 0,1% |
| Total Déperditions Ponts thermiques | | | | 21 400 W | 7,9% |

180 508 W

| | | |
|---------------------|----------------|-----------|
| Perméabilité | 9 630 W | 4% |
|---------------------|----------------|-----------|

| | | |
|--------------------|-----------------|------------|
| Ventilation | 81 505 W | 30% |
|--------------------|-----------------|------------|

271 643 W

100%

Par la suite, nous rentrerons plus en détails et mentionneront également les déperditions de chaque sous élément, par exemple on remarque que les **parois verticales représentent 44% des déperditions thermiques et que les menuiseries représentent 11% des déperditions thermiques totales du bâtiment.**

Nous tâcherons donc de dissocier ces différents éléments afin de visualiser quels sont les postes les plus déperditifs et donc de pouvoir orienter nos scénarios.

Désormais, il convient de déterminer les déperditions détaillées pour chacun des éléments mentionnées dans le graphique ci-dessus.

4.3.1.1. Déperditions par les parois

Le tableau ci-dessous détaille les déperditions thermiques pour les parois verticales et horizontales. A noter que les déperditions totales de ces parois sont égales à **48% des déperditions totales du bâtiment**.

| Détail des parois | Surface | U | Déperditions | % |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|
| Parois verticales | 2 335 m² | 2,50 W/m².K | 120 433 W | 93,1% |
| Paroi_Pignon_Parement_Nord_Exist | 126,9 m ² | 2,24 W/m ² .K | 6 346 W | 4,9% |
| Paroi_Façade_Parement_Ouest_Exist | 737,1 m ² | 2,27 W/m ² .K | 37 513 W | 29,0% |
| Paroi_Façade_Enduit_Ouest_Exist | 70,4 m ² | 2,85 W/m ² .K | 5 212 W | 4,0% |
| Paroi_Pignon_Sud_Exist | 121,4 m ² | 2,28 W/m ² .K | 6 199 W | 4,8% |
| Paroi_Façade_Parement_Est_Exist | 949,9 m ² | 2,27 W/m ² .K | 48 462 W | 37,4% |
| Paroi_Façade_Enduit_Est_Exist | 103,8 m ² | 2,86 W/m ² .K | 7 713 W | 6,0% |
| Paroi_sur_LNC_Exist | 218,6 m ² | 2,34 W/m ² .K | 8 444 W | 6,5% |
| Paroi_Pignon_Enduit_Nord_Exist | 7,3 m ² | 2,87 W/m ² .K | 544 W | 0,4% |
| Plancher bas | 434 m² | 0,24 W/m².K | 2 331 W | 1,8% |
| Plancher_bas_vider-sannitaire_Exist | 313,9 m ² | 0,17 W/m ² .K | 1 381 W | 1,1% |
| Plancher_bas_sur_caves_Exist | 119,7 m ² | 0,31 W/m ² .K | 950 W | 0,7% |
| Plancher haut | 410 m² | 0,62 W/m².K | 6 663 W | 5,1% |
| Plancher_haut_Exist | 410,2 m ² | 0,62 W/m ² .K | 6 663 W | 5,1% |
| Total Déperditions Parois | 3 179 m² | 1,12 W/m².K | 129 427 W | 100% |

Déperditions détaillées des parois verticales et horizontales

4.3.1.2. Déperditions par les ouvertures

Le tableau ci-dessous détaille les déperditions thermiques pour l'ensemble des ouvertures donnant sur l'extérieure. A noter que les déperditions totales de ces éléments sont égales à **11% des déperditions totales du bâtiment**.

| Détail des menuiseries | | Dimensions | | U | Déperditions | % |
|---------------------------------------|------------|--------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|-------------|
| Composant | Nombre | | | | | |
| Fenêtre_PVC_DV_Existant | 364 | 548 | m ² | 2,00 W/m ² .K | 28 484 W | 96% |
| Porte_métal_Existant | 3 | 12 | m ² | 4,00 W/m ² .K | 1 197 W | 4% |
| Total Déperditions Menuiseries | 367 | 559 m² | | 0,38 W/m².K | 29 681 W | 100% |

Déperditions détaillées des ouvertures

4.3.1.3. Déperditions par les ponts thermiques

Le tableau ci-dessous détaille les déperditions thermiques pour ces ponts thermiques. A noter que les déperditions totales de ces ponts thermiques sont égales à **8% des déperditions totales du bâtiment**.

| Détail des ponts thermiques | Longueur | | U | | Déperditions | | % |
|-------------------------------------|----------|---|------|-------|--------------|---|------|
| Composant | | | | | | | |
| Ponts thermiques horizontaux | 1 203 | m | 0,51 | W/m.K | 16 715 | W | 78% |
| PTH_bas_Exist | 132 | m | 0,31 | W/m.K | 1 072 | W | 5% |
| PTH_intermédiaire_Exist | 971 | m | 0,55 | W/m.K | 13 891 | W | 65% |
| PTH_haut_exist | 99 | m | 0,68 | W/m.K | 1 752 | W | 8% |
| Ponts thermiques verticaux | 343 | m | 0,37 | W/m.K | 4 685 | W | 22% |
| PTV_refend_exist | 288 | m | 0,60 | W/m.K | 4 485 | W | 21% |
| PTV_sortant_exist | 55 | m | 0,14 | W/m.K | 200 | W | 1% |
| Total Déperditions Ponts thermiques | | | | | 21 400 | W | 100% |

Déperditions détaillées des ponts thermiques

En plus des déperditions détaillées précédemment viennent s'ajouter les déperditions thermiques liées à la ventilation (81 505, 30%) ainsi qu'à la perméabilité à l'air du bâtiment (9 630 W, 4%).

4.4. Calcul des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)

Les taux d'émissions du tableau ci-dessous ont été définis par l'arrêté du 15 septembre 2006.

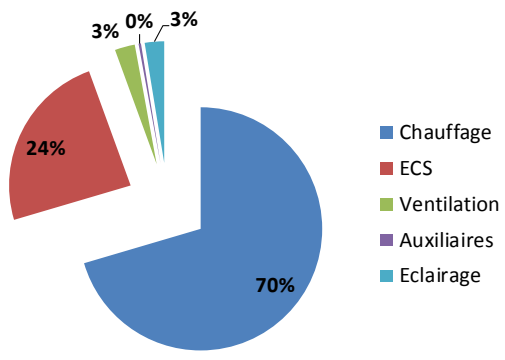
| Energie | Taux d'émission [kg _{CO2} /kWh _{EF}] |
|-------------------------------------|--|
| Bois, biomasse | 0,013 |
| Gaz Naturel | 0,234 |
| Fioul Domestic | 0,3 |
| Gaz propane ou butane | 0,274 |
| Charbon | 0,384 |
| Autres combustibles fossiles | 0,32 |
| Electricité ENR | 0 |
| Electricité hors ENR pour chauffage | 0,18 |
| Electricité hors ENR pour ECS | 0,04 |
| Electricité hors ENR pour Autres | 0,084 |
| Réseaux de chaleur CPCU | 0,195 |

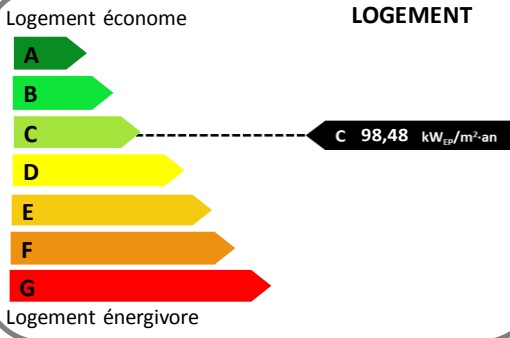
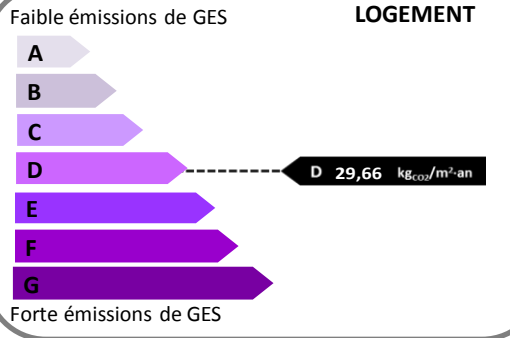
Taux d'émissions des énergies

4.5. Fiche d'identité énergétique du bâtiment

| Fiche d'identité énergétique - Bâtiment Existant | | | |
|--|---|---|-------|
| Données administratives | | Données d'activité | |
| Nom | Résidence universitaire Hermitage | Nombre de bâtiments | 1 |
| Activité | Immeuble d'habitation avec une zone tertiaire | Nombre de logements | 310 |
| Adresse | Place du 8 Mai 1945 | Surface RT S_{rt} [m ²] | 5 444 |
| 93200 | Saint-Denis | Surface Habitable S_{HAB} [m ²] | 3 253 |

| Types d'énergie | | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Chauffage | Réseau Chaleur [kWh] | Eau Chaude Sanitaire | Réseau Chaleur [kWh] |

| Répartition des consommations | Bilan des consommations annuelles [kWhEF/an] | | |
|--|---|--|------------|
|  | Chauffage | 347 117 | [kWhEF/an] |
| | ECS | 118 246 | [kWhEF/an] |
| | Ventilation | 13 175 | [kWhEF/an] |
| | Auxiliaires | 1 579 | [kWhEF/an] |
| | Eclairage | 12 685 | [kWhEF/an] |
| | Consommation d'énergie primaire et Emissions de Gaz à Effet de Serre | | |
| | 98,48 | (kWhep/m ² .an) | |
| | 29,66 | (KgCO ₂ /m ² .an) | |

| Consommations énergétiques [kWhEP/m ² .an] | Emissions de Gaz à Effet de Serre [kgCO ₂ /m ² .an] |
|--|---|
| LOGEMENT  | LOGEMENT  |

5. DESCRIPTION DES PRECONISATIONS ET DES SCENARIOS

5.1. Améliorations sur l'enveloppe du bâtiment

5.1.1. Isolation thermique extérieure de toutes les façades et pignons

Cette préconisation consiste en la mise en place d'un système d'isolation thermique extérieure (ITE) sur les diverses façades et pignons. Celles-ci peuvent porter des menuiseries, rendant l'isolation plus compliquée techniquement et augmentant ainsi le prix de la main d'œuvre.

Façades non isolée très déperditives



Pignon Sud et Pignon Nord non isolés



Façade Est et Ouest non isolées

La mise en place d'une isolation par l'extérieur (**type panneaux de laine de roche de 14 cm d'épaisseur, avec un λ de l'isolant $\lambda = 0,036 \text{ W/m.K}$**) des façades permettrait de limiter significativement les déperditions liées à ce poste. Les travaux d'isolation standards comprennent la

mise en place d'un matériau isolant collé et/ou fixé mécaniquement au support. Cette structure sert de support à l'armature de l'enduit qui est le plus souvent minéral et qui est indépendante de l'isolant.



Principe de mise en place d'isolation thermique extérieure

L'isolation par l'extérieur présente l'avantage de minimiser les ponts thermiques sur les liaisons entre les murs et les planchers intermédiaires tout en garantissant une inertie thermique du bâtiment plus importante (augmentation du déphasage thermique). De plus, sa mise en place est plus simple que la pose d'une isolation intérieure nécessitant, elle, une intervention dans chacun des logements.

Le revêtement extérieur existant devra être déposé avant la mise en place de l'isolant.

La pose d'une isolation extérieure permet au coefficient U des façades de passer à environ 0,235 W/m².K contre environ 2,5 W/m².K à l'heure actuelle tout en réduisant de manière significative les ponts thermiques sur les liaisons de parois.

Chiffrage de l'investissement :

*L'investissement pour **l'isolation des pignons** est estimé à **76 656 € HT**.*

*L'investissement pour **l'isolation des façades** est estimé à **558 372€ HT**.*

Note : Cette préconisation permettra également d'améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment

5.1.2. Isolation thermique de la toiture terrasse

Cette préconisation consiste en la mise en place d'une isolation thermique sur le plancher haut de la résidence. A l'heure actuelle cette surface est a priori déjà faiblement isolée. L'isolant existant sera déposé.



Toiture terrasse à sur-isoler



Exemple mise en place d'isolation thermique extérieure en toiture

La mise en place d'une isolation thermique grâce à **des panneaux de mousse rigide de polyuréthane de 16 cm d'épaisseur avec un coefficient de conductivité thermique $\lambda = 0,022 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$** permettrait de réduire significativement les déperditions thermiques de cet élément.

Cela permettrait de réduire le coefficient de transmission surfacique de cette paroi, et de le faire passer à $U = 0,134 \text{ W/m}^2.\text{K}$ contre environ $U = 0,712 \text{ W/m}^2.\text{K}$ actuellement.

Chiffrage de l'investissement :

L'investissement pour l'isolation de la toiture est estimé à 52 200 € HT.

Nous considérons 120 € HT / m² de surface isolée.

Or l'isolation de ce lot porte sur 435 m².

5.1.3. Remplacement des menuiseries

La mise en place de menuiseries double vitrage permettrait de minimiser les pertes de ce poste mais également de renforcer le confort thermique au sein des logements par diminution de l'effet paroi froide.

Nous proposons le remplacement de toutes les menuiseries double vitrage existante par des menuiseries **double vitrage performantes (8-16-8) en PVC ($U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2.K$ et $S_w \geq 0,36$)**.

Le remplacement des menuiseries comprend également l'amélioration de la jonction avec la paroi.

Les menuiseries devront posséder des entrées d'air pour la ventilation.

Chiffrage de l'investissement :

L'investissement pour **le remplacement des menuiseries** est **estimé à 219 108 €HT**.

Nous considérons 400 € HT / m² de surface vitrée pour les menuiseries en PVC (hors pose).

Or le remplacement des menuiseries porte sur 548 m².

Note : Cette préconisation permettra également d'améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment d'au moins 20%.

5.2. Améliorations sur les équipements techniques

5.2.1. Travaux chaufferie et réseaux

Dans le cadre de la baisse des consommations et de l'amélioration du confort des occupants, nous préconisons certaines actions à réaliser en chaufferie :

- Installation de coques isolantes sur les échangeurs de chaleur,
- Installation d'un compteur d'eau froide et un compteur d'énergie sur l'arrivée du circuit primaire eau chaude,
- Remplacement des conduits complètement corrodés,
- Reprise du calorifuge, avec une attention particulière aux jonctions aux niveaux des vannes. En effet, la perte de chaleur est importante sur ces points singuliers. Le calorifuge actuel sur le réseau (K-Flex ST, classe 2) peut être remplacé par un calorifuge plus performant (classe 4),
- Désembouage (selon résultat de l'analyse de l'eau),
- Equilibrage (voir 5.2.3),
- Remplacement des pompes de distribution chauffage par des pompes à débit variable avec arrêt si pas de demande et classe d'énergie A minimum ;

Ainsi que certaines mises en conformité :

- Réalisation et mise en place d'un schéma hydraulique,
- Mise en place d'un espace de travail propre et dégagé (pupitre pour le carnet d'entretien et fiches techniques),
- Amélioration de la ventilation naturelle haute et basse du local chaufferie (sous-station),
- Sécurité incendie (parois CF 2h et étanches à l'air) et traitement des traversées de fluides. Et affichage CF 2h sur la porte de la chaufferie.

Chiffrage de l'investissement :

L'investissement pour **les travaux en chaufferie et sur les réseaux** est estimé à **25 200 € HT**.

Le prix des travaux en chaufferie et réseaux pourra être pris en charge grâce aux montants CEEs récupérables pour ces actions.

5.2.2. Mise en place de robinets thermostatiques

Certains radiateurs ne possèdent pas de robinets thermostatiques.

Un chauffage collectif ne peut donner de satisfaction que si la chaleur est répartie équitablement entre tous. Mais les besoins en chauffage des pièces varient en fonction de leur taille, de leur exposition, de leur situation dans le bâtiment, de leur occupation, etc. Équilibrer ou rééquilibrer l'installation permet à chaque radiateur de chauffer correctement, en délivrant le débit d'eau chaude adapté.

Ils régulent la température de la pièce en jouant sur le débit d'eau passant dans le radiateur. Ils assurent ainsi un confort accru et des économies d'énergie de l'ordre de 5 à 25% sur sa facture d'énergie annuelle.

Ils permettent de fixer pièce par pièce la consigne de température, par exemple 17°C dans les chambres et 19°C dans le salon. En coupant automatiquement les radiateurs, ils évitent les surchauffes dans les pièces bénéficiant d'apports de chaleur.

Ils ne remplacent pas la régulation centrale et ne peuvent délivrer une température supérieure à celle fixée par le régulateur en chaufferie.

Nous avons préconisé l'installation des robinets thermostatique dans le scénario 4 en sachant que dans la copropriété il n'y en a pas dans les pièces communes.



Chiffrage de l'investissement :

L'investissement pour **l'installation des robinets thermostatiques** est estimé à **3 750 € HT**.

Nous considérons 150 € HT / unité.

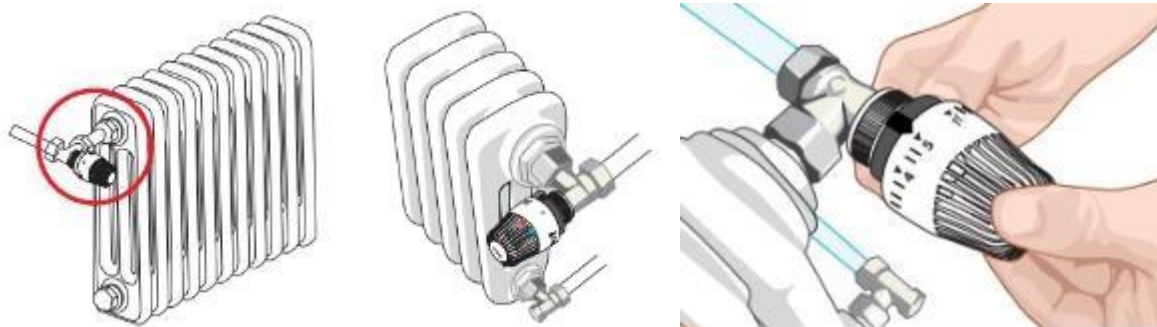
La mise en place des robinets thermostatiques de ce lot porte sur 25 unités.

Remarque :

Ce chiffrage ne comprend pas les travaux induits tels que la maintenance sur le réseau (purge, mise en service)

Points positifs de l'installation des robinets thermostatiques

- Réaliser des économies pour le poste de chauffage de l'ordre de 5 à 25% sur la facture annuelle d'énergie.
- Meilleur confort de chaque espace de vie.
- Régler la température de consigne souhaitée pièce par pièce.
- Le robinet thermostatique agit uniquement dans la pièce concernée.
- Limiter la température de la pièce en fonction des apports gratuits de calories (soleil, nombre de personnes, appareils dégagent de la chaleur...).
- Le robinet thermostatique avec un thermostat d'ambiance permettrait d'éviter de chauffer inutilement les pièces quand elles ne sont pas occupées et de maintenir une température de confort.



Points négatifs des robinets thermostatiques

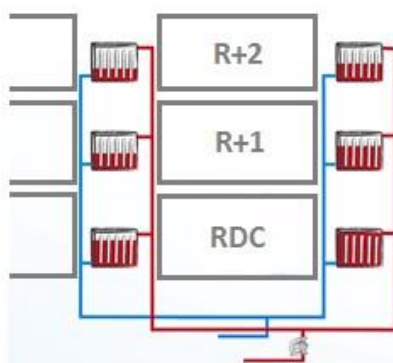
- Prix unitaire par robinet thermostatique de l'ordre de 150 euros/unité
- Les robinets thermostatiques agissent uniquement sur le débit, et ils peuvent le diminuer ou l'augmenter, ce qui peut entraîner dans certains cas des légers problèmes de bruit dans le circuit de chauffage. Ces bruits peuvent être limités par l'installation des variateurs de vitesse et de pompes à débits variable dans la chaufferie.
- Lorsque des robinets thermostatiques sont installés sur tous les radiateurs, il y a un mauvais équilibrage du réseau. Il est donc, indispensable d'installer des pompes à débits variable ainsi que des robinets d'équilibrages et de maintiens de pression différentielle. Cette intervention doit être impérativement effectuée par un chauffagiste agréé. Ceci est nécessaire car, par exemple, un voisin peut faire varier le débit d'eau pour chacun de ces radiateurs (fermetures des appareils de chauffe si il est en voyage, etc...) peut conduire à l'excès la pression et donc provoquer des dysfonctionnements et le déséquilibre du réseau.

(Voir explication ci-dessous)

5.2.3. Equilibrage du réseau

Aucun tableau d'équilibrage n'était présent en chaufferie.

Le défaut d'équilibrage de l'installation de chauffage consiste en une mauvaise homogénéité des températures ambiantes dans les logements.



Emetteurs de chauffage non homogènes

Le défaut a pour origine une mauvaise répartition des débits d'eau distribués, certaines boucles se trouvant suralimentées tandis que d'autres sont mal irriguées.

Le défaut d'équilibrage conduit à devoir véhiculer de l'eau plus chaude que nécessaire pour maintenir une température acceptable dans les zones mal irriguées.

Il en découle une température supérieure à la normale dans les zones bien alimentées, source de surconsommation d'énergie, voire d'inconfort par surchauffe dans les situations extrêmes.

La résolution du problème consiste à établir ou à rétablir le bon réglage des robinetteries d'équilibrage en bridant notamment celles situées sur les antennes favorisées de telle sorte que l'eau de chauffage continue son chemin en direction des zones défavorisées.

En particulier, dans la cage d'escaliers située au centre du bâtiment, les besoins sont moins importants. Ainsi, une irrigation moins importante pourrait être envisagée.

La difficulté de ces réglages provient du fait que, lorsque l'on effectue une correction de débit sur l'une des antennes d'une installation, on modifie du même coup le débit des autres antennes de cette même installation.

Cette difficulté est en partie levée par l'installation d'une nouvelle génération de robinets d'équilibrage dynamiques.

Il ne faudrait cependant pas croire que ces robinets dits parfois "automatiques" se règlent tout seul.

Si leur positionnement initial s'effectue par réglage de débits, ils devront être déterminés de façon rigoureuse.

Sur les installations existantes, pour la détermination des débits à régler, il faudra effectuer des relevés nécessaires à l'estimation des déperditions correspondant à chacun des émetteurs de chauffage à traiter.

Il faudra pour cela déterminer les déperditions de tous les locaux et notamment des locaux particuliers (sous terrasse, contre pignon, etc.), puis affecter correctement ces déperditions à chacun des émetteurs à régler.

Sur les installations existantes cette détermination sera incertaine et il vaudra mieux procéder par uniformisation de la température de retour des antennes à équilibrer.

Cela consiste à uniformiser les températures de retour d'eau des antennes à équilibrer de telle sorte que toutes les antennes à régler soient aussi "chaudes" les unes que les autres.

Cette méthode est particulièrement adaptée aux installations existantes sur lesquelles la détermination des déperditions et donc des débits à régler est, faute de données suffisantes, souvent très incertaine.

5.2.4. Entretien de la ventilation

Il sera également nécessaire d'agir sur l'amélioration du système de ventilation existant car dans la plupart des pièces visitées l'extraction minimale des débits d'air n'est plus assurée. Notamment dans la laverie où les débits sont nuls.

Aucun PV, ni rapport d'entretien du système de ventilation n'a été fourni.

Plusieurs actions peuvent être mises en place :

- Entretien du réseau existant : nettoyage des bouches d'extractions d'air et d'entrée d'air
- Vérifier l'étanchéité des réseaux (réseau classe C nécessaire). Détection de fuite pouvant réduire les débits aux bouches
- Ramonage des conduits (dépoussiérage afin de réduire les pertes de charge du réseau)
- Test par passage caméra pour vérifier que rien n'obstrue les conduits (point d'attention sur tous les points singuliers des conduits : coudes notamment).
- Maintenance sur les caissons de ventilation afin d'améliorer les débits (plusieurs vitesses réglables, nettoyage des filtres si présence)

5.2.5. Installation de systèmes hydro-économes sur les points d'ECS

Afin de réduire les dépenses en consommation d'eau chaude sanitaire (ECS), nous préconisons l'installation de systèmes hydro-économes, dit aérateurs qui vont permettre de réduire ces consommations.

L'hypothèse de **gain volumique d'eau qui est de environ 50%**, en effet ce système permettra de consommer 50% moins d'eau lors d'une douche par exemple, cependant si vous devez remplir un réservoir de 10 litres par exemple, on ne pourra alors pas parler d'économie volumique.

Les photographies ci-dessous montrent les éléments à mettre en place sur les points de consommation ECS ainsi que le rendu esthétique final.



Aérateur pour système d'eau chaude sanitaire

5.2.6. Remplacement des points d'éclairage

Les luminaires LED sur le marché sont généralement 3 fois plus efficaces que les halogènes, et possèdent une durée de vie beaucoup plus importante. Ces équipements permettent donc de limiter la consommation en énergie tout en repoussant les besoins de maintenance.

D'après l'ADEME, l'économie pouvant être générée par ce changement de type luminaire serait de 25% avec des ballasts électroniques et de 50% avec des ballasts électroniques munis de détecteurs de présences.

5.2.7. Amélioration des autres équipements techniques

Il est conseillé de remplacer les équipements énergivores par de nouveaux équipements basses consommation et/ou possédant une étiquette énergie A minimum.

Les équipements à remplacer seraient les suivant :

- **Les hottes des cuisines**

La consommation annuelle d'énergie d'une hotte domestique est typiquement comprise entre 30kWh/an (classe A+) et 190kWh/an (classe F). En remplaçant un appareil de la classe F à la meilleure classe énergétique, on obtient un gain de 84%. De plus, les hottes efficaces en termes énergétiques ont un meilleur rendement et un éclairage LED.

- **Les micro-ondes des cuisines**

Le dispositif des étiquettes énergétiques n'est pas obligatoire pour les micro-ondes, il est néanmoins recommander d'installer des micro-ondes les moins énergivores possible.

- **Les réfrigérateurs à l'intérieur des studios**

La consommation électrique d'un vieux frigo peut aller jusqu'à 450 kWh/an tandis qu'un réfrigérateur de classe A+++ consomme environ 75 Kwh/an. En remplaçant un appareil ancien par un possédant la meilleure classe énergétique, on obtient un gain de 83% de gain énergétique associé.

Il est possible de bénéficier de CEE si l'équipement est classé A++ ou A+++ selon la classification définie dans le règlement délégué (UE) n° 1060/2010 de la Commission Européenne du 28 septembre 2010.

(CF fiche CEE Opération n° BAR-EQ-103).

- **Les machines à laver et sèches linges dans la laverie**

Pour le remplacement par une machine A+++, on obtient 40 % d'économies d'énergie supplémentaires par rapport à un lave-linge classé A.

Il est possible de bénéficier de CEE si l'équipement est classé A++ ou A+++ selon la classification définie dans le règlement délégué (UE) n° 1061/2010 de la Commission européenne du 28 septembre 2010. (Cf fiche CEE Opération n° BAR-EQ-102).

5.3. Pilotage des équipements et usage

Installation et formation à l'utilisation de la GTB

La Gestion Technique de Bâtiment (GTB) est un système informatique permettant de centraliser l'ensemble des commandes et ainsi faciliter le pilotage.

La mise en place de la GTB, associée à la formation du personnel, permettrait de centraliser l'ensemble des commandes (CVC, éclairage) et de programmer l'allumage, la gestion (définition des plages horaires) et l'extinction des différents postes. En plus d'une évidente facilitation de l'utilisation, la programmation permet de combler les oublis (extinction de la CVC le soir par exemple) et de mieux gérer certaines situations.

L'ajout de tous les équipements sur la GTB, devra se faire conjointement avec la formation du personnel. La GTB, si elle est bien utilisée, est un outil puissant.

Une sensibilisation au développement durable des utilisateurs est importante pour une régulation adaptée des équipements (formation ISO 5001, Management de l'énergie).

La formation du personnel est primordiale pour que celui-ci s'approprie l'outil.

Le gain énergétique après installation d'une GTB est estimé à 20% pour un investissement de 10 275 € HT.

Optimisation du fonctionnement de l'éclairage

L'éclairage actuel a une consommation électrique élevée et les circulations restent allumées 24h/24. Il serait intéressant d'optimiser le fonctionnement de cet éclairage en passant notamment par une extinction automatique, une temporisation et un fonctionnement différents en inoccupation (surtout au niveau des bureaux (jours fériés)).

La gestion automatique de l'éclairage permet de s'affranchir des oublis (notamment le soir, au moment d'éteindre).

La mise en place de la GTB devra permettre de gérer (via programmation) le système d'éclairage en automatisant son extinction. L'allumage restera manuel avec une temporisation de 1h afin d'éteindre l'éclairage si le passage du premier occupant n'était que ponctuel (ex : ménage).

La mise en place d'une détection de présence permettra la temporisation.

Les gains et l'investissement associés à cette préconisation sont compris dans l'installation de la GTB

Suivi et mesure des consommations des différents postes

A ce jour, il n'existe pas de suivi énergétique des consommations des différents équipements.

Le suivi par les occupants des consommations de chaque poste permettra de réduire celles-ci et de repérer rapidement les éventuelles dérives.

L'usage devra permettre de suivre le comptage sur les différents postes. Ce comptage offrira une vision de la gestion du bâtiment et une détection rapide des anomalies.

Le suivi des consommations peut être directement relié à la GTB et donc visualisé sur celle-ci.

Les gains et l'investissement associés à cette préconisation sont compris dans l'installation de la GTB.

Bureautique

Au RDC des bureaux sont présents, chaque bureau comprend un ou plusieurs ordinateurs.

Une salle de contrôle est également présente.

L'amélioration vise à éteindre manuellement ou automatiquement l'ensemble des équipements de bureautique et de reprographie en inoccupation et à mettre en veille les ordinateurs non utilisés pendant les périodes d'occupation. Cela passe par une programmation simple.

Les étapes de mises en œuvre sont les suivantes :

1. Sensibilisation des occupants
2. Référencement des ordinateurs ne nécessitant pas une utilisation permanente
3. Paramétrage du gestionnaire de veille favorisant des économies d'énergie

5.4. Aides financières

5.4.1. Certificats d'Economies d'Energie (CEE)

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des certificats d'économies d'énergie dont vous pouvez bénéficier pour les travaux de rénovation de votre résidence.

| Elément | Nombre de kWh cumac [kWhcumac] | Prix du kWh cumac [€/kWhcumac] | Montant éligible [€] |
|--|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Isolation Thermique Extérieure façades | 8 487 254 | 0,00775 | 65 776 |
| Isolation Thermique Extérieure pignon | 1 165 171 | | 9 030 |
| Isolation Thermique Extérieure Toiture | 957 000 | | 7 417 |
| Remplacement menuiseries | 2 984 800 | | 23 132 |
| Installation de robinets thermostatiques | 40 000 | | 310 |
| TOTAL CEEs | | | 105 665 |

Tableau récapitulatif des montants de Certificats d'Economies d'Energie (CEE)

Le dispositif des CEEs repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie.

Ceux-ci doivent ainsi promouvoir activement l'efficacité énergétique auprès des consommateurs d'énergie : ménages, collectivités territoriales ou professionnels.

Le 1er janvier 2018, le dispositif est entré dans sa 4ème période d'obligation pour une durée de 3 ans.

Le montant de l'aide varie en fonction du type de travaux réalisés, de la situation géographique et des caractéristiques de votre logement (énergie utilisée, maison ou appartement, etc.), mais aussi et surtout du choix de l'opérateur retenu pour vous racheter vos certificats d'économies d'énergie.

Il est donc vivement recommandé de faire plusieurs simulations de demande de prime avant de décider, y compris avant de céder vos certificats d'économies d'énergie à votre installateur.

Il existe également des CEE pour le calorifuge des réseaux (BAR-TH-160) et l'isolation des points singuliers (BAR-TH-161) comme les échangeurs de chaleur.

5.5. Tableau de synthèse des différentes préconisations

| Préconisations/Scénarios | Consommation énergie "référence" | Consommation énergie "référence" | Consommation énergie "cible" | Consommation énergie "cible" | Gain énergétique attendu à la livraison | Gain énergétique attendu à la livraison | Efficiéce énergétique | Emission de Gaz à effet de serre Initiale | Emission de Gaz à effet de serre à la livraison | Economie de Gaz à effet de serre |
|--|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|---|-----------------------|---|---|----------------------------------|
| | [kWhEF/an] | [€/an] | [kWhEF/an] | [€/an] | [kWhEF/an] | [kWhEF/an/m2] | [€/kWhEF économisée] | [kgeqCO2/an] | [kgeqCO2/an] | [kgeqCO2/an] |
| Isolation Thermique Extérieure façades | 492 802 | 41 344 € | 314 398 | 27 026 € | 178 404 | 33 | 3 € | 161 462 | 100 624 | 60 838 |
| Isolation Thermique Extérieure pignon | 492 802 | 41 344 € | 470 699 | 39 572 € | 22 103 | 4 | 339 € | 161 462 | 153 900 | 7 562 |
| Isolation Thermique Extérieure Toiture | 492 802 | 41 344 € | 482 022 | 40 481 € | 10 779 | 2 | 472 € | 161 462 | 157 754 | 3 707 |
| Remplacement menuiseries | 492 802 | 41 344 € | 463 676 | 38 975 € | 29 126 | 5 | 717 € | 161 462 | 151 635 | 9 827 |

Tableaux récapitulatif des différentes préconisations sur l'enveloppe

| Préconisations | Estimation investissement | Gain énergétique | Le gain énergétique est appliquée sur la consommation |
|---|---------------------------|------------------|---|
| | [€ HT] | [%] | |
| Travaux chaufferie et réseaux | 25 200 € | 9% | totale |
| Installation de robinets thermostatiques | 3 750 € | 2% | de chauffage |
| Remplacement hottes de cuisine | 30 000 € | 84% | d'électricité par équipement |
| Remplacement réfrigérateurs des studios | 155 000 € | 83% | d'électricité par équipement |
| Remplacement machines à laver et seche-linge | 3 600 € | 40% | d'électricité par équipement |
| Installation et formation à l'utilisation de la GTB | 10 275 € | 20% | d'électricité des parties communes |
| Optimisation du fonctionnement de l'éclairage | | | |
| Suivi et mesure des consommations | 3 100 € | 50% | de l'eau |
| Systèmes hydro-économes sur les points d'ECS | | | |
| Bureautique | Gratuit | 1% | d'électricité par les bureaux |

Tableaux récapitulatif des différentes préconisations sur les équipements

5.6. Description des différents scénarios

Cette partie a pour objectif de combiner les différentes préconisations détaillées précédemment afin de créer des scénarios de travaux.

En effet, les gains énergétiques, économiques et environnementaux ne peuvent pas être additionnés entre eux lorsque l'on décide de créer des scénarios, puisqu'il y a des synergies entre les différentes solutions, ainsi nous avons recalculé chaque scénario de travaux.

Cette partie aura donc pour but de mettre en relation les préconisations possibles et de donner l'ensemble des potentiels d'améliorations.

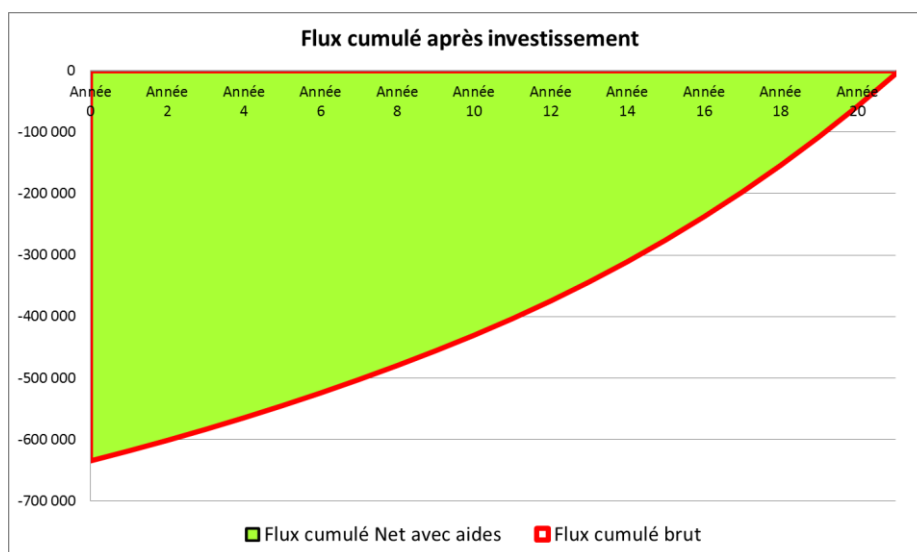
Nous avons réalisé plusieurs combinaisons entre préconisations afin de créer des scénarios cohérents.

Dans les parties suivantes seront détaillées chaque préconisation appartenant à chacun des trois scénarios, nous aborderons les notions de gains à la fois économiques, énergétiques et environnementaux.

Nous renseignerons également l'investissement de chaque préconisation et nous argumenterons sur les nouvelles performances thermiques du bâtiment selon chaque scénario.

5.6.1.1. Détails chiffrés Scénario 1

| SCENARIO 1 | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Préconisation | Investissement | | | Economies | | | Temps de retour | | Gains | |
| | Détaillé [€HT] | Global [€HT] | Personnalisé [€HT/m²SHAB] | Energétiques [kWh _{eff} /an] | Financières [€/an] | Personnalisées [€/m²SHAB.an] | Brut [an] | Actualisé [5%] [an] | Energétiques EP [%] | Environnement aux [%] |
| Isolation Thermique Extérieure façades | 558 372 | 635 028 | 195 | -202 406 | 16 246 | 5 | 39,1 | 21,7 | -38% | -42% |
| Isolation Thermique Extérieure pignon | 76 656 | | | | | | | | | |



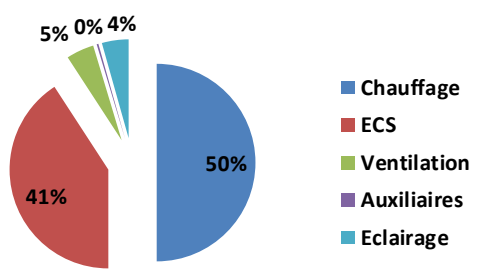
| | | | | |
|---|----|--|------|-----|
| Inflation annuelle du prix de l'énergie 2019-2029 | 5% | TRB - Temps de Retour Brut | 39,1 | ans |
| Inflation annuelle du prix de l'énergie 2030-2040 | 7% | TRA - Tps de retour actualisé sans aides | 21,7 | ans |
| | | TRA - Tps de retour actualisé avec aides | 21,7 | ans |

Le temps de retour sur investissement actualisé est défini comme étant l'année où le cumul des économies annuelles d'exploitation depuis la mise en place de la solution est égal au coût d'investissement, ceci en prenant en compte l'évolution du prix des énergies.

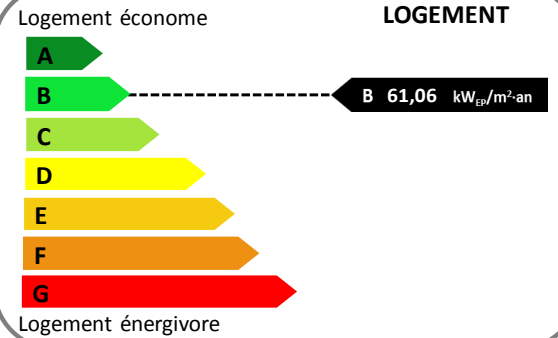
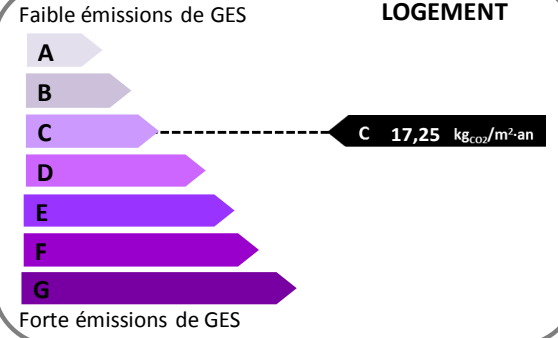
5.6.1.2. Fiche d'identité énergétique Scénario 1

| Fiche d'identité énergétique - Scénario 1 | | | |
|---|---|---|-------|
| Données administratives | | Données d'activité | |
| Nom | Résidence universitaire Hermitage | Nombre de bâtiments | 1 |
| Activité | Immeuble d'habitation avec une zone tertiaire | Nombre d'appartements | 310 |
| Adresse | Place du 8 Mai 1945 | Surface RT S_{rt} [m ²] | 5 444 |
| 93200 | Saint-Denis | Surface Habitable S_{HAB} [m ²] | 3 253 |

| Types d'énergie | | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Chauffage | Réseau Chaleur [kWh] | Eau Chaude Sanitaire | Réseau Chaleur [kWh] |

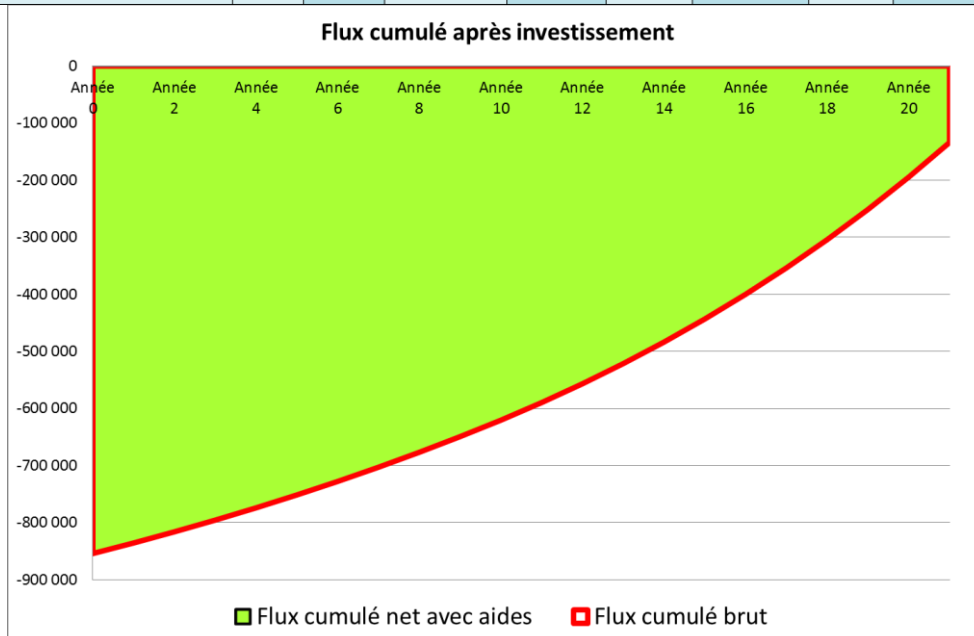
| Répartition des consommations | Bilan des consommations annuelles [kWhEF/an] | | |
|--|--|---------|------------|
|  | Chauffage | 145 195 | [kWhEF/an] |
| | ECS | 118 518 | [kWhEF/an] |
| | Ventilation | 13 175 | [kWhEF/an] |
| | Auxiliaires | 817 | [kWhEF/an] |
| | Eclairage | 12 685 | [kWhEF/an] |
| | | | |

| Consommations énergétiques [kWhEP/m ² .an] | Emissions de Gaz à Effet de Serre [kgCO ₂ /m ² .an] |
|---|---|
| 61,06 (kWh _{EP} /m ² .an) | 17,248 (kg _{CO₂} /m ² .an) |
| Gain -38% | Gain -42% |

| | |
|---|--|
| <p>Logement économe</p> <p>LOGEMENT</p>  <p>Logement énergivore</p> | <p>Faible émissions de GES</p> <p>LOGEMENT</p>  <p>Forte émissions de GES</p> |
|---|--|

5.6.2.1. Détails chiffrés Scénario 2

| SCENARIO 2 | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| Préconisation | Investissement | | | Economies | | | Temps de retour | | Gains | |
| | Détaillé [€HT] | Global [€HT] | Personnalisé [€/m²SHAB] | Energétiques [kWhEF/an] | Financières [€/an] | Personnalisées [€/m²SHAB.an] | Brut [an] | Actualisé [5%] [an] | Energétiques [%] | Environnement aux [%] |
| Isolation Thermique Extérieure façades | 558 372 | 854 136 | 263 | -230 877 | 18 569 | 6 | 46,0 | 23,9 | -43% | -49% |
| Isolation Thermique Extérieure pignon | 76 656 | | | | | | | | | |
| Remplacement menuiseries | 219 108 | | | | | | | | | |



| | |
|---|----|
| Inflation annuelle du prix de l'énergie 2019-2029 | 5% |
| Inflation annuelle du prix de l'énergie 2030-2040 | 7% |

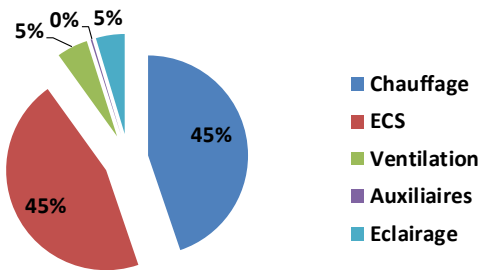
| | | |
|--|------|-----|
| TRB - Temps de Retour Brut | 46,0 | ans |
| TRA - Tps de retour actualisé sans aides | 23,9 | ans |
| TRA - Tps de retour actualisé avec aides | 23,9 | ans |

Le temps de retour sur investissement actualisé est défini comme étant l'année où le cumul des économies annuelles d'exploitation depuis la mise en place de la solution est égal au coût d'investissement, ceci en prenant en compte l'évolution du prix des énergies.

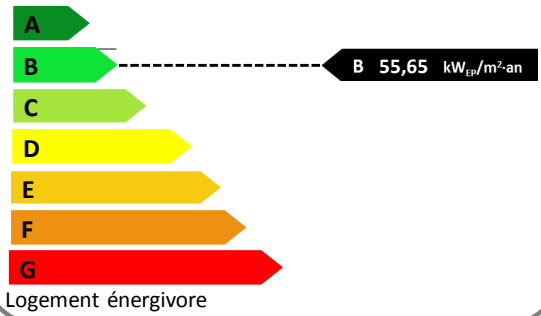
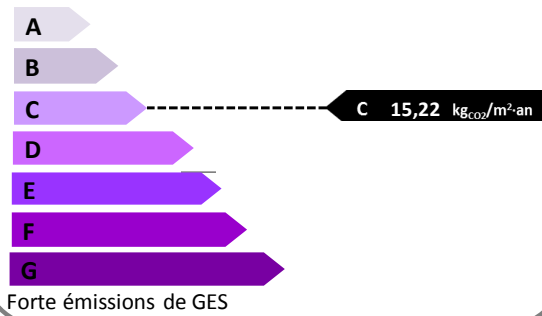
5.6.2.2. Fiche d'identité énergétique Scénario 2

| Fiche d'identité énergétique - Scénario 2 | | | |
|---|--|----------------------------------|-------|
| Données administratives | | Données d'activité | |
| Nom | Résidence universitaire Hermitage | Nombre de bâtiments | 1 |
| Activité | Immeuble d'habitation avec une zone tertiaire | Nombre d'appartements | 310 |
| Localisation | Place du 8 Mai 1945 | Surface RT S_{rt} [m²] | 5 444 |
| 93200 | Saint-Denis | Surface Habitable S_{HAB} [m²] | 3 253 |

| Types d'énergie | | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Chauffage | Réseau Chaleur [kWh] | Eau Chaude Sanitaire | Réseau Chaleur [kWh] |

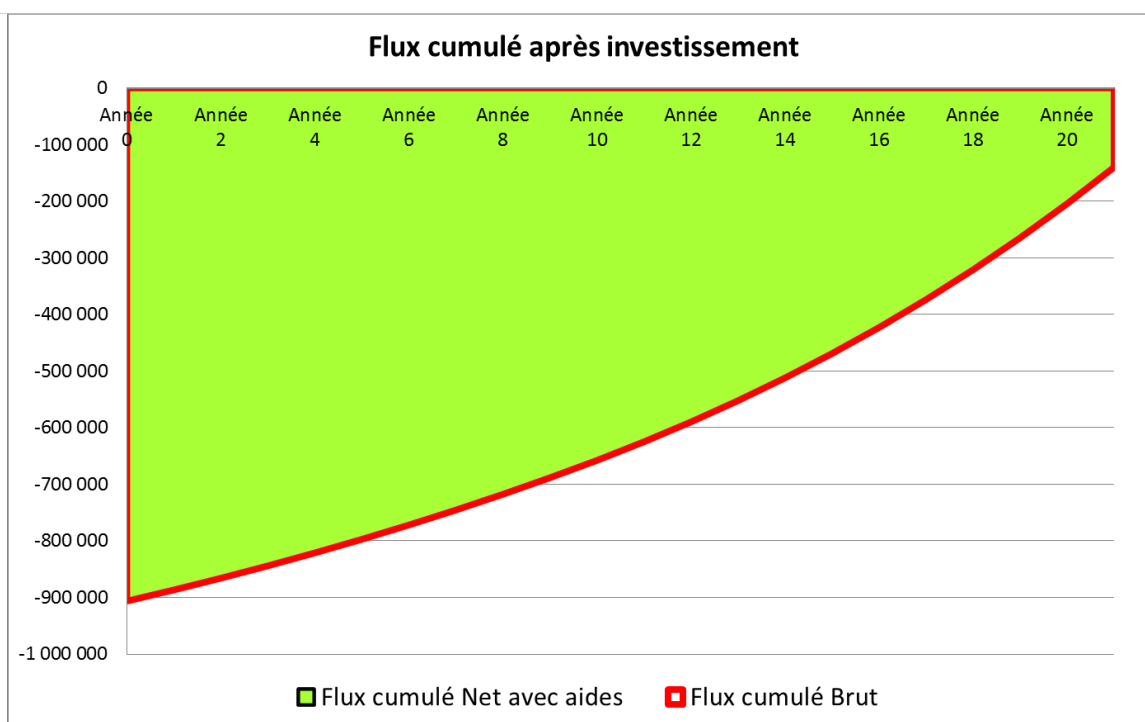
| Répartition des consommations | Bilan des consommations annuelles [kWhEF/an] | | |
|--|--|---------|------------|
|  | Chauffage | 117 266 | [kWhEF/an] |
| | ECS | 118 627 | [kWhEF/an] |
| | Ventilation | 13 175 | [kWhEF/an] |
| | Auxiliaires | 653 | [kWhEF/an] |
| | Eclairage | 12 195 | [kWhEF/an] |
| | | | |

| Consommations énergétiques [kWhEP/m².an] | Emissions de Gaz à Effet de Serre [kgCO2/m².an] |
|--|--|
| 55,65 (kWh _{EP} /m².an) Gain -43% | 15,218 (kg _{CO2} /m².an) Gain -49% |

| | |
|---|--|
| <p>Logement économe</p> <p>LOGEMENT</p>  <p>Logement énergivore</p> | <p>Faible émissions de GES</p> <p>LOGEMENT</p>  <p>Forte émissions de GES</p> |
|---|--|

5.6.3.1. Détails chiffrés Scénario 3

| SCENARIO 3 | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| Préconisation | Investissement | | | Economies | | | Temps de retour | | Gains | |
| | Détaillé [€HT] | Global [€HT] | Personnalisé [€HT/m²SHAB] | Energétiques [kWhEF/an] | Financières [€/an] | Personnalisées [€/m²SHAB.an] | Brut [an] | Actualisé [5%] [an] | Energétiques [%] | Environnement aux [%] |
| Isolation Thermique Extérieure façades | 558 372 | 906 336 | 279 | -245 739 | 19 762 | 6 | 45,9 | 23,8 | -46% | -52% |
| Isolation Thermique Extérieure pignon | 76 656 | | | | | | | | | |
| Isolation Thermique Extérieure Toiture | 52 200 | | | | | | | | | |
| Remplacement menuiseries | 219 108 | | | | | | | | | |



| | |
|---|----|
| Inflation annuelle du prix de l'énergie 2019-2029 | 5% |
| Inflation annuelle du prix de l'énergie 2030-2040 | 7% |

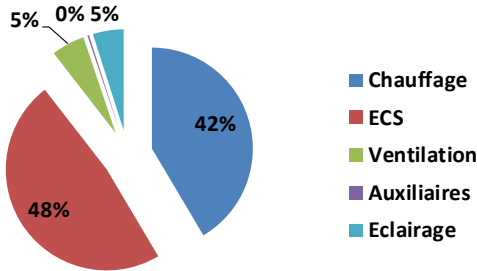
| | | |
|--|------|-----|
| TRB - Temps de Retour Brut | 45,9 | ans |
| TRA - Tps de retour actualisé sans aides | 23,8 | ans |
| TRA - Tps de retour actualisé avec aides | 23,8 | ans |

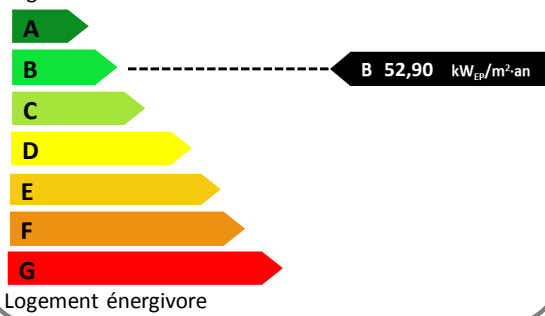
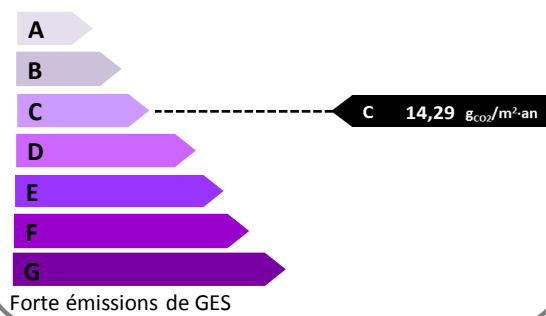
Le temps de retour sur investissement actualisé est défini comme étant l'année où le cumul des économies annuelles d'exploitation depuis la mise en place de la solution est égal au coût d'investissement, ceci en prenant en compte l'évolution du prix des énergies.

5.6.3.2. Fiche d'identité énergétique Scénario 3

| Fiche d'identité énergétique - Scénario 3 | | | |
|---|--|---|-------|
| Données administratives | | Données d'activité | |
| Nom | Résidence universitaire Hermitage | Nombre de bâtiments | 1 |
| Activité | Immeuble d'habitation avec une zone tertiaire | Nombre d'appartements | 310 |
| Localisation | Place du 8 Mai 1945 | Surface RT S_{rt} [m ²] | 5 444 |
| 93200 | Saint-Denis | Surface Habitable S_{HAB} [m ²] | 3 253 |

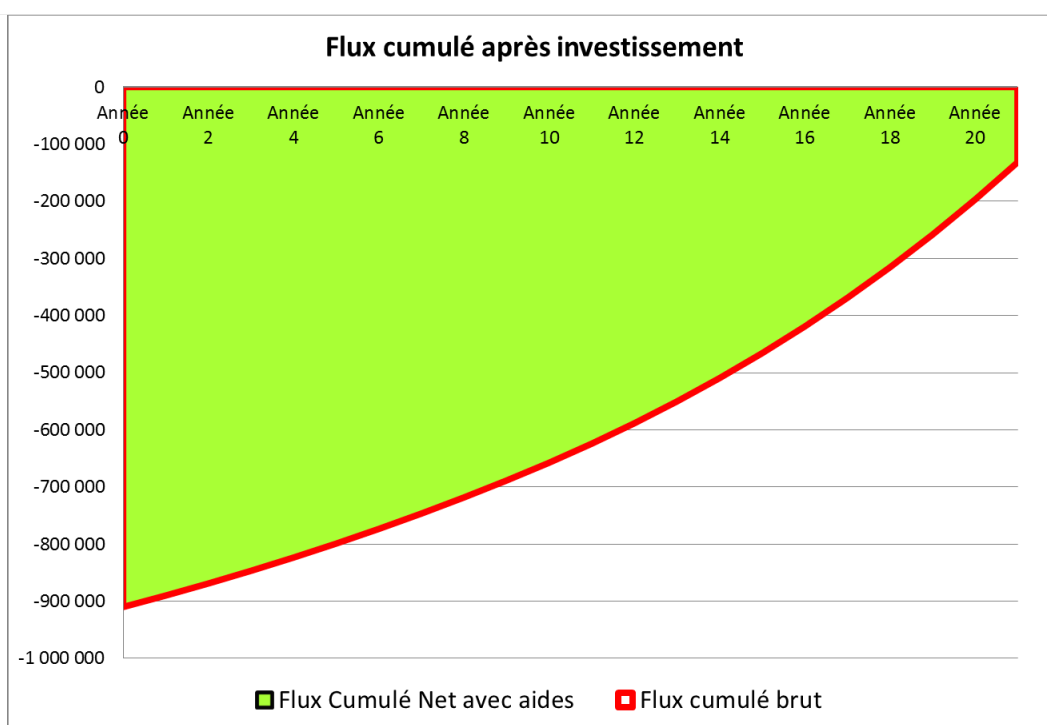
| Types d'énergie | | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Chauffage | Réseau Chaleur [kWh] | Eau Chaude Sanitaire | Réseau Chaleur [kWh] |

| Répartitions des consommations | Bilan des consommations annuelles [kWhEF/an] | | |
|--|--|---------|------------|
|  | Chauffage | 102 458 | [kWhEF/an] |
| | ECS | 118 627 | [kWhEF/an] |
| | Ventilation | 13 175 | [kWhEF/an] |
| | Auxiliaires | 599 | [kWhEF/an] |
| | Eclairage | 12 195 | [kWhEF/an] |
| | | | |

| Consommations énergétiques [kWhEP/m ² .an] | Emissions de Gaz à Effet de Serre [kgCO ₂ /m ² .an] |
|---|--|
| 52,9 (kWh_{EP}/m².an) Gain -46% | 14,29 (kg_{CO2}/m².an) Gain -52% |
| <p>Logement économe</p> <p>LOGEMENT</p>  <p>Logement énergivore</p> | <p>Faible émissions de GES</p> <p>LOGEMENT</p>  <p>Forte émissions de GES</p> |

5.6.4.1. Détails chiffrés Scénario 4

| SCENARIO 4 | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| Préconisation | Investissement | | | Economies | | | Temps de retour | | Gains | |
| | Détaillé [€HT] | Global [€HT] | Personnalisé [€HT/m²SHAB] | Energétiques [kWhEF/an] | Financières [€/an] | Personnalisées [€/m²SHAB.an] | Brut [an] | Actualisé [5%] [an] | Energétiques [%] | Environnement aux [%] |
| Isolation Thermique Extérieure façades | 558 372 | 910 086 | 280 | -249 605 | 20 075 | 6 | 45,3 | 23,7 | -47% | -53% |
| Isolation Thermique Extérieure pignon | 76 656 | | | | | | | | | |
| Isolation Thermique Extérieure Toiture | 52 200 | | | | | | | | | |
| Remplacement menuiseries | 219 108 | | | | | | | | | |
| Installation de robinets thermostatiques | 3 750 | | | | | | | | | |



| | |
|---|----|
| Inflation annuelle du prix de l'énergie 2019-2029 | 5% |
| Inflation annuelle du prix de l'énergie 2030-2040 | 7% |

| | | |
|--|------|-----|
| TRB - Temps de Retour Brut | 45,3 | ans |
| TRA - Tps de retour actualisé sans aides | 23,7 | ans |
| TRA - Tps de retour actualisé avec aides | 23,7 | ans |

Le temps de retour sur investissement actualisé est défini comme étant l'année où le cumul des économies annuelles d'exploitation depuis la mise en place de la solution est égal au coût d'investissement, ceci en prenant en compte l'évolution du prix des énergies.

5.6.4.2. Fiche d'identité énergétique Scénario 4

| Fiche d'identité énergétique - Scénario 4 | | | |
|---|--|---|-------|
| Données administratives | | Données d'activité | |
| Nom | Résidence universitaire Hermitage | Nombre de bâtiments | 1 |
| Activité | Immeuble d'habitation avec une zone tertiaire | Nombre d'appartements | 310 |
| Localisation | Place du 8 Mai 1945 | Surface RT S _{rt} [m²] | 5 444 |
| 93200 | Saint-Denis | Surface Habitable S _{HAB} [m²] | 3 253 |

| Types d'énergie | | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Chauffage | Réseau Chaleur [kWh] | Eau Chaude Sanitaire | Réseau Chaleur [kWh] |

| Répartitions des dépenses annuelles | | Bilan des consommations annuelles [kWhEF/an] | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|--|--|-----------|--------|------------|-----|---------|------------|-------------|--------|------------|-------------|-----|------------|-----------|--------|------------|
| <div><div>■ Chauffage</div><div>■ ECS</div><div>■ Ventilation</div><div>■ Auxiliaires</div><div>■ Eclairage</div></div> | | <table><tr><td>Chauffage</td><td>98 593</td><td>[kWhEF/an]</td></tr><tr><td>ECS</td><td>118 682</td><td>[kWhEF/an]</td></tr><tr><td>Ventilation</td><td>13 175</td><td>[kWhEF/an]</td></tr><tr><td>Auxiliaires</td><td>544</td><td>[kWhEF/an]</td></tr><tr><td>Eclairage</td><td>12 195</td><td>[kWhEF/an]</td></tr></table> | | Chauffage | 98 593 | [kWhEF/an] | ECS | 118 682 | [kWhEF/an] | Ventilation | 13 175 | [kWhEF/an] | Auxiliaires | 544 | [kWhEF/an] | Eclairage | 12 195 | [kWhEF/an] |
| Chauffage | 98 593 | [kWhEF/an] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECS | 118 682 | [kWhEF/an] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ventilation | 13 175 | [kWhEF/an] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auxiliaires | 544 | [kWhEF/an] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eclairage | 12 195 | [kWhEF/an] | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Consommations énergétiques [kWhEP/m².an] | | Emissions de Gaz à Effet de Serre [kgCO2/m².an] | |
|--|--|--|--|
| 52,18 (kWh _{EP} /m².an) Gain -47% | | 14,049 (kg _{CO2} /m².an) Gain -53% | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Logement économe | | LOGEMENT | |
| <div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div> | | <div><div>B 52,18 kWh_{EP}/m².an</div></div> | |
| Logement économe | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Faible émissions de GES | | LOGEMENT | |
| <div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div> | | <div><div>C 14,05 kg_{CO2}/m².an</div></div> | |
| Forte émissions de GES | | | |

5.6.5. Tableau de synthèse des différents scénarios

Tableau des préconisations

| | Bâtiment initial | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 4 |
|--|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Façade Est et Ouest | | | | | |
| Pas d'isolation | X | | | | |
| Isolation Thermique Extérieure façades | | X | X | X | X |
| Pignons Nord et Sud | | | | | |
| Pas d'isolation | X | | | | |
| Isolation Thermique Extérieure pignon | | X | X | X | X |
| Toiture terrasse | | | | | |
| Légère isolation | X | X | X | | |
| Isolation thermique Extérieure complète | | | | X | X |
| Menuiseries | | | | | |
| Double vitrage de plus 15 ans | X | X | | | |
| Remplacement menuiseries | | | X | X | X |
| Robinets Thermostatiques | | | | | |
| Absence de robinets thermostatiques dans les espaces communs | X | X | X | X | |
| Installation de robinets thermostatiques | | | | | X |
| Consommation CEP (kWh/m².an) | 98,5 | 61,1 | 55,7 | 52,9 | 52,2 |
| Réduction des consommations EP | - | -38% | -43% | -46% | -47% |
| Classe énergétique | C | B | B | B | B |
| Emission de GES (kgeqCO²/m².an) | 29,66 | 17,25 | 15,22 | 14,29 | 14,05 |
| Réduction des émissions | - | -42% | -49% | -52% | -53% |
| Classe d'émission de GES | D | C | C | C | C |
| Investissement [€HT] | - | 635 028 | 854 136 | 906 336 | 910 086 |
| Investissement [€HT/m²] | - | 117 | 157 | 166 | 167 |
| Consommations [€/an] | 41 344 | 25 098 | 22 774 | 21 582 | 21 269 |
| Economies [€/an] | - | 16 246 | 18 569 | 19 762 | 20 075 |
| Economies [€/m².an] | - | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Temps de retour brut [an] | - | 39,1 | 46,0 | 45,9 | 45,3 |
| Temps de retour actualisé - 5% [an] | - | 21,7 | 23,9 | 23,8 | 23,7 |
| TRA (5%) avec CEEs | - | 20,0 | 22,2 | 22,1 | 22,0 |

Nota Bene : les résultats sur les temps de retour sur investissement prennent en compte l'ensemble des coûts de travaux (énergétique et non énergétique), hors déduction d'aides financières potentielles;

La réalité devrait considérer uniquement le sur- investissement lié à l'isolation au regard d'une situation de référence avec ravalement classique.

6. CONCLUSION DE L'AUDIT

L'analyse du bâti nous montre que l'enveloppe entraîne une forte déperdition d'énergie, essentiellement à cause des parois non isolées.

Les besoins énergétiques sont liés aux déperditions de l'enveloppe, et les solutions d'approvisionnement énergétiques doivent répondre aux besoins des occupants.

L'approvisionnement énergétique de votre résidence est assuré par un réseau de chaleur, ce qui favorise le résultat de la consommation d'énergie primaire.

Avec une consommation d'énergie primaire de **98,5 kWh_{EP}/m².an**, votre immeuble se situe en **lettre « C »**, ce qui est un résultat satisfaisant compte-tenu de la date de construction.

Lors de la simulation, nous avons pu approcher la consommation du bâtiment et déterminer l'impact de chaque préconisation.

L'intérêt premier se porte sur des démarches peu coûteuses telles que l'installation d'éclairage performant, l'homogénéisation des équipements privatifs tels qu'ampoules LED, mousseurs.

Les scénarios présentés ne sont pas seulement basés sur la contrainte de résultat à obtenir (kWh_{EP}/m²/an) mais aussi sur une cohérence technico- économique globale à prendre en compte lors du choix des travaux de rénovation, et décrite dans les parties techniques propres aux préconisations.

Le choix d'un scénario dans son intégralité n'étant pas une obligation, ils permettent tout de même d'avoir une vision sur le temps moyen de retour sur investissement ainsi que l'économie annuelle possible.

Le choix doit se faire par la prise en compte de la durée de vie restante du bâtiment et le coût global.

Nous conseillons tout de même de choisir le scénario 4, afin d'obtenir le meilleur gain énergétique possible.

Finalement, les préconisations qui seront retenues pour la rénovation de l'immeuble auront des conséquences importantes sur la consommation énergétique ainsi que sur la valeur patrimoniale et l'empreinte sur l'environnement.

7. ANNEXE 1 : DEMARCHE HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE

7.1. Gestion de l'eau

Les chasses d'eau sont à double débit afin de limiter la consommation d'eau potable.

Les lavabos seront tous équipés de système hydro-économes tel que des aérateurs.

En l'absence de toiture végétalisée, des solutions devront être mises en place afin de ralentir le phénomène de ruissellement et limiter les rejets dans les réseaux.

Il sera aussi possible de mettre en œuvre un système de récupération d'eau de pluie via un ballon de stockage.

Cette eau pourra ainsi être utilisée pour le nettoyage des parties communes, directement par les locataires pour l'arrosage de leurs plantes, et l'usage des sanitaires (WC) des locaux tertiaires.



Ballon de récupération d'eau connecté à une gouttière



Mousseur / Aérateur

7.2. Qualité air intérieur

Le bon renouvellement de l'air dans les locaux est fondamental. Il est indispensable d'évaluer les moyens d'aération.

Elle portera sur :

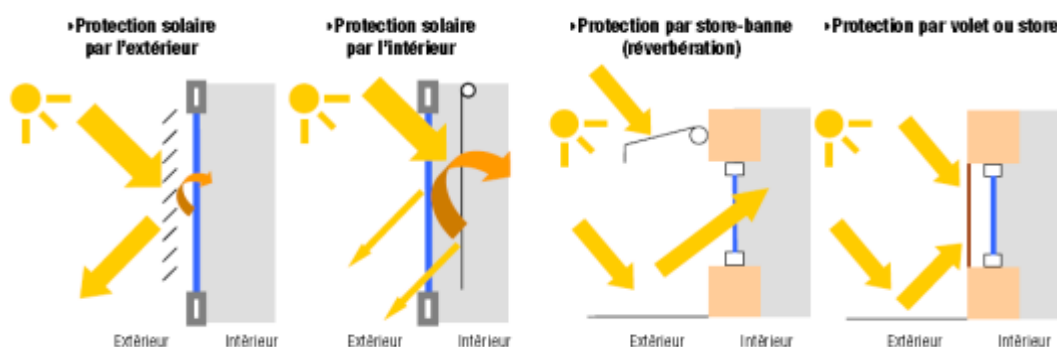
- la vérification de **l'opérabilité des ouvrants** (fenêtres) donnant sur l'extérieur,
- le contrôle des **bouches ou grilles d'aérations**.

7.3. Gestion du confort été

Les principes généraux d'actions efficaces pour améliorer le confort d'été peuvent être résumés en 4 termes :

- 1- protéger (par des végétaux, des occultations, de l'isolation) ;
- 2- minimiser les apports de chaleur (des appareils de l'éclairage, outils électrique...)
- 3- dissiper l'air chaud par une ventilation adaptée le jour et surtout la nuit,
- 4- et si nécessaire refroidir par l'apport d'air frais, voire dans les cas extrêmes la climatisation.

QUANTITÉ DE CHALEUR PÉNÉTRANT DANS LE BÂTIMENT



Sur la façade Sud, il s'agit de solutionner les problèmes de surchauffe et d'éblouissement (recomposition des baies avec vitrage haute performance et parties pleines isolantes) à travers l'installation homogène d'occultations, comme par exemple **des persiennes coulissantes** ou bien **de volet roulant**.



7.4. Etanchéité à l'air

Plus on isole un bâtiment, plus il est nécessaire de maîtriser les transferts d'humidité (ventilation) et plus l'impact énergétique des ponts thermiques devient important.

Ils peuvent être également sources de pathologies diverses liées aux mouvements différentiels, à la condensation de l'humidité à des points singuliers et au développement de moisissure. Le traitement de l'étanchéité à l'air du bâtiment a pour but de limiter au maximum les fuites d'air incontrôlé synonyme de perte calorifique et d'inconfort.

Néanmoins, dans l'optique d'une conservation du bâti et d'une bonne qualité de l'air intérieur, l'installation d'une ventilation mécanique est indispensable.

Le maître d'ouvrage devra sensibiliser les entreprises sur le traitement d'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.

Les préconisations suivantes devront être respectées :

- 1) Pare pluie et freine vapeur agrafés sans étanchéification spécifique
Traiter les liaisons par rubans adhésifs et collage soigneux aux structures adjacentes ; important pour les deux membranes.
- 2) Liaisons entre dormants et bâti des ouvertures extérieures (portes et fenêtres)
Comblement de l'espace par mastic acrylique, liaison des deux structures par ruban adhésif ou bandes de freine vapeur collées « en jupe » sur la tranche des dormants.
- 3) Liaison maçonnerie – charpente
Etanchéfier avec freine vapeur, collage et/ou ruban adhésif.
- 4) Liaison entre pans de toiture
Etanchéfier les pare pluie entre eux, faire retour des freine vapeur sur panne faîtière ; si pannes apparentes, coiffer les pannes d'une bande de freine vapeur avant pose des chevrons, à raccorder ensuite au reste du freine vapeur.
- 5) Liaison entre caissons de toiture
Etanchéfier les pare pluie entre eux.
- 6) Gaines techniques et trappe d'accès.
Etanchéfier entre étages et poser un joint sur le dormant de la trappe.
- 7) Liaison murs et réseau aéraulique.
Etanchéfier entre fourreau et conduit, de préférence effectuer toute la distribution en espace chaud.
- 8) Fourreau / pénétration
Utiliser des membranes en caoutchouc permettant l'occultation des orifices (avec un trou central pour le passage des câbles ou des tubes), soit colmater les orifices avec de la mousse ou du silicone.
- 9) Liaison cloison et poutres apparentes.

Solution : ruban adhésif périphérique entre poutre et cloison.

10) Réseau de distribution électrique avec une extrémité en espace froid.

Étanchéifier à une extrémité (de préférence en sortie de tableau) la ou les gaines ayant l'extrémité distale en espace froid, par bouchon de mastic.

11) Réseau téléphone et TV.

Étanchéifier les gaines par bouchon de mastic.

12) Boîtes de dérivation en espace froid.

Éviter les boîtes de dérivation en espace froid, ou étanchéifier soigneusement la liaison gaine boîte.

13) Boîtiers électriques ajourés.

Préférer les boîtiers électriques pleins à percer ou ceux à membrane caoutchouc.

14) Trappe vers combles non aménagés.

Solution : joint entre dormant et ouvrant, ruban adhésif entre dormant et bâti.

15) Passage câble entre espaces chauds et froids.

Préférer les passages individuels colmatables au passage groupé difficile à traiter entre les éléments.

Liste de fabricant proposant une gamme d'accessoire :

- Ampack : <http://www.ampack.fr/fr/>
- Doerken : <http://www.doerken.fr/>
- Pro clima : <http://www2.proclima.com/co/FRN/fr/france.html>
- Iso-Chemie : <http://www.iso-chemie.fr/>
- Isover : <http://www.isover.fr/>



8. ANNEXE 2 : Glossaire pédagogique

ACERMI : certification de l'Association pour la Certification des Matériaux Isolants

Acotherm : label de certification thermique et phonique des fenêtres

APD : Avant-Projet Définitif

APS : Avant-Projet Sommaire

BAES : Bloc Autonome d'Éclairage de Sécurité

BBC : Bâtiment Basse Consommation

CEE : Certificat d'Économie d'Énergie

CEP : Consommation d'Énergie Primaire. Ce coefficient représente la consommation conventionnelle d'énergie primaire de votre copropriété, portant sur les consommations de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs). [KWhEp/(m².an)]

COE : Conseil en Orientation Énergétique

Conductivité thermique : grandeur physique caractérisant le comportement des matériaux lors du transfert thermique par conduction

CSTBAT : certification du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

CTA : Centrale de Traitement d'Air

DJU : Degré Jour Unifié

DOE : Dossier des Ouvrages Exécutés

ECS : Eau Chaude Sanitaire

EFS : Eau Froide Sanitaire

EP : Énergie Primaire

ERP (Classement) : Établissement Recevant du Public.

Exemple : pour le classement R 4, R signifie « établissement scolaire », 4 signifie « 300 personnes et moins ».

FLJ : Facteur de Lumière de Jour moyen

FOD : Fuel Oil Domestique

GES : Gaz à Effet de Serre

GTC : Gestion Technique Centralisée

GV : Grande Vitesse

HC : Heure Creuse

HCE : Heure Creuse Été

HCH : Heure Creuse Hiver

HPE : Heure Pleine Été

HPH : Heure Pleine Hiver

HSP : Hauteur Sous Plafond

IRC : Indice de Rendu des Couleurs

kWhCUMAC : kilowattheures cumulés actualisés (= générée sur toute la durée de vie d'un équipement)

kWh_{ef} : kilowattheure d'énergie finale (= facturée)

kWh_{ep} : kilowattheure d'énergie primaire (= disponible dans la nature)

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur

PV : Petite Vitesse

PV : Photovoltaïque

R : Résistance thermique : exprime la résistance d'un matériau au passage d'un flux de chaleur

SHON : Surface Hors d'œuvre Nette

SU : Surface Utile

SV : Simple Vitrage

VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée



L'équipe Greenation vous remercie pour votre confiance

Pour toute information complémentaire, nous sommes à votre disposition

Par mail

contact@greenation.fr

Par téléphone

N° vert 0 805 111 921

Ou

09 81 29 56 25