



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
NORMANDIE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**PRÉFET  
DE LA SEINE-  
MARITIME**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# PREFECTURE DE NORMANDIE ET DE LA SEINE-MARITIME

Audit énergétique

Mai 2025

**VOTRE INTERLOCUTEUR :**

Gildas MICHAU

Tél. : 06.42.55.53.67

E-mail : g.michau@inddigo.com



[www.inddigo.com](http://www.inddigo.com)



| Date       | Révision         | Commentaires          |
|------------|------------------|-----------------------|
| 10/04/2025 | Version initiale | Rapport intermédiaire |
| 20/05/2025 | Version initiale | Rapport finalisé      |

**CHEF DE PROJET**

Gildas MICHAU

Efficacité Energétique & Patrimoine

Ligne directe : 06 42 55 53 67

E-mail : g.michau@inddigo.com

**REDACTRICE**

Marine DHOTE

Consultante

Ligne directe : 06 33 00 90 58

E-mail : m.dhote@inddigo.com

*Tout droit de reproduction et représentation sont réservés et la propriété exclusive d'INDDIGO SAS, y compris les textes et les représentations iconographiques, photographiques. L'utilisation, la reproduction, la transmission, modification, rediffusion ou vente de toutes les informations reproduites sur ce document (articles, photos et logos compris) ou partie de ce document (texte y compris) sur un support quel qu'il soit, ou encore la diffusion sur un site internet par le biais d'un groupe de discussion, forum ou autre système ou réseau informatique que ce soit, et ce dans le cadre d'une utilisation à caractère commercial ou non lucratif, sont formellement interdites sans l'autorisation préalable et écrite de la société INDDIGO SAS.*

# SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| ABREVIATIONS .....   | 4         |
| <b>1 PRESENTATION DU SITE .....</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1 DONNEES GENERALES .....  | 5         |
| <b>2 GENERALITES .....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.2 DESCRIPTION DU SITE.....   | 7         |
| 2.3 CARACTERISTIQUES DU BATI .....   | 10        |
| 2.4 LES INSTALLATIONS CLIMATIQUES.....   | 26        |
| 2.5 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES.....   | 46        |
| <b>3 CONSOMMATIONS ENERGETIQUES .....</b>  | <b>49</b> |
| 3.1 SYNTHESE DES CONSOMMATIONS .....   | 49        |
| 3.2 CONSOMMATIONS ELECTRIQUES .....  | 50        |
| 3.3 CONSOMMATIONS DE CHALEUR .....   | 51        |
| 3.4 ETIQUETTES CLIMAT ET ENERGIE .....   | 53        |
| <b>4 APPLICATION DU DISPOSITIF ECO-ENERGIE TERTIAIRE.....</b>                                  | <b>54</b> |
| 4.1 OBJECTIF « RELATIF » DU DECRET TERTIAIRE S'APPLIQUANT AU BATIMENT/PARTIE DE BATIMENT ..... | 55        |
| 4.2 OBJECTIF « VALEUR ABSOLUE » DU DECRET TERTIAIRE S'APPLIQUANT AU BATIMENT .....             | 56        |
| 4.3 COMPARAISON DES OBJECTIFS A HORIZON 2030 .....   | 56        |
| <b>5 MODELISATION DU SITE.....</b>   | <b>57</b> |
| 5.1 MODELISATION ELECTRIQUE .....  | 57        |
| 5.2 MODELISATION THERMIQUE.....  | 59        |
| <b>6 GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT .....</b>   | <b>62</b> |
| <b>7 ENERGIES RENOUVELABLES ET FATALES .....</b>   | <b>63</b> |
| 7.1 ENERGIES THERMIQUES .....  | 63        |
| 7.2 FOCUS GEOTHERMIE SUR NAPPE.....  | 64        |
| 7.3 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE (PV) .....  | 66        |
| <b>8 PRECONISATIONS.....</b>   | <b>68</b> |
| 8.1 INTRODUCTION.....  | 68        |
| 8.2 PRECONISATIONS PROPOSEES .....   | 68        |
| 8.3 PRECONISATION DU BATIMENT .....  | 69        |
| <b>9 SCENARIOS .....</b>   | <b>76</b> |
| 9.1 CONTENU DES SCENARIOS.....   | 77        |
| 9.2 RESULTATS .....  | 79        |
| <b>10 SCENARIOS METHODE REGLEMENTAIRE .....</b>  | <b>83</b> |
| <b>11 ANALYSE CONFORT ETE.....</b>   | <b>85</b> |
| 11.1 EXPLICATIONS MODELISATION CONFORT .....   | 85        |
| 11.2 ANALYSE DES RESULTATS .....   | 88        |
| <b>12 ANNEXES .....</b>  | <b>91</b> |

## ABREVIATIONS

|        |   |
|--------|---|
| CEE    | Certificats d'Economies d'Energie   |
| COD    | Centre Opérationnel Départemental   |
| CSPE   | Contribution au Service Public de l'Electricité   |
| CVC    | Chauffage Climatisation Ventilation   |
| DJU    | Degré Jour Unifié   |
| DSIC   | Direction des Systèmes d'Information et de Communication  |
| DV     | Double Vitrage  |
| ECS    | Eau Chaude Sanitaire  |
| EFS    | Eau Froide Sanitaire  |
| EF     | Energie Finale  |
| EP     | Energie Primaire  |
| EnR    | Energie(s) Renouvelable(s)  |
| GES    | Gaz à Effet de Serre (émissions de CO <sub>2</sub> associées)                                   |
| kWh EF | kWh d'énergie finale  |
| kWh EP | kWh d'énergie primaire  |
| P1     | Options des contrats d'exploitation des équipements climatiques. P1 : fourniture du combustible |
| P2     | Entretien courant (type de contrat le plus répandu)   |
| P3     | Gros entretien comprenant le remplacement des équipements                                       |
| PCI    | Pouvoir Calorifique Inférieur   |
| PCS    | Pouvoir Calorifique Supérieur   |
| RSI    | Retour Sur Investissement   |
| SV     | Simple Vitrage  |
| T5     | Type de luminaire : tube fluorescent haut rendement associé à un ballast électronique           |
| T8     | Type de luminaire : tube fluorescent associé à un ballast ferromagnétique                       |
| VEV    | Variation Electronique de Vitesse   |
| V3V    | Vanne 3 voies   |
| VS     | Vide Sanitaire  |
| RT/RM  | Robinet thermostatique / Robinet Manuel   |

# 1 PRESENTATION DU SITE

## 1.1 DONNEES GENERALES

| Adresses du site   |
|--|
| <b>Préfecture de Normandie</b><br>7 Pl. de la Madeleine, 76000 Rouen |
| Visité le : 15 et 16 janvier 2025                                    |

| Liste des intervenants |                                       | Nom  | Téléphone      | E-mail   |
|------------------------|---------------------------------------|--|----------------|--|
| Maître d'ouvrage       | Préfecture<br>Seine-<br>Maritime      | Pascal BRIA<br><i>Services des Moyens<br/>Généraux<br/>Chef de Projets<br/>Immobiliers</i> | 06.33.61.62.62 | <a href="mailto:pascal.bria@seine-maritime.gouv.fr">pascal.bria@seine-maritime.gouv.fr</a>     |
|                        | Direction<br>Immobilière<br>de l'Etat | Pierre Panier<br><i>Coordinateur énergie<br/>régional</i>                                  | 06 11 78 91 07 | <a href="mailto:pierre.panier@dgfip.finances.gouv.fr">pierre.panier@dgfip.finances.gouv.fr</a> |
| Auditeur               | INDDIGO                               | Gildas MICHAU  | 06 42 55 53 67 | <a href="mailto:g.michau@inddigo.com">g.michau@inddigo.com</a>                                 |
|                        |                                       | Marine DHOTE<br><i>Consultante</i>   | 06.33.00.90.58 | <a href="mailto:m.dhote@inddigo.com">m.dhote@inddigo.com</a>                                   |

## 2 GENERALITES

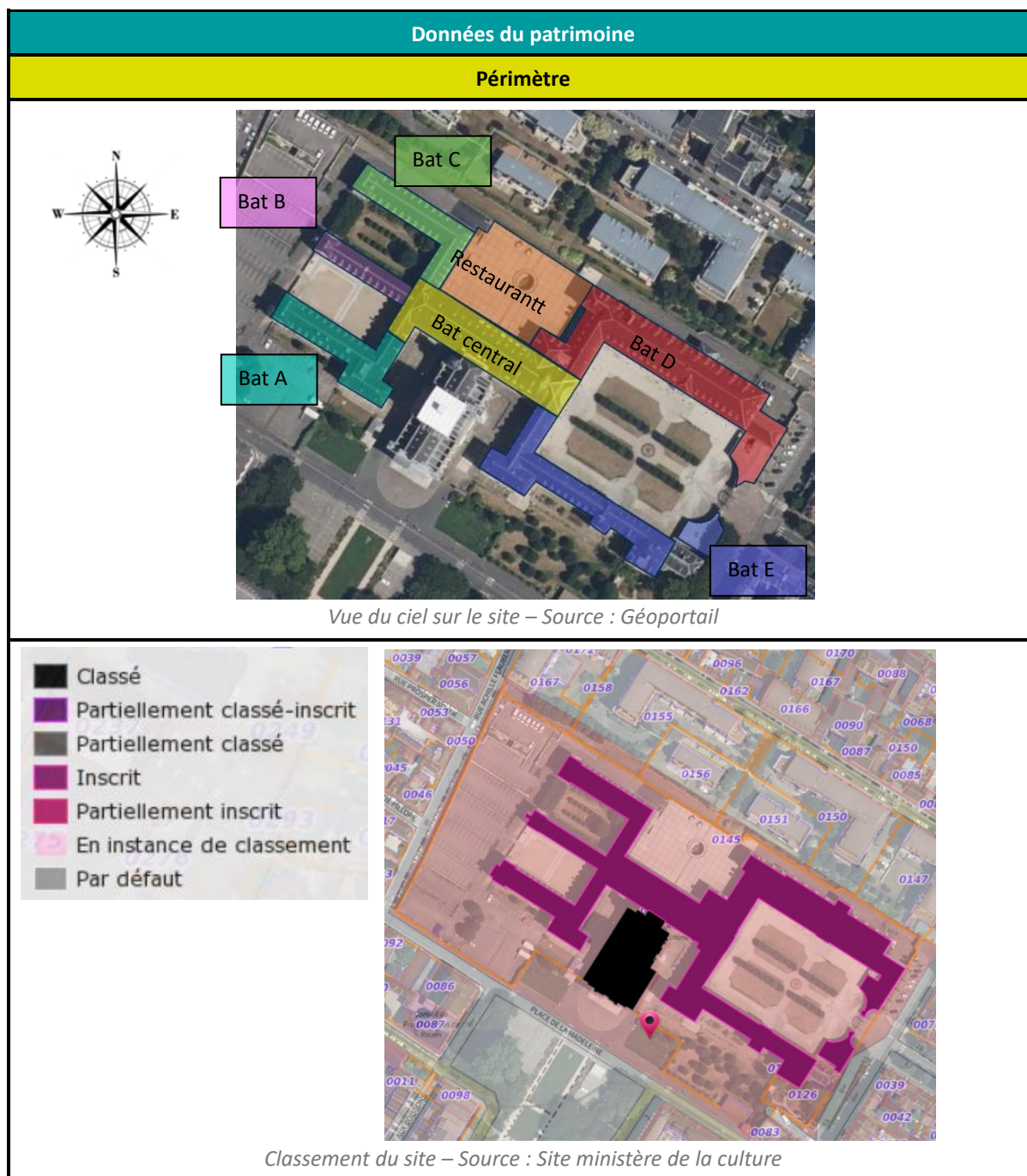
### 2.1 SOURCES DE L'ETUDE

L'étude présentée ci-après s'est appuyée sur la documentation suivante fournie par la Préfecture de Normandie :

- ✓ Plans de niveaux ;
- ✓ Maquette BIM 3D ;
- ✓ Audit Energétique réalisé par BatiTechniConcept en 2011 ;
- ✓ Expertise parasitaire réalisé par l'EURL Jean-Michel REYMOND en 2019 ;
- ✓ Etude Smart Diag – Bilan initial 2023 réalisé par Smart-impulse en 2023 ;
- ✓ Données OPERAT relative au Dispositif Eco-Energie Tertiaire ;
- ✓ Données de consommation énergétique de 2022 à 2024 ;

## 2.2 DESCRIPTION DU SITE

La préfecture de Normandie se trouve au centre-ville de Rouen. L'environnement direct du bâtiment est de type urbain. Le site n'est donc pas trop exposé aux vents et les infiltrations d'air sont limitées. Le bâtiment date de 1758 et a été réhabilité lourdement en 1995. Le bâtiment de la préfecture est inscrit, l'église devant le bâtiment centrale est classée. Le site est ainsi soumis à l'avis des ABF. Le bâtiment accueille 530 résidents travaillant entre 7h et 19h, du public de 8h30 à 15h45, et détient également une cellule de crise qui est occupée en cas de crise, mais cette dernière doit être prête à être occupée à tout moment.





*Vue extérieure sur le site – Source : INDDIGO*

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Nombre de bâtiments</b>   | 1 bâtiment décomposé en 7 zones appelées « bâtiment » comme indiqué dans l'image vue du ciel ci-dessus. |
| <b>Année de construction</b> | 1758  |
| <b>Surface de plancher</b>   | 19 228 m <sup>2</sup>   |

| Type d'énergie               |  |
|------------------------------|--|
| <b>Chauffage</b>             | Gaz et électrique  |
| <b>ECS</b>                   | Gaz et électrique  |
| Fonctionnement               |  |
| <b>Effectif moyen</b>        | Résidents (=personnel) : 530 personnes<br>Public : 44 000 personnes / an   |
| <b>Horaires d'occupation</b> | Lundi : 7h – 19h<br>Mardi : 7h – 19h<br>Mercredi : 7h – 19h<br>Jeudi : 7h – 19h<br>Vendredi : 7h – 19h<br>Samedi : exceptionnellement<br>Dimanche : exceptionnellement |

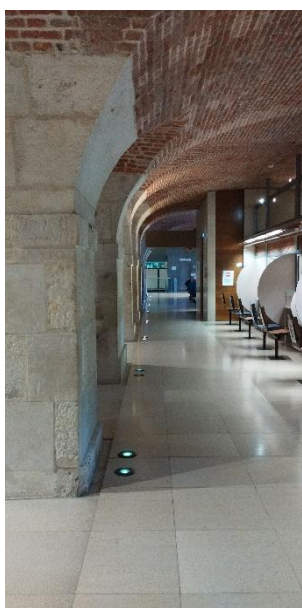




*Façades côté cour d'honneur (de gauche à droite : bâtiments E, central et D)*



*Façade Ouest bâtiment D avec colombages*



*Couloir guichets – RDC bâtiment central*



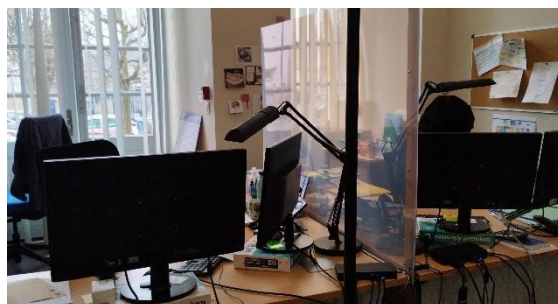
*Grand salon – R+1 bâtiment D*



*Couloir – R+2 bâtiment A*



*Salle de réunion – R+2 bâtiment E*



*Bureaux – RDC bâtiment A*

## 2.3 CARACTERISTIQUES DU BATI

|   | Adéquation Energétique   | Etat Fonctionnel                                    |
|---|--|---|
| 3 | Paroi très performante   | Paroi neuve et saine                                |
| 2 | Paroi performante  | Paroi en bon état                                   |
| 1 | Paroi peu performante  | Paroi vieillissante nécessitant un rafraichissement |
| 0 | Paroi très peu performante, travaux d'amélioration fortement recommandés | Paroi fortement dégradée                            |

### 2.3.1 CARACTERISTIQUES BATIMENT A

| Bâtiment A                    |   |                |                                  |  |              |                        |                  |
|-------------------------------|---|----------------|----------------------------------|--|--------------|------------------------|------------------|
| Parois                        | Compositions                                      | Epaisseur (cm) | Performance (U ou R)             | Exigence réglementaire en zone H1A, B ou C | Exigence CEE | Adéquation Energétique | Etat Fonctionnel |
| Parois extérieures 1          | Pierre  | 60-80          | $R = 0,5 \text{ m}^2.K/W$        | $\geq 3,2$                                 | $\geq 3,7$   | 0                      | 2                |
| Parois extérieures 2          | Pierre<br>Laine de verre                          | 75<br>5        | $R = 1,9 \text{ m}^2.K/W$        | $\geq 3,2$                                 |              | 1                      | 2                |
| Planchers bas sur terre-plein | Pierre  | 30             | $\text{Req} = 4 \text{ m}^2.K/W$ | -  | -            | 3                      | 2                |
| Toiture/Murs – rampants R+2   | Ardoise<br>Laine de bois<br>Plâtre                | 1<br>10<br>1   | $R = 2,7 \text{ m}^2.K/W$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 1                      | 2                |
| Toiture - combles             | Laine de roche soufflée dégradée<br>Plancher bois | 30<br>2        | $R = 5,7 \text{ m}^2.K/W$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 2                      | 1                |
| Ouvrants                      | Bois simple vitrage                               | -              | $U = 4,1 \text{ W/m}^2.K$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 0                      | 1                |
|                               | Bois double vitrage                               | 4-16-4         | $U = 1,5 \text{ W/m}^2.K$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 3                      | 3                |
|                               | Métallique simple vitrage                         | -              | $U = 5 \text{ W/m}^2.K$          | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 0                      | 2                |
|                               | Métallique double vitrage                         | 4-12-4         | $U = 3 \text{ W/m}^2.K$          | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 1                      | 1                |
|                               | Porte bois extérieure                             | -              | $U = 5 \text{ W/m}^2.K$          | -  | -            | 0                      | 1                |





*Mur en pierre et plancher bas Terre-plein  
Couloir – RDC bâtiment A*



*Mur en pierre + doublage  
Couloir – R+2 bâtiment A*



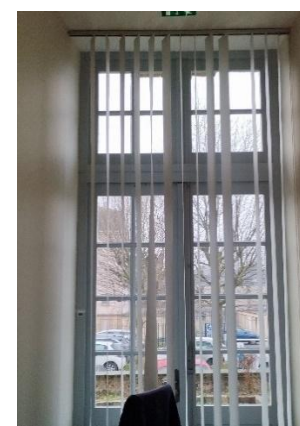
*Toiture/murs rampants  
Couloir – R+2 bâtiment A*



*30 cm de laine de roche soufflée dégradée –  
combles bâtiment A*



*Bois double vitrage –  
R+2 bâtiment A*



*Menuiseries bois simple vitrage –  
RDC bâtiment A*

### 2.3.2 CARACTERISTIQUES BATIMENT B

| Bâtiment B                    |   |                |  |  |              |                        |                  |
|-------------------------------|---|----------------|--|--|--------------|------------------------|------------------|
| Parois                        | Compositions                                      | Epaisseur (cm) | Performance (U ou R)                           | Exigence réglementaire en zone H1A, B ou C | Exigence CEE | Adéquation Energétique | Etat Fonctionnel |
| Parois extérieures            | Pierre  | 60-80          | $R = 0,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 3,2$                                 | $\geq 3,7$   | 0                      | 2                |
| Planchers bas sur terre-plein | Pierre  | 30             | $\text{Req} = 4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ | -  | -            | 3                      | 2                |
| Toiture/Murs – rampants R+2   | Ardoise<br>Laine de bois<br>Plâtre                | 1<br>10<br>1   | $R = 2,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 1                      | 2                |
| Toitures - combles            | Laine de roche soufflée dégradée<br>Plancher bois | 30<br>2        | $R = 5,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 2                      | 1                |
| Ouvrants                      | Bois simple vitrage                               | -              | $U = 4,1 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 0                      | 1                |
|                               | Bois double vitrage                               | 4-16-4         | $U = 1,5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 3                      | 3                |
|                               | Métalliques double vitrage blindé                 | 4-4-12-4       | $U = 3 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$          | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 1                      | 1                |



*Mur Pierre  
Couloir RDC bâtiment B*



*Sous-sol archive sur terre-plein  
– R-1 bâtiment B*



*Toiture/murs rampants  
Bureau – R+2 bâtiment B*



*Combles bâtiment B non visités mais similaires à  
combles bâtiment A (photo)*



*Menuiseries bois simple vitrage + entrées d'air –  
R+2 bâtiment B*



*Menuiseries métallique double vitrage blindé –  
RDC bâtiment B*

### 2.3.3 CARACTERISTIQUES BATIMENT C

| Bâtiment C                    |   |                |  |  |              |                        |                  |
|-------------------------------|---|----------------|--|--|--------------|------------------------|------------------|
| Parois                        | Compositions                                      | Epaisseur (cm) | Performance (U ou R)                           | Exigence réglementaire en zone H1A, B ou C | Exigence CEE | Adéquation Energétique | Etat Fonctionnel |
| Parois extérieures            | Pierre<br>Laine de verre                          | 60-80<br>5     | $R = 1,9 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 3,2$                                 | $\geq 3,7$   | 1                      | 2                |
| Planchers bas sur terre-plein | Pierre  | 30             | $\text{Req} = 4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ | -  | -            | 3                      | 2                |
| Toiture/Murs – rampants R+2   | Ardoise<br>Laine de bois<br>Plâtre                | 1<br>10<br>1   | $R = 2,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 1                      | 2                |
| Toitures - combles            | Laine de roche soufflée dégradée<br>Plancher bois | 30<br>2        | $R = 5,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 2                      | 1                |
| Ouvrants                      | Métalliques simple vitrage                        | -              | $U = 5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$          | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 0                      | 1                |
|                               | Bois simple vitrage                               | -              | $U = 4,1 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 0                      | 1                |





*Mur Pierre + doublage  
Couloir R+1 bâtiment C*



*Sol en pierre  
RDC bâtiment C*



*Toiture/murs rampants et menuiseries bois simple  
vitrage - Bureau R+2 bâtiment C*



*30 cm de laine de roche soufflée dégradée sous le voile  
- Combles bâtiment C*



*Menuiseries métalliques simple vitrage  
RDC bâtiment C*



*Porte métallique simple vitrage non étanche à l'air –  
RDC bâtiment C*



### 2.3.4 CARACTERISTIQUES BATIMENT CENTRAL

| Bâtiment Central                    |   |                |                      |  |              |                        |                  |
|-------------------------------------|---|----------------|----------------------|--|--------------|------------------------|------------------|
| Parois                              | Compositions  | Epaisseur (cm) | Performance (U ou R) | Exigence réglementaire en zone H1A, B ou C | Exigence CEE | Adéquation Energétique | Etat Fonctionnel |
| Parois extérieures                  | Pierre  | 90-120         | R = 0,8 m².K/W       | ≥ 3,2                                      | ≥ 3,7        | 0                      | 2                |
| Parois sur sol                      | Béton<br>Laine de verre                                   | 20<br>5        | R = 1,5 m².K/W       | ≥ 2,5                                      |              | 2                      | 2                |
| Planchers bas sur terre-plein       | Pierre/béton  | 30             | Req = 4 m².K/W       | -  | -            | 3                      | 2                |
| Planchers bas sur locaux techniques | Béton<br>Flocage laine de roche                           | 20<br>2        | R = 0,8 m².K/W       | ≥ 3  | ≥ 3          | 0                      | 2                |
| Toiture/Murs – rampants R+3         | Ardoise<br>Laine de bois<br>Plâtre                        | 1<br>10<br>1   | R = 2,7 m².K/W       | ≥ 5,2                                      | ≥ 6          | 1                      | 2                |
| Toitures - combles                  | Laine de roche soufflée/rouleau dégradée<br>Plancher bois | 30<br>2        | R = 5,7 m².K/W       | ≥ 5,2                                      | ≥ 6          | 2                      | 1                |
| Ouvrants                            | Bois simple vitrage                                       | -              | U = 4,1 W/m².K       | ≤ 1,9                                      | ≤ 1,5        | 0                      | 1                |
|                                     | Métallique simple vitrage                                 | -              | U = 5 W/m².K         | ≤ 1,9                                      | ≤ 1,5        | 0                      | 1                |
|                                     | Métallique double vitrage                                 | 4-12-4         | U = 3 W/m².K         | ≤ 1,9                                      | ≤ 1,5        | 1                      | 1                |
|                                     | Bois double vitrage (lucarne)                             | 4-14-4         | U = 1,8 W/m².K       | ≤ 1,9                                      | ≤ 1,5        | 3                      | 1                |



*Murs en pierre – RDC bâtiment central*



*Mur Pierre + doublage  
Couloir R+2 bâtiment Central*



*Sol en terre-plein  
– sous-sol bâtiment central*



*Flocage coupe-feu –  
plafond local GTB sous-sol bâtiment central*



*Toiture/murs rampants et lucarne bois double vitrage -  
Bureau R+3 bâtiment central*



*30 cm de laine de roche dégradée - Combles bâtiment  
central*



*Porte métallique simple vitrage – RDC bâtiment central*



*Menuiserie métallique simple vitrage – RDC bâtiment central*



*Menuiserie bois simple vitrage – R+1 et mezzanine bâtiment central*

### 2.3.5 CARACTERISTIQUES BATIMENT D

| Bâtiment D                       |                                    |                |  |  |              |                        |                  |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------|--|--|--------------|------------------------|------------------|
| Parois                           | Compositions                       | Epaisseur (cm) | Performance (U ou R)                           | Exigence réglementaire en zone H1A, B ou C | Exigence CEE | Adéquation Energétique | Etat Fonctionnel |
| Parois extérieures 1             | Pierre                             | 50-160         | $R = 0,5 - 1,1 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$  | $\geq 3,2$                                 | $\geq 3,7$   | 0                      | 2                |
| Parois extérieures 2             | Pierre<br>Laine de verre           | 50-160<br>5    | $R = 1,7 - 2,1 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$  | $\geq 3,2$                                 | $\geq 3,7$   | 1                      | 2                |
| Parois extérieures colombage     | Torchis<br>Laine de verre          | 20<br>5        | $R = 1,9 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 3,2$                                 | $\geq 3,7$   | 1                      | 2                |
| Planchers bas sur terre-plein    | Pierre                             | 30             | $\text{Req} = 4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ | -  | -            | 3                      | 2                |
| Planchers bas sur extérieur      | Pierre<br>Isolant                  | 30<br>5        | $R = 1,6 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 3$                                   | $\geq 3$     | 1                      | 1                |
| Toiture/Murs – rampants chevrons | Ardoise<br>Laine de bois<br>Plâtre | 1<br>10<br>1   | $R = 2,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 1                      | 2                |
| Toitures - combles               | Ouate de cellulose soufflée        | 20             | $R = 8,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 3                      | 2                |
|                                  | Laine de roche soufflée dégradée   | 30             |  |  |              |                        |                  |
|                                  | Plancher bois                      | 2              |  |  |              |                        |                  |
| Ouvrants                         | Simple vitrage bois                | -              | $U = 4,1 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 0                      | 1                |
|                                  | Bois double vitrage                | 4-12-4         | $U = 3 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$          | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 1                      | 2                |
|                                  | Bois double vitrage                | 4-16-4         | $U = 1,5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 3                      | 2                |
|                                  | Porte bois extérieure              | -              | $U = 5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$          | -  | -            | 0                      | 1                |



*Mur en pierre + menuiserie bois double vitrage  
Bureau R+2 bâtiment D*



*Murs en torchis + doublage – R+1 bâtiment D*



*8 cm de laine de verre –  
doublage R+2 bâtiment D*



*Plancher bas sur extérieur – bâtiment D*



*Ouate de cellulose soufflée par-dessus laine  
de roche existante (40cm en tout) – combles  
bâtiment D*



*Porte en bois – RDC bâtiment D*

## 2.3.6 CARACTERISTIQUES BATIMENT E

| Bâtiment E                     |   |                |  |  |              |                        |                  |
|--------------------------------|---|----------------|--|--|--------------|------------------------|------------------|
| Parois                         | Compositions                                      | Epaisseur (cm) | Performance (U ou R)                           | Exigence réglementaire en zone H1A, B ou C | Exigence CEE | Adéquation Energétique | Etat Fonctionnel |
| Parois extérieures             | Pierre<br>Laine de verre                          | 50-160<br>5    | $R = 0,7 - 2,1 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$  | $\geq 3,2$                                 | $\geq 3,7$   | 1                      | 2                |
| Planchers bas sur terre-plein  | Pierre  | 30             | $\text{Req} = 4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ | -  | -            | 3                      | 2                |
| Toitures - combles             | Laine de roche soufflée dégradée<br>Plancher bois | 30<br>2        | $R = 5,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 2                      | 1                |
| Toiture - combles              | Floorboard -Foamglas<br>Plancher bois             | 15<br>2        | $R = 3,9 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 1                      | 2                |
| Toitures – rampants stockage   | Ardoise<br>Laine de roche<br>Plâtre               | 1<br>10<br>1   | $R = 2,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$        | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 1                      | 2                |
| Toiture – combles sous-station | Béton   | 20             | $0,3 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$            | $\geq 5,2$                                 | $\geq 6$     | 0                      | 2                |
| Ouvrants                       | Bois simple vitrage                               | -              | $U = 4,1 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 0                      | 1                |
|                                | Bois double vitrage                               | 4-16-4         | $U = 1,5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$        | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 3                      | 2                |
|                                | Porte bois extérieure                             | -              | $U = 5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$          | -  | -            | 0                      | 1                |





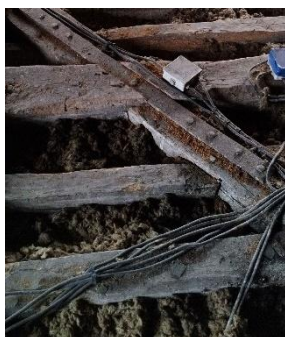
*Mur en pierre + doublage  
Salle de réunion R+2 bâtiment E*



*Sol terre-plein + menuiseries bois simple vitrage -  
Couloir RDC jonction bâtiment E à central*



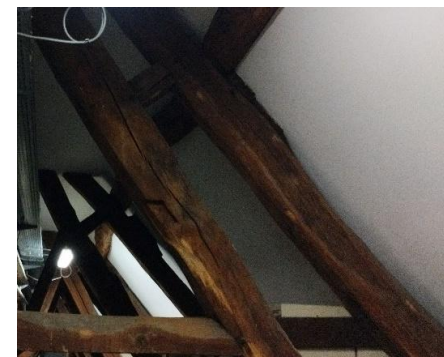
*Menuiseries bois double vitrage – R+1 bâtiment E*



*30 cm de laine de verre soufflée dégradée –  
combles bâtiment E*



*Isolation panneaux en verre cellulaire 15 cm  
– combles bâtiment E*



*Isolation en rampants 10 cm –  
combles bâtiment E*

### 2.3.7 CARACTERISTIQUES BATIMENT RESTAURANT

| Bâtiment Restaurant                  |                           |                |                           |  |              |                        |                  |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|--|--------------|------------------------|------------------|
| Parois                               | Compositions              | Epaisseur (cm) | Performance (U ou R)      | Exigence réglementaire en zone H1A, B ou C | Exigence CEE | Adéquation Energétique | Etat Fonctionnel |
| <b>Parois sur sol</b>                | Béton<br>Laine de verre   | 20<br>5        | $R = 1,5 \text{ m}^2.K/W$ | $\geq 2$                                   | $\geq 3,7$   | 2                      | 2                |
| <b>Planchers bas sur terre-plein</b> | Béton/pierre              | 30             | $Req = 4 \text{ m}^2.K/W$ | -  | -            | 3                      | 2                |
| <b>Toitures - parking</b>            | Revêtement parking        | 15             | $R = 4,1 \text{ m}^2.K/W$ | $\geq 4,5$                                 | $\geq 4,5$   | 2                      | 2                |
|                                      | Isolant type polyuréthane | 10             |                           |  |              |                        |                  |
|                                      | Béton                     | 20             |                           |  |              |                        |                  |
| <b>Ouvrants</b>                      | Simple vitrage acier      | -              | $U = 5 \text{ W/m}^2.K$   | $\leq 1,9$                                 | $\leq 1,5$   | 0                      | 1                |



*Murs + doublage - Restaurant*



*Menuiseries métalliques simple vitrage - Restaurant*



*Parking donnant sur le Restaurant*

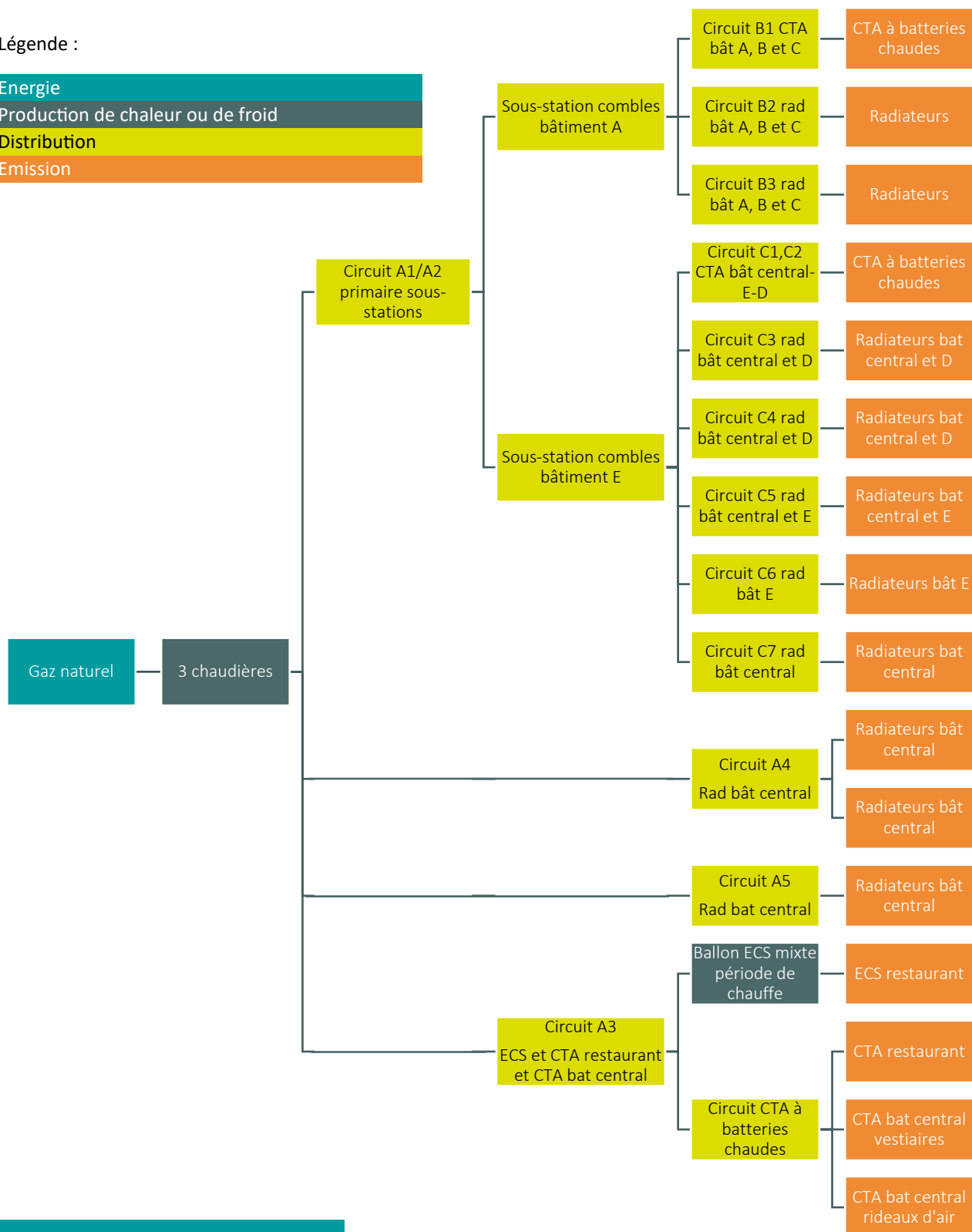
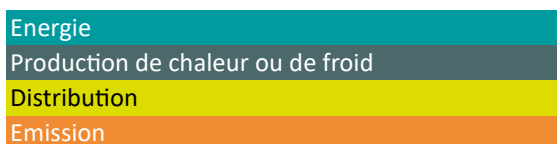


| ANALYSE DU BÂTI   |
|---|
| <b>MURS</b>   |
| Les murs sont majoritairement en pierre, d'une épaisseur comprise entre 60 cm et 1,6 m. Ils sont non isolés ou peu isolés avec 5-8 cm de laine de verre dans un doublage intérieur (environ 60% des murs avec doublage). L'isolation des murs est à prévoir pour renforcer les performances des parois.   |
| <b>TOITURE</b>  |
| <p><b>Dans les combles des bâtiments A, B, C, Central et E:</b> isolation dégradée, non uniforme, non performante. Sur la jonction entre le bâtiment E et le bâtiment central, à l'endroit de la sous-station, les combles sont non isolés. Une partie des combles du bâtiment E est aménagée en stockage, celle-ci est isolée en rampants : isolation peu performante – 10 cm d'isolant estimés.</p> <p>Un premier niveau d'isolation des combles est mis en place, une reprise de l'isolation pourrait être judicieuse.</p> <p><b>Dans les combles du bâtiment D,</b> une isolation en ouate de cellulose a été rajoutée en 2023 par-dessus l'isolation existante : isolation récente et performante.</p> |
| <b>PLANCHER BAS</b>   |
| <p>Une grande partie des planchers bas est sur terre-plein et est non isolée mais l'intérêt de les isoler sur ce bâtiment est limité notamment en raison de la complexité.</p> <p>Une partie des planchers bas donne sur locaux techniques (ex : chaufferie) et est peu isolée avec seulement 2 cm de flocage. L'isolation des planchers bas sur cette partie peut être limitée en raison de la présence de nombreux équipements techniques (réseaux de chauffage notamment).</p> <p>Une voute permet de passer du côté restaurant à la cour d'honneur, le plafond de cette voûte donne sur l'extérieur et est peu isolé.</p>   |
| <b>MENUISERIES</b>  |
| Les menuiseries sont encore majoritairement en simple vitrage, quelques façades ont été remplacées par du double vitrage. Les portes en bois massif sont peu étanches et isolantes. Le remplacement des menuiseries simple vitrage permettrait de réduire les pertes de chaleur et d'améliorer l'étanchéité à l'air..   |

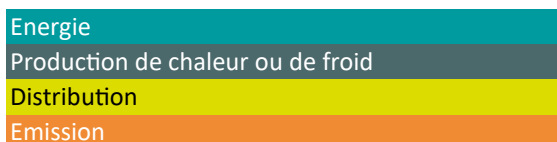
## 2.4 LES INSTALLATIONS CLIMATIQUES

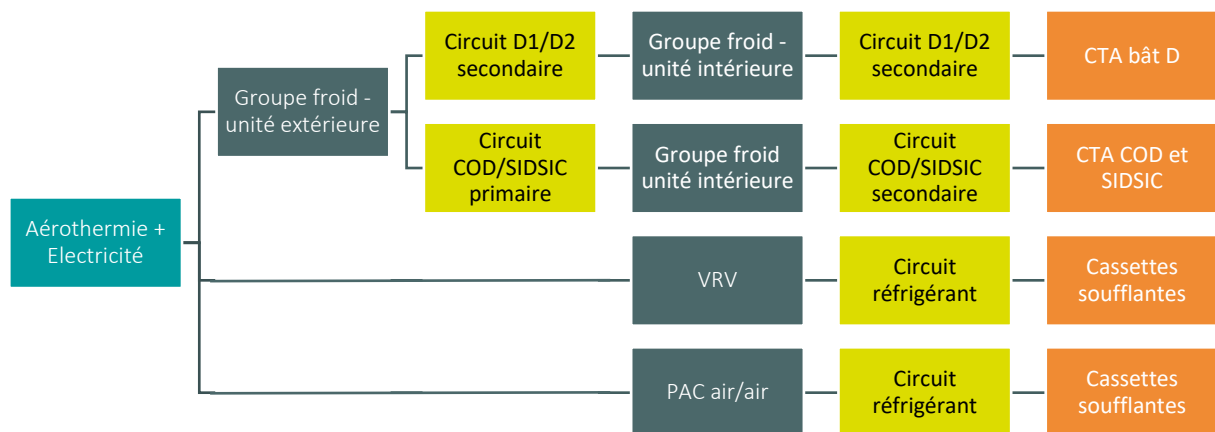
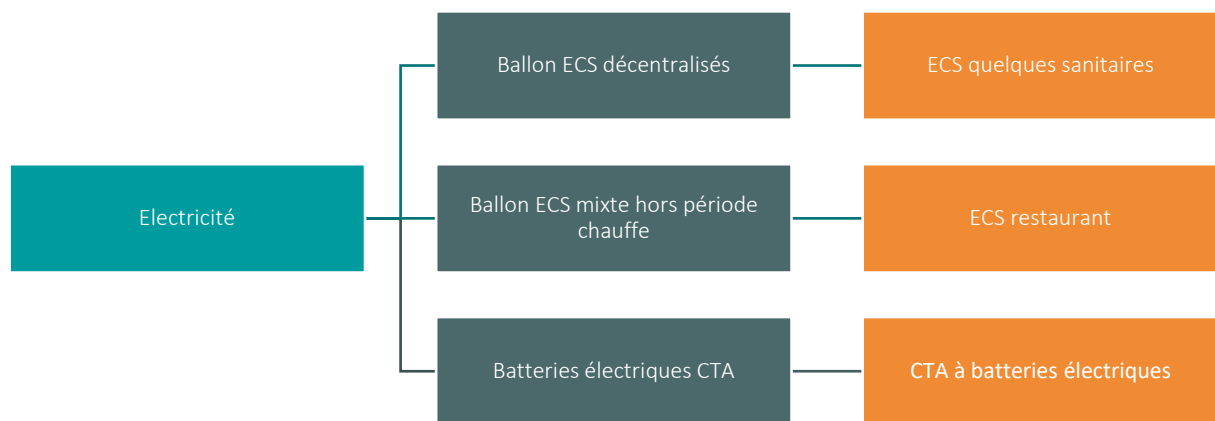
### 2.4.1 SYNOPTIQUES DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE, FROID ET ECS

Légende :



Légende :





## 2.4.2 NOTATION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

|   | Indice Energétique   | Indice de vétusté  |
|---|--|--|
| 3 | Installation très performante  | Installation neuve   |
| 2 | Installation performante   | Installation récente et ne présentant pas de problématique de fonctionnement |
| 1 | Installation peu performante, substitution aisée par une installation plus performante | Installation ancienne nécessitant un entretien important                     |
| 0 | Installation érogivore, technologie obsolète   | Installation vétuste, remplacement à prévoir                                 |

## 2.4.3 PRODUCTION DE CHAUFFAGE ET SES EQUIPEMENTS

### 2.4.3.1 Production de chauffage

| Production de chauffage         | Marque Modèle | Puissance Thermique (kW) | Type              | Date installation | Indice énergétique | Indice de vétusté |
|---------------------------------|---------------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 3 chaudières gaz naturel /fioul | Guillot       | 3 x 650 kW               | Haute température | 1994              | 1                  | 1                 |

### 2.4.3.2 Régulation, paramétrage GTB

Les programmations horaires de chauffage sont réglées en confort de 7h à 19h du lundi au vendredi.

|                  | Loi d'eau                         |                      | Optimisation température ambiante* | Température de non chauffe** | Réduit en inoccupation |
|------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Circuit primaire | T <sub>ext</sub>                  | T <sub>circuit</sub> | -                                  | -                            | -                      |
|                  | -10°C                             | 70°C                 |                                    |                              |                        |
|                  | 15°C                              | 62°C                 |                                    |                              |                        |
| Circuit A3       | T <sub>constante,ECS</sub> = 58°C |                      | -                                  | -                            | -                      |
| Circuit A4       | T <sub>ext</sub>                  | T <sub>circuit</sub> | Consigne T <sub>amb</sub> : 19°C   | Si T <sub>ext</sub> ≥ 19°C   | - 5°C                  |
|                  | -10 °C                            | 70 °C                |                                    |                              |                        |
|                  | 15°C                              | 30 °C                |                                    |                              |                        |
| Circuit A5       | Idem A4                           |                      |                                    |                              |                        |
| Circuit B1       | -                                 |                      | -                                  | -                            | -                      |

|               | Loi d'eau        |                      | Optimisation<br>température ambiante* | Température de<br>non chauffe** | Réduit en<br>inoccupation |
|---------------|------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Circuit B2    | T <sub>ext</sub> | T <sub>circuit</sub> | Consigne T <sub>amb</sub> : 21°C      | Si T <sub>ext</sub> ≥ 19°C      | - 5°C                     |
|               | -10°C            | 70°C                 |                                       |                                 |                           |
|               | Circuit B3       | 15°C                 |                                       |                                 |                           |
| Circuit C1/C2 | -                |                      | -                                     | -                               | -                         |
| Circuit C3    | T <sub>ext</sub> | T <sub>circuit</sub> | Consigne T <sub>amb</sub> : 21°C      | Si T <sub>ext</sub> ≥ 19°C      | - 5°C                     |
| Circuit C4    | -10 °C           | 70 °C                | Consigne T <sub>amb</sub> : 19°C      |                                 |                           |
| Circuit C5    |                  |                      | Consigne T <sub>amb</sub> : 18°C      |                                 |                           |
| Circuit C6    |                  |                      | 15°C                                  |                                 |                           |
| Circuit C7    |                  |                      |                                       |                                 |                           |

\*Coefficient d'autorité : 2°C

\*\*Consigne zone neutre entre chauffage et rafraichissement : 2°C

### 2.4.3.3 Circulateurs chauffage et ECS

| Circuit   | Localisation          | Marque<br>Modèle                      | Type                                | Puissance<br>Elec. (W) | Date<br>installation | Indice<br>énergétique | Indice de<br>vétusté |
|---|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Circuit A1-A2<br><i>primaire sous-stations</i>                        |                       | -                                     | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 1500 W                 | 1994                 | 1                     | 0                    |
| Circuit A3<br><i>ECS et CTA<br/>restaurant et CTA<br/>bat central</i> | Chaufferie            | Wilo Stratos<br>MAXO-D 60/0.5<br>- 12 | Pompes doubles<br>Vitesse variable  | 15 - 950 W             | NC                   | 3                     | 3                    |
| Circuit A4<br><i>Rad bât central</i>                                  |                       | Salmson<br>EC2500-T3                  | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 170 - 390 W            | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit A5<br><i>Rad bât central</i>                                  |                       | Salmson<br>EC2500-T3                  | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 170 - 390 W            | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit B1<br><i>CTA bât A-B-C</i>                                    | Combles<br>bâtiment A | Wilo Yonos<br>MAXO -D                 | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 15 - 600 W             | > 2011               | 1                     | 2                    |
| Circuit B2<br><i>Rad bât A-B-C</i>                                    |                       | Salmson Sirix<br>50-70                | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 25 - 490 W             | > 2011               | 1                     | 2                    |
| Circuit B3<br><i>Rad bât A-B-C</i>                                    |                       | Salmson<br>ECX2501                    | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 530 - 870 W            | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit C1/C2<br><i>CTA bât central-E-D</i>                           | Combles<br>bâtiment E | Salmson<br>MA750-4                    | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 775-1285 W             | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit C3<br><i>Rad bât central-D</i>                                |                       | Salmson<br>ECX2501-T3                 | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 375-840 W              | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit C4<br><i>Rad bât central-D</i>                                |                       | Salmson<br>ECX2501-T3                 | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 375-840 W              | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit C5<br><i>Rad bât central-E</i>                                |                       | Salmson<br>ECX2501-T3                 | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 375-840 W              | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit C6<br><i>Rad bât E</i>  |                       | Wilo Yonos<br>MAXO -D                 | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 15-490W                | > 2011               | 1                     | 2                    |
| Circuit C7<br><i>Rad bât central</i>                                  |                       | Salmson Sirius-<br>D 40-80            | Pompes doubles<br>Vitesse constante | 25 - 550 W             | 1994                 | 1                     | 1                    |

En complément, de ces circulateurs, sont également présents :

- Un circulateur pour alimenter la bâche alimentaire,
- Les circulateurs retour chaudière qui font le lien entre la bouteille de découplage et chaque chaudière.

Leurs caractéristiques n'ont pas été relevées lors de la visite.



*Chaudières*



*Pompes de circulation A5, A4 et A3 (de gauche à droite)*



*Pompes circuit primaire*

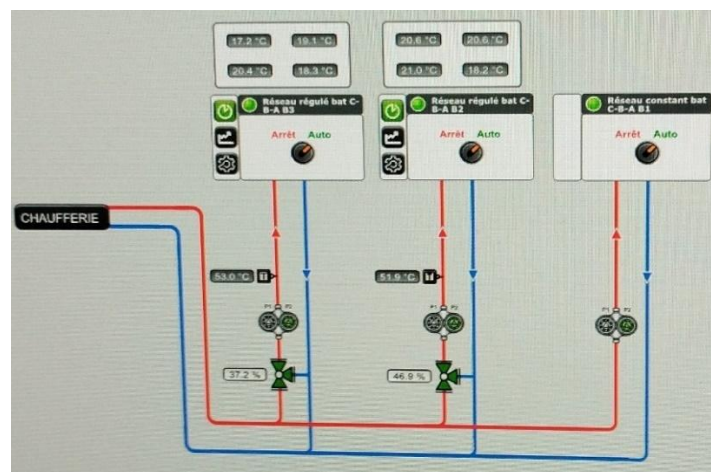
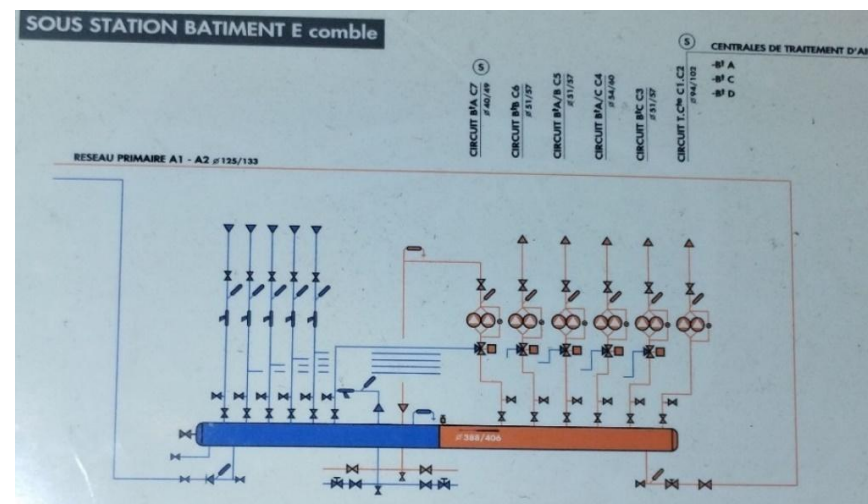
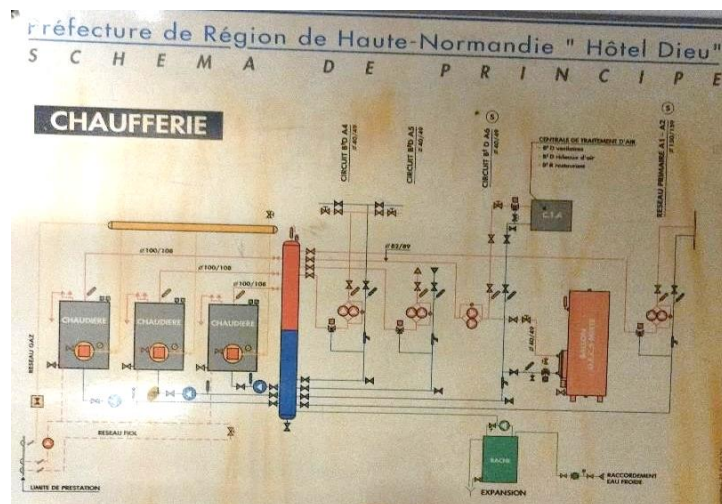


*Sous-station combles bâtiment A*



*Sous-station combles bâtiment E*









#### 2.4.3.4 Synthèse

| ANALYSE DE LA PRODUCTION DE CHALEUR ET DE SES EQUIPEMENTS  |  |
|--|--|
| PRODUCTION DE CHAUFFAGE  |  |
| <p>La production de chauffage est assurée par 3 chaudières de 650 kW chacune. Seulement 2 chaudières fonctionnent en cascade. Toutes les 500 heures, elles basculent afin d'équilibrer leur temps de fonctionnement. Les chaudières datent de 1994.</p> <p>Les chaudières peuvent fonctionner au fioul si un problème survient sur le réseau de gaz. Ce réseau fioul n'est en pratique, pas utilisé.</p> <p>La chaufferie possède une puissance installée supérieure à 1 MW, elle est ainsi soumise à la réglementation ICPE.</p>  |  |
| REGULATION   |  |
| <p>Une GTB est installée et permet de contrôler pour chacun des départs :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Une loi d'eau contrôlant la température du circuit en fonction de la température extérieure,</li><li>- Une optimisation de la température du circuit selon la température ambiante par rapport à une consigne (une sonde par étage),</li><li>- Un réduit en inoccupation selon une programmation horaire.</li></ul> <p>Elle permet également de contrôler le fonctionnement des rideaux d'air chaud, les CTA, les systèmes de rafraîchissement et l'éclairage.</p> |  |
| POMPES DE CIRCULATION  |  |
| <p>Les pompes de circulation sont principalement anciennes et à vitesse constante. Il serait pertinent de les changer afin d'intégrer une variation de vitesse et réduire ainsi leur consommation électrique.</p>  |  |
| DISTRIBUTION   |  |
| <p>Le réseau de distribution est majoritairement calorifugé, les points singuliers autour des vannes, pompes ne le sont pas. Le calorifugeage est assez ancien et parfois abîmé pour les réseaux de distribution dans les combles.</p> <p>Le réseau de distribution est très étendu en passant par les combles des bâtiments ce qui implique des pertes thermiques liées à la distribution.</p> <p>En 2023, un débouage et l'installation d'un pot à boue a été réalisée.</p>  |  |

## 2.4.4 PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

| Production d'ECS                                     | Local                         | Marque Modèle | Date installation | Indice énergétique | Indice de vétusté | Photos  |
|--|-------------------------------|---------------|-------------------|--------------------|-------------------|---|
| Chaudières gaz avec ballon ECS mixte pour restaurant | Chaufferie                    | NC            | 1994              | 2                  | 2                 |  |
| Ballons ECS  | Proches des points de puisage | NC            | NC                | 2                  | 2                 |  |

### ANALYSE DE LA PRODUCTION D'ECS

#### PRODUCTION

La production d'eau chaude pour le restaurant est assurée par un ballon d'accumulation qui est alimenté par les chaudières gaz pendant la période de chauffe et relayé par une résistance électrique en dehors de cette période.

De nombreux ballons ECS électriques sont répartis vers les points d'eau (sanitaires) mais ces derniers sont éteints depuis quelques années afin de limiter les consommations énergétiques. Ainsi, la grande majorité des sanitaires sont alimentés uniquement en eau froide. Les douches sont bien alimentées en eau chaude.

#### DISTRIBUTION

La distribution de l'ECS du restaurant est courte en raison de la proximité de la chaufferie avec le restaurant au sous-sol. Le réseau est de plus calorifugé dans les locaux non chauffés. Les ballons électriques sont également proches des points de puisage.

## 2.4.5 PRODUCTION DE FROID

### 2.4.5.1 Production de froid

| Production de froid                    | Emplacement             | Marque<br>Modèle                     | Puissance<br>Thermique (kW)                    | Date<br>installation | Indice<br>énergétique | Indice de<br>vétusté |
|--|-------------------------|--------------------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Groupe froid locaux COD, DSIC et bât D | Toiture + combles bât D | CIAT LGN 250Z                        | Puiss. Elec = NC<br>Puiss. Froid = 62kW        | 1994                 | 1                     | 0                    |
| VRV local COD<br>3 unités              | Combles bât central     | Daikin RSXP5K7                       | Puiss. Elec = NC<br>Puiss. Froid = 3 x 14,2 kW | 2001                 | 2                     | 1                    |
| PAC air/air locaux serveurs multisplit | Combles bat central     | Mitsubishi Electric<br>PUHZ-P125YKA  | Puiss. Elec = 4,1 kW<br>Puiss. Froid = 12,3 kW | 2022                 | 2                     | 3                    |
| PAC air/air locaux serveurs multisplit |                         | Mitsubishi Electric<br>PUHZ-P100VHA3 | Puiss. Elec = 3 kW<br>Puiss. Froid = 9,4 kW    | 2012                 | 2                     | 2                    |
| PAC air/air locaux serveurs multisplit | Combles bat C           | Daikin<br>RZQSG100L9V1               | Puiss. Elec = NC<br>Puiss. Froid = 9,5 kW      | NC                   | 2                     | 3                    |
| PAC air/air locaux serveurs multisplit | Combles bat C           | NC                                   | NC   | NC                   | NC                    | 3                    |



*Un des deux unités intérieures du groupe froid (COD SDIC)*



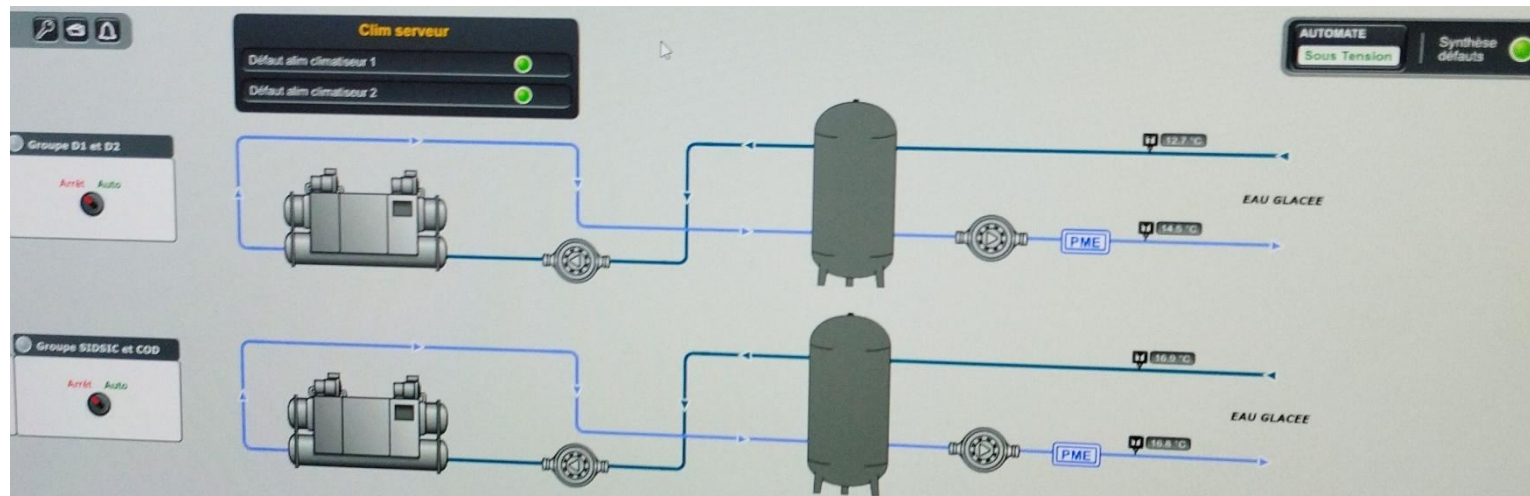
*Unité extérieure du groupe froid*



*VRV local COD*



*PAC air/air local serveurs*



*Vue GTB groupe froid*

### 2.4.5.2 Circulateurs froid

| Circulateurs  | Emplacement                 | Marque<br>Modèle      | Type                              | Puissance<br>Elec. (W) | Date<br>installation | Indice<br>énergétique | Indice de<br>vétusté |
|---|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Circuit primaire D1 et D2<br><i>Vers unité de prod d'eau glacée groupe froid</i>      | Combles bât D / bât central | Grundfos UPS 50-60-2F | Pompe simple<br>Vitesse constante | 775-1285 W             | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit primaire COD et SIDSIC<br><i>Vers unité de prod d'eau glacée groupe froid</i> |                             | Grundfos UPS 50-60-2F | Pompe simple<br>Vitesse constante | 775-1285 W             | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit secondaire D1 et D2<br><i>CTA raccordées au groupe froid</i>                  |                             | Grundfos TP 50-180    | Pompe simple<br>Vitesse constante | 760-1000               | 1994                 | 1                     | 1                    |
| Circuit secondaire COD et SIDSIC<br><i>CTA raccordées au groupe froid</i>             |                             | Grundfos TP 50-180    | Pompe simple<br>Vitesse constante | 760-1000               | 1994                 | 1                     | 1                    |

## ANALYSE DES SYSTEMES DE CLIMATISATION

### PRODUCTION DE FROID

Le groupe froid permet d'alimenter à la fois les CTA des locaux COD, des locaux SIDSIC et du bâtiment D. Les unités extérieures sont anciennes et montrent des signes de vétusté.

Les autres unités de production de froid sont placées au sein même des combles : VRV, PAC air/air. Les VRV permettent de produire du froid pour des cassettes des locaux COD.

Des PAC air/air avec mono et multi split permettent le rafraichissement des locaux serveurs.

## ANALYSE DES SYSTEMES DE CLIMATISATION

### REGULATION

Une GTB est installée et permet de contrôler :

- L'activation des groupes froids,
- Les alertes sur les climatiseurs des serveurs.

La régulation est ensuite gérée au niveau des émetteurs (CTA et split).




### POMPES DE CIRCULATION

Les pompes de circulation sont principalement anciennes et à vitesse constante. Il serait pertinent de les changer afin d'intégrer une variation de vitesse et réduire ainsi leur consommation électrique.

### DISTRIBUTION

Le réseau de distribution est majoritairement calorifugé, les points singuliers autour des vannes, pompes ne le sont pas. Le calorifugeage est assez ancien et parfois abîmé pour les réseaux de distribution dans les combles.



## 2.4.6 EMETTEURS DE CHALEUR/FROID

| Emission chaleur        | Circuit   | Zone chauffée                                   | Régulation terminale     | Indice énergétique | Indice de vétusté | Photos  |
|-------------------------|---|---|--------------------------|--------------------|-------------------|---|
| Radiateurs Hydrauliques | Circuits A4, A5, B1, B2, B3, C3, C4, C5, C6, C7 | Bureaux et couloirs de l'ensemble des bâtiments | Robinets thermostatiques | 2                  | 2                 |   |
|                         |   | Hall et guichets accueil                        | Robinets thermostatiques | 1                  | 2                 |   |



| Emission chaleur                | Circuit    | Zone chauffée   | Régulation terminale               | Indice énergétique | Indice de vétusté | Photos  |
|---------------------------------|------------|---|------------------------------------|--------------------|-------------------|---|
| Radiateurs électriques          | -          | Quelques bureaux à l'extrémité de l'aile bât C et au RDC bât D          | Thermostat ambiant                 | 1                  | 2                 |   |
| Bouches de soufflage CTA        |            | Amphi, restaurant, vestiaires, grand salon, bureau et couloir du préfet | Thermostat ambiant et consigne GTB | 2                  | 2                 |    |
| Ventilo-convecteurs électriques | -          | Bibliothèque (RDC bât C)  | Thermostat ambiant                 | 0                  | 1                 |   |
| Rideaux d'air chaud 8kW         | Circuit A3 | Portes entrées RDC  | GTB                                | 2                  | 2                 |    |



| Emission de froid        | Circuit | Zone rafraichie   | Régulation terminale                     | Indice énergétique | Indice de vétusté | Photos  |
|--------------------------|---------|---|--|--------------------|-------------------|---|
| Bouches de soufflage CTA |         | Bâtiment D,<br>Local COD, Local<br>SIDSIC, salle<br>Eugène Nicole,<br>Salle<br>Maupassant | Thermostat<br>ambiant et<br>consigne GTB | 2                  | 2                 |  |
| Split                    | -       | Local COD et<br>locaux serveurs   | Thermostat<br>ambiant                    | 2                  | 2                 |  |

## ANALYSE DES EMETTEURS DE CHALEUR ET DE FROID

### EMISSION

L'émission de chaleur est réalisée par des radiateurs hydrauliques pour la majorité des espaces. Les espaces suivants sont uniquement chauffés par les CTA équipées de batteries chaudes : amphithéâtre, restaurant, vestiaires, grand salon, bureau et couloir du préfet. Sur les autres espaces, les CTA sont peu utilisées.

Le fond du bâtiment C, la CTA de l'amphithéâtre et quelques espaces du RDC du bâtiment D ne sont pas chauffés via la chaufferie centrale, ils sont chauffés électriquement.

Des rideaux d'air chaud sont également installés au niveau de quelques portes d'entrée du RDC.

L'émission de froid est assurée par les CTA équipées de batteries froides et les cassettes soufflantes type split.

### REGULATION

Les radiateurs sont tous équipés de robinets thermostatiques. Ceux des couloirs sont souvent ouverts par les usagers ce qui entraine une surchauffe de ces espaces par rapport au niveau de confort nécessaire. Les CTA sont régulées via GTB et sonde de température ambiante, toutefois la plupart sont coupées pendant l'occupation des salles en raison des nuisances sonores ou liées aux sensations de courants d'air. Les radiateurs électriques, ventilo-convecteurs électriques, les cassettes soufflantes sont régulées à partir d'une consigne d'ambiance appliquée au niveau de l'émetteur.

## 2.4.7 VENTILATION

BC = Batterie Chaude / BF = Batterie Froide / BE = Batterie électrique

| Ventilation                               | Implantation                      | Marque<br>Modèle | Type   | Caractéristiques           | Etat lors de la<br>visite      | Date<br>installation | Indice<br>énergétique | Indice de<br>vétusté |
|---|-----------------------------------|------------------|--|----------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| CTA restaurant                            | Sous-sol bât<br>central           | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC<br>Seul mode de chauffage | 8 000 m³/h<br>BC : 123 kW  | Marche auto                    | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA cuisine et<br>laverie                 | Sous-sol bât<br>central           | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération<br>compensation hotte             | 4 400 m³/h                 | Marche auto                    | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA amphithéâtre                          | Sous-sol bât<br>central           | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BE<br>Seul mode de chauffage | 6 000 m³/h<br>BE : 72 kW   | Marche auto                    | 1994                 | 0                     | 1                    |
| CTA vestiaires                            | Sous-sol bât<br>central           | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC<br>Seul mode de chauffage | 2 250 m³/h<br>BC : 22,7 kW | Marche auto                    | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA réunion 201                           | Combles bât<br>B                  | NC               | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 660 m³/h<br>NC             | Arrêt en hiver                 | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA bureaux A                             | Combles bât A                     | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 4 320 m³/h<br>BC : 43,7 kW | Arrêt en hiver                 | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA réunion 203                           | Combles bât A                     | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BE                           | 300 m³/h<br>BE : 3kW       | Arrêt en hiver                 | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA salle de code                         | Combles bât<br>A, plafond<br>code | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BE                           | 660 m³/h<br>BE : 6,7 kW    | Arrêt définitif                | 1994                 | 1                     | 1                    |
| 3 extracteurs<br>(bureaux,<br>sanitaires) | Combles bât A<br>et B             | NC               | Simple flux  | NC                         | Marche auto                    | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA Bureaux C                             | Combles bât C                     | CIAT             | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 2 720 m³/h<br>BC : 27,5 kW | Arrêt définitif<br>depuis 2012 | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA imprimerie                            | Combles bât<br>D                  | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 1 340 m³/h<br>BC : 13,5 kW | Arrêt en hiver                 | 1994                 | 1                     | 1                    |

| Ventilation   | Implantation           | Marque<br>Modèle | Type   | Caractéristiques   | Etat lors de la<br>visite                    | Date<br>installation | Indice<br>énergétique | Indice de<br>vétusté |
|---|------------------------|------------------|--|--|--|----------------------|-----------------------|----------------------|
| CTA info et réunion   | Combles bât<br>D       | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 1 200 m³/h<br>BC : 12,2 kW                                 | Arrêt en hiver                               | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA formation   | Combles bât<br>D       | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 600 m³/h<br>BC : 6,1 kW                                    | Arrêt en hiver                               | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA petit salon   | Combles bât<br>D       | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 4 200 m³/h sur<br>sonde de CO <sub>2</sub><br>BC : 44 kW   | Arrêt en hiver                               | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA grand salon   | Combles bât<br>D       | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC<br>Seul mode de chauffage | 12 000 m³/h sur<br>sonde de CO <sub>2</sub><br>BC : 157 kW | Marche auto                                  | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA office cuisine  | Combles bât<br>D       | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 5 400 m³/h<br>BC : 55 kW                                   | Arrêt en hiver                               | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA Hall bât D  | Combles bât<br>D       | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC<br>Seul mode de chauffage | 2 000 m³/h<br>BC : 21 kW                                   | Marche auto                                  | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA Atelier   | Plafond<br>atelier     | NC               | Double Flux sans<br>récupération avec BE                           | 570 m³/h<br>BE : 6 kW                                      | Arrêt en hiver                               | 1994                 | 1                     | 1                    |
| 6 Extracteurs<br>(sanitaires, réserve,<br>bureaux D1 et D2) | Combles bât<br>D       | NC               | Simple flux  | NC   | Marche auto                                  | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA D1  | Combles bât<br>D       | CIAT             | Double Flux avec<br>reprise, BC et BF                              | 1 625 m³/h   | Arrêt en hiver                               | NC                   | 2                     | 2                    |
| CTA D2  | Combles bât<br>D       | CIAT             | Double Flux avec<br>reprise, BC et BF                              | 1 150 m³/h   | Arrêt en hiver                               | NC                   | 2                     | 2                    |
| CTA Réunion 302   | Combles bât<br>central | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 600 m³/h<br>BC : 6kW                                       | Arrêt définitif<br>car devenu du<br>stockage | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA Maupassant  | Combles bât<br>central | CIAT             | Double Flux avec<br>reprise, BC, BF et BE                          | NC   | Arrêt en hiver                               | 2001                 | 2                     | 2                    |

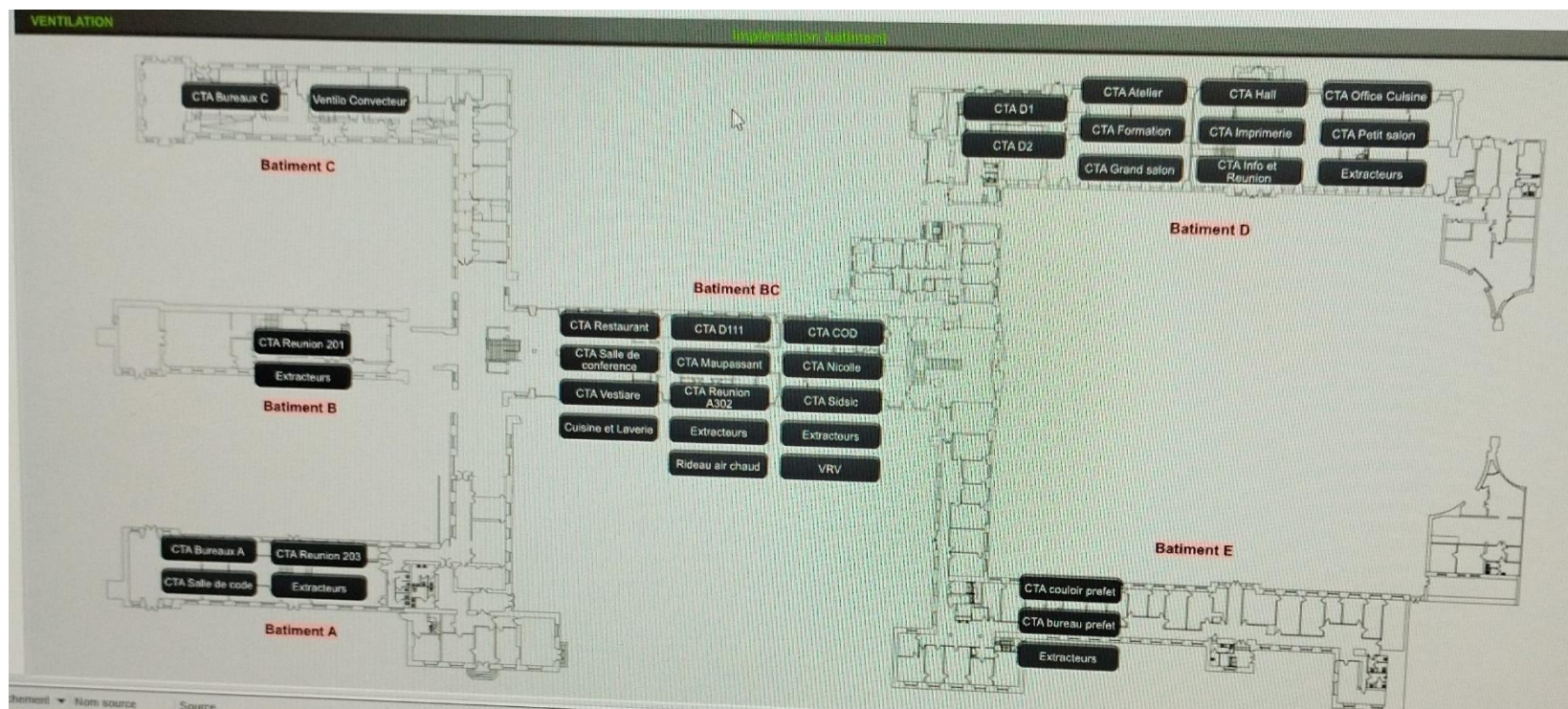
| Ventilation  | Implantation           | Marque<br>Modèle | Type   | Caractéristiques                      | Etat lors de la<br>visite                    | Date<br>installation | Indice<br>énergétique | Indice de<br>vétusté |
|--|------------------------|------------------|--|---------------------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|
| CTA Nicole   | Combles bât<br>central | CIAT             | Double Flux avec<br>reprise, BC, BF et BE                          | NC                                    | Arrêt en hiver                               | 2001                 | 2                     | 2                    |
| CTA bureau préfet  | Combles bât<br>central | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC<br>Seul mode de chauffage | 1 500 m <sup>3</sup> /h<br>BC : 8,3kW | Marche auto                                  | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA couloir préfet   | Combles bât<br>central | TRANE            | Double Flux avec reprise<br>et BC<br>Seul mode de chauffage        | 900 m <sup>3</sup> /h<br>BC : 9,1 kW  | Marche auto                                  | 1994                 | 1                     | 1                    |
| CTA COD  | Combles bât<br>central | CIAT             | Double Flux avec<br>reprise, BC et BF                              | NC                                    | Arrêt en hiver                               | 2001                 | 2                     | 2                    |
| CTA SIDSIC   | Combles bât<br>central | CIAT             | Double Flux avec<br>reprise, BC, BF et BE                          | NC                                    | Arrêt en hiver                               | 2001                 | 2                     | 2                    |
| CTA D111   | Combles bât<br>central | TRANE            | Double Flux sans<br>récupération avec BC                           | 500 m <sup>3</sup> /h<br>BC : 5 kW    | Arrêt définitif<br>car devenu des<br>bureaux | 1994                 | 1                     | 1                    |
| 8 extracteurs (Hall<br>accueil, sanitaires,<br>bureaux bât<br>centrale et E) | Combles bât<br>central | CIAT             | Simple flux  | NC                                    | Marche auto                                  | NC                   | 1                     | 1                    |



*CTA Eugène Nicole*



*CTA Petit salon*



Vue GTB sur implantation équipements de ventilation

#### ANALYSE DES SYSTEMES DE VENTILATION

La ventilation des zones humides (sanitaires), du hall d'accueil et de quelques bureaux est assurée par des extracteurs simple flux en fonctionnement continu.

La plupart des zones sont équipées de CTA double flux, aucune n'est équipée d'un échangeur de calories, certaines disposent d'une reprise sur l'air extrait. Les CTA du grand salon et du petit salon sont équipées de sondes de CO<sub>2</sub> afin de réguler le fonctionnement de la CTA en fonction de l'occupation.



La plupart des CTA sont mises à l'arrêt depuis la GTB en raison de problématiques sonores et d'inconfort thermique. Pour les salles de réunion, les CTA sont activées en inoccupation et éteintes lorsqu'elles sont occupées.



Ainsi, une optimisation des installations est à prévoir pour traiter les contraintes sonores et liées à la diffusion des CTA. De plus, le nombre d'installation est important, une rationalisation est souhaitable afin de réduire les coûts d'entretien et maintenance des installations. Les CTA pourraient être équipées d'échangeur de calories entre l'air extrait et l'air neuf.



## 2.5 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

### 2.5.1 ECLAIRAGE

| Local                                  | Type de luminaires                         | Gestion de l'éclairage | Indice énergétique | Indice de vétusté | Photos   |
|--|--|------------------------|--------------------|-------------------|--|
| Bureaux, salle de réunions, restaurant | Fluo : tubes 38 W, spots                   | Manuelle               | 1                  | 1                 |   |
|  | LED : Pavés, spot, tubes, lampes sur pieds | Manuelle               | 3                  | 2                 |  |

| Local        | Type de luminaires | Gestion de l'éclairage                       | Indice énergétique | Indice de vétusté | Photos  |
|--------------|--------------------|--|--------------------|-------------------|---|
| Circulations | LED                | Détection de présence, gestion crépusculaire | 3                  | 2                 |  |
| Sanitaires   | LED                | Détection de présence                        | 3                  | 2                 |  |

#### ANALYSE DE L'ECLAIRAGE

Sur l'ensemble des bâtiments, il est possible de déclarer si une zone est claire ou obscure. Une zone obscure correspond à peu d'éclairement naturel et doit ainsi être davantage éclairée. Il y a alors un capteur crépusculaire avec un minimum d'éclairement et un maximum qui sont paramétrés et un programme horaire qui limite l'éclairage entre 5h à 21h. Ces paramétrages sont effectués sur la GTB et sont appliqués sur les **zones de circulations et sanitaires qui sont majoritairement en LED**.

Depuis la GTB il est également possible de gérer les éclairages du 1<sup>er</sup> étage du bâtiment D : petit salon, hall, grand salon.

L'éclairage extérieur est également crépusculaire (selon luminosité) et programmé pour fonctionner uniquement entre 5h et 21h.

## 2.5.2 APPAREILS DIVERS

L'établissement a les types d'équipements suivant :

| Utilisation                      | Equipements   |
|----------------------------------|---|
| Informatique                     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Ordinateurs</li><li>- Imprimantes et photocopieuses</li><li>- Serveurs</li></ul>  |
| Pause, restauration individuelle | <ul style="list-style-type: none"><li>- Micro-ondes</li><li>- Machine à café</li><li>- Bouilloire</li><li>- Réfrigérateur</li></ul>   |
| Restaurant                       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Chambres froides (dont une négative)</li><li>- Réfrigérateurs, cellule de refroidissement</li><li>- Fours, friteuses, plaques de cuisson, grill, meubles bain-marie</li><li>- Armoires vitrées</li><li>- Lave-vaisselle</li></ul> |
| Production secours d'électricité | <ul style="list-style-type: none"><li>- Groupe électrogène</li></ul>  |



*Imprimante*



*Micro-ondes dans un bureau*



*Groupe électrogène*

De nombreux résidents possèdent leur propre machine à café, théière, micro-onde dans leur propre bureau à défaut d'avoir une salle de pause à proximité.

Afin de réaliser des économies d'énergie, la sensibilisation des occupants aux bonnes pratiques, telles que privilégier l'extinction des appareils plutôt que leur mise en veille ou leur fonctionnement continu, est importante.

### 3 CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

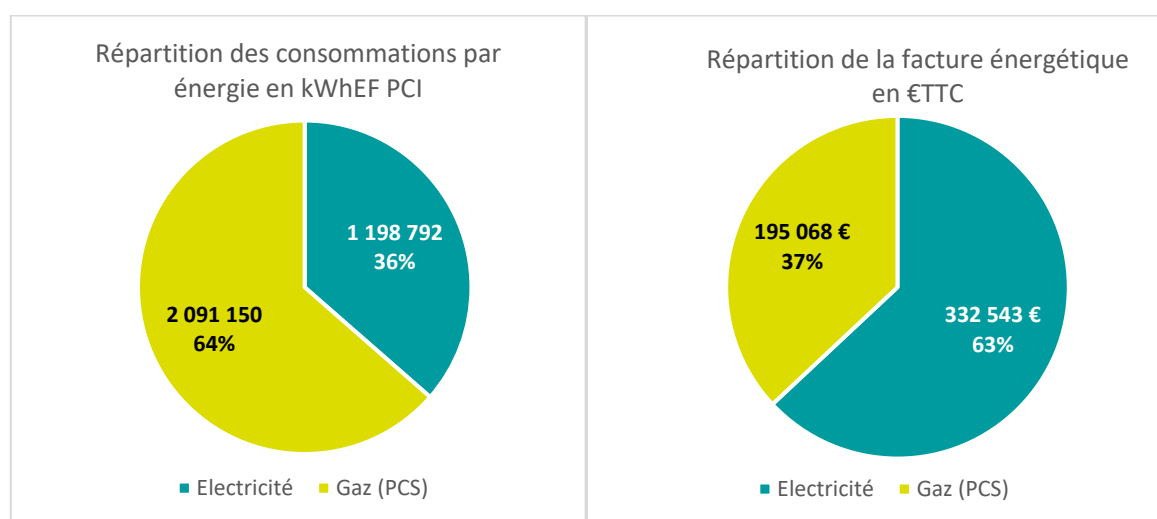
Le site est alimenté par deux points de livraison :

- 1 électrique ;
- 1 gaz naturel ;

#### 3.1 SYNTHESE DES CONSOMMATIONS

| Factures énergétiques<br>(moyenne de 2022 à 2024) | Coût annuel<br>(€TTC) | Consommation annuelle non corrigée |            | Coût unitaire avec<br>abonnement<br>(€ TTC / kWhEF) |
|---|-----------------------|------------------------------------|------------|---|
|   |                       | kWhEF                              | kWhEF/m²   |   |
| Electricité                                       | 332 543 €             | 1 198 792                          | 62         | 0,275 €   |
| Gaz (PCS)   | 195 068 €             | 2 091 150                          | 109        | 0,095 €   |
| <b>Total</b>                                      | <b>527 611 €</b>      | <b>3 289 942</b>                   | <b>171</b> | -   |

Des consommations de fioul s'ajoute à ces consommations. En effet, 2 jours par an les groupes électrogènes du site sont mis en fonctionnement pour des opérations de maintenance. Les consommations associées n'ont pas été transmises, les livraisons fioul sont probablement très peu fréquentes au vu de l'usage du groupe.



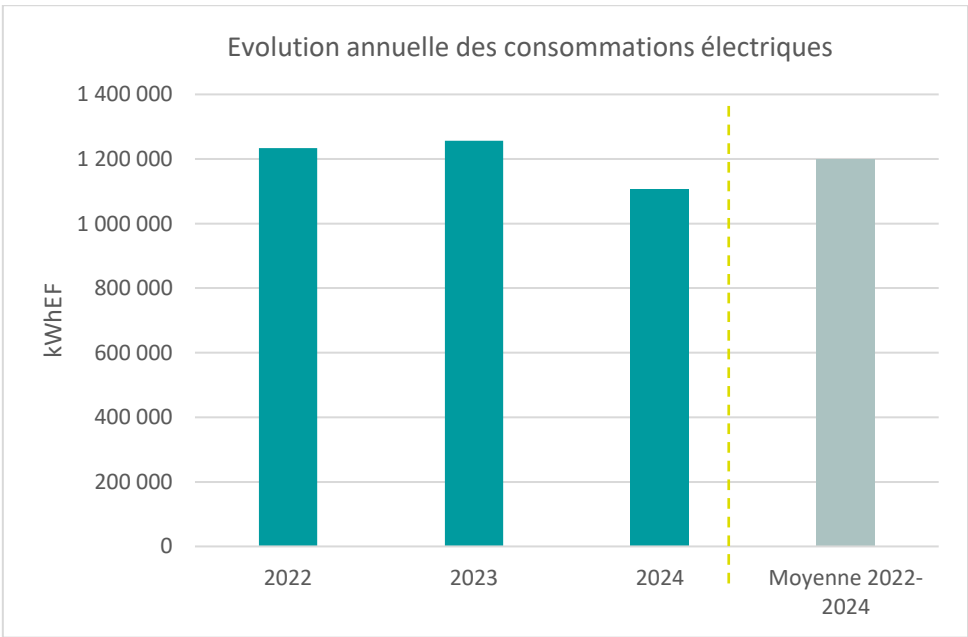
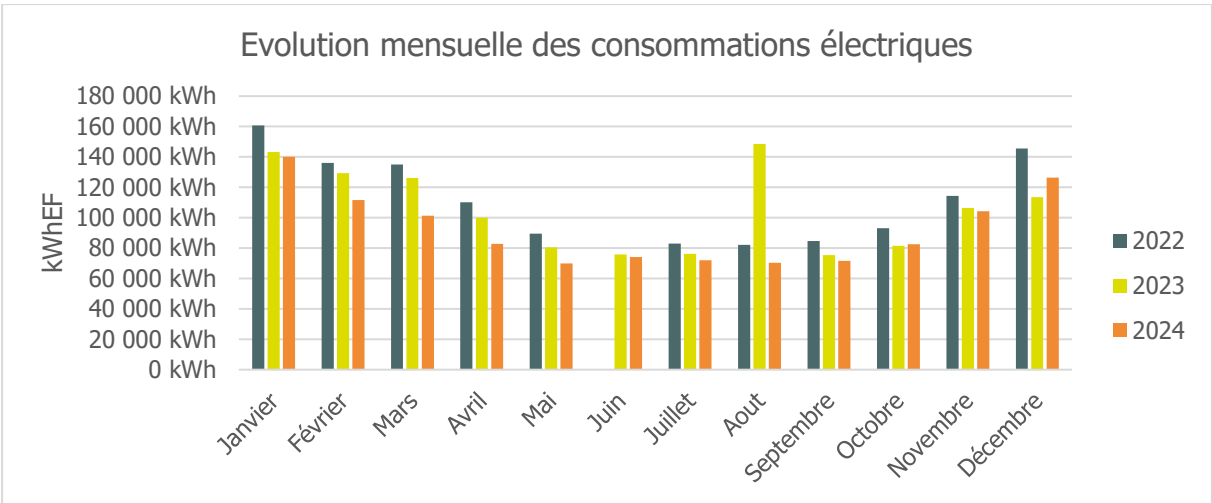
#### ANALYSE

Le gaz correspond à 64% de la consommations énergétique mais ne représente que 37% de la facture. En effet, cela s'explique par le prix de l'électricité étant presque trois fois supérieur à celui du gaz.

La moyenne des années 2022 et 2024 est choisie pour représenter l'état initial du bâtiment auquel le modèle sera comparé.

3.2 CONSOMMATIONS ELECTRIQUES

|  |          | 2022      | 2023      | 2024      | Moyenne 2022-2024 |
|--|----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Consommation                                 | kWhEF    | 1 233 986 | 1 256 110 | 1 106 279 | 1 198 792         |
|  | kWhEF/m² | 63        | 64        | 56        | 62                |
| Coût annuel (€TTC)                           |          | 207 001 € | 535 793 € | 254 836 € | 332 543 €         |
| Coût unitaire avec abonnement (€TTC / kWhEF) |          | 0,168 €   | 0,427 €   | 0,230 €   | 0,275 €           |



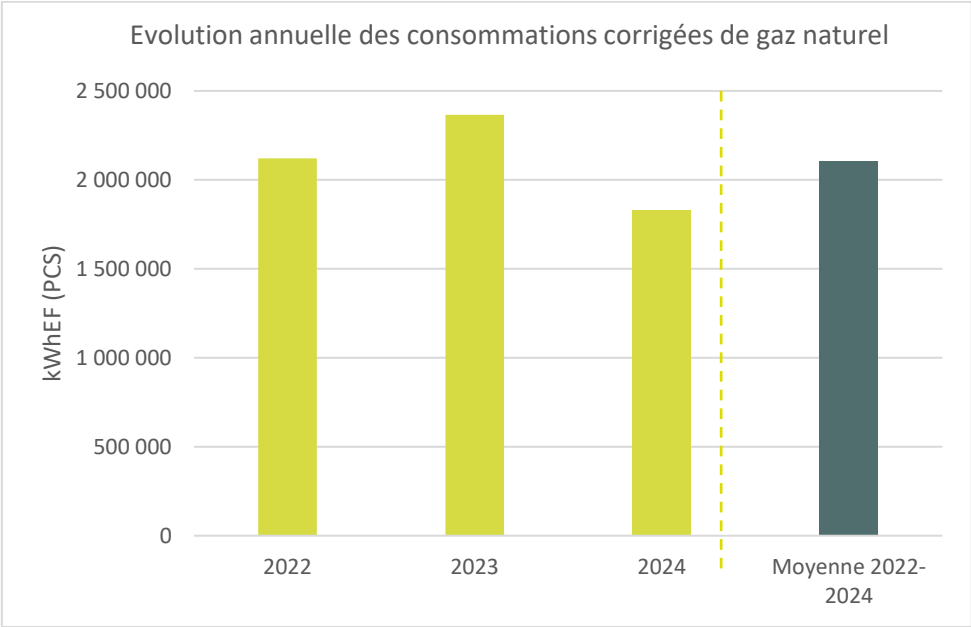
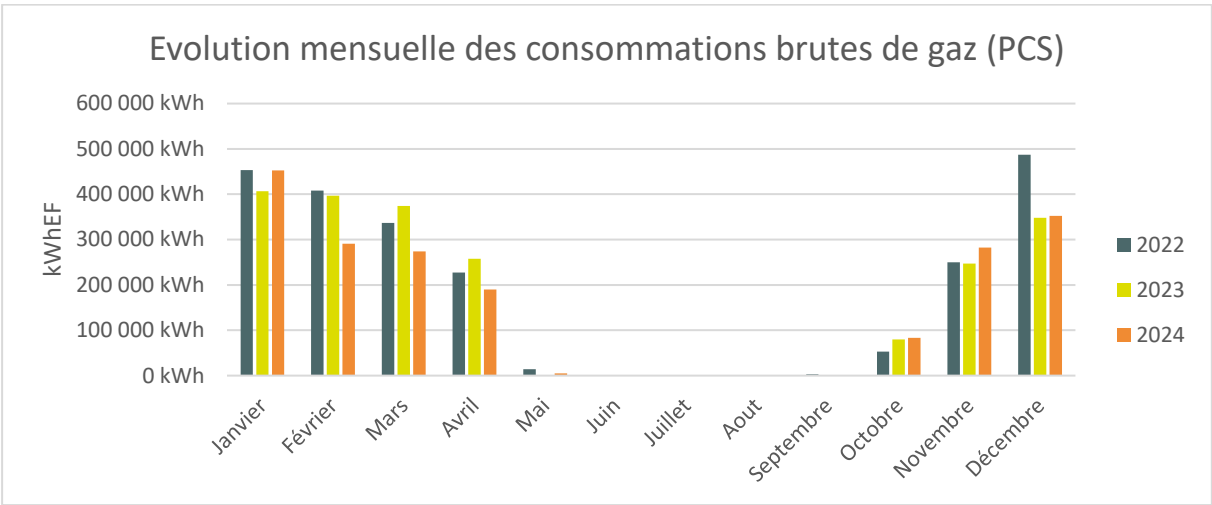
| ANALYSE   |
|---|
| Les consommations électriques sont assez stables mais ont tout de même diminué de 12% entre 2023 et 2024. Plusieurs actions ont notamment été mises en place en 2023 et se répercute sur les consommations 2024 : installation LED crépusculaire dans les circulations, coupure de l'eau chaude dans les sanitaires. On identifie également des consommations électriques plus élevées en hiver qu'en été ce qui reflète la part de chauffage électrique. |
| En moyenne, entre 2022 et 2024, la préfecture a consommé 1 198 792 kWh/an. Le cout moyen de l'électricité est de 0,275 € TTC/kWh, et les consommations surfaciques sont de 62 kWh/m².   |



3.3 CONSOMMATIONS DE CHALEUR

3.3.1 GAZ NATUREL

|  |          | 2022      | 2023      | 2024      | Moyenne 2022-2023 |
|--|----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Consommation PCS                             | kWhEF    | 2 232 873 | 2 110 220 | 1 930 358 | 2 091 150         |
|  | kWhEF/m² | 113       | 107       | 98        | 109               |
| Consommation corrigée PCS                    | kWhEF    | 2 120 546 | 2 365 734 | 1 829 662 | 2 105 314         |
|  | kWhEF/m² | 108       | 120       | 93        | 109               |
| Coût annuel (€TTC)                           |          | 121 066 € | 235 857 € | 228 281 € | 195 068 €         |
| Coût unitaire avec abonnement (€TTC / kWhEF) |          | 0,054 €   | 0,112 €   | 0,118 €   | 0,095 €           |



## ANALYSE

Le profil de consommations de gaz peut varier pour plusieurs raisons : variations météorologiques, augmentation des besoins à la suite de travaux, modification de la régulation... Afin d'analyser ces variations en s'affranchissant des variations météorologiques, nous travaillons donc à partir des consommations corrigées en fonction des DJU trentenaires.

Le graphique ci-dessus présente les consommations de gaz corrigées sur trois ans en fonction de la rigueur climatique de chaque année. Comme le montre ce graphique, les consommations ont été fluctuantes sur les 3 dernières années. Plusieurs pistes d'explication ont été évoquées : isolation toiture bâtiment D, meilleure régulation au niveau de la GTC.

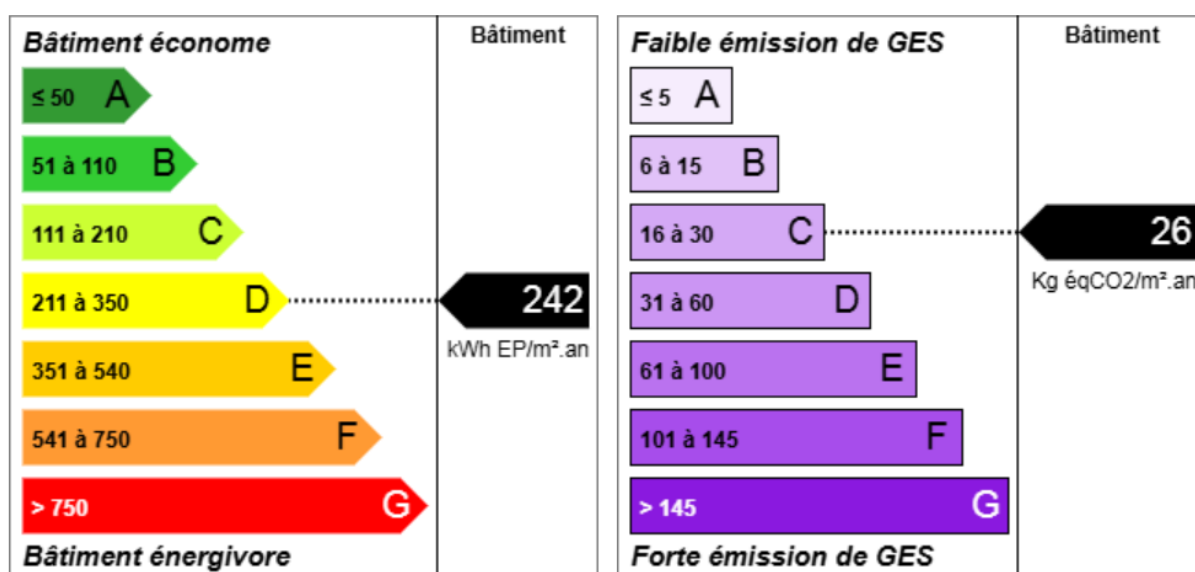
En moyenne, entre 2022 et 2024, la préfecture a consommé 2 091 314 kWh/an. Le coût moyen du gaz est de 0,095 € TTC/kWh et les consommations surfaciques sont de 109 kWh/m<sup>2</sup>.

### 3.4 ETIQUETTES CLIMAT ET ENERGIE

Les « étiquettes énergie et climat » présentées ci-dessous ont été établies, à titre informatif, à partir des consommations et de la surface de plancher déclarée pour le Dispositif Eco-Energie Tertiaire. Les consommations du site sont exprimées en kWh d'énergie primaire et les émissions de gaz à effet de serre en équivalent kilogramme de CO<sub>2</sub>. Les facteurs de conversion pour chaque énergie sont :

#### 3.4.1 FACTEURS ENERGIES PRIMAIRE ET EMISSIONS CO2

| Facteurs de conversion | Énergie primaire                             | Gaz à Effet de Serre (CO <sub>2</sub> )            |
|------------------------|--|--|
| Gaz méthane (naturel)  | 1 kWh <sub>EF</sub> -> 1 kWh <sub>EP</sub>   | 1 kWh <sub>EF</sub> -> 0,227 kg eq CO <sub>2</sub> |
| Electricité chauffage  | 1 kWh <sub>EF</sub> -> 2,3 kWh <sub>EP</sub> | 1 kWh <sub>EF</sub> -> 0,064 kg eq CO <sub>2</sub> |



## 4 APPLICATION DU DISPOSITIF ECO-ENERGIE TERTIAIRE

Pour rappel, l'assujetti pourra choisir entre deux objectifs de consommation en énergie finale **surfacique** :

- **Objectif « relatif »** ( $C_{RELAT}$ ) – Un niveau de consommation en énergie finale surfacique réduit par rapport à une consommation en énergie finale surfacique de référence, respectivement de :

| Échéance | Objectif de réduction |
|----------|-----------------------|
| 2030     | 40 %                  |
| 2040     | 50 %                  |
| 2050     | 60 %                  |

- **Objectif « absolu »** ( $C_{ABS}$ ) – Un niveau de consommation en énergie finale surfacique fixé par arrêté pour chaque échéance et pour chaque typologie d'activité tertiaire, et fonction de la consommation des bâtiments neufs de la typologie d'activité.

Le Maître d'Ouvrage a indiqué que les bâtiments / parties de bâtiments suivants, inclus dans le périmètre de l'audit, sont assujettis au décret tertiaire :

| Bâtiment      | Parties assujetties | Usages<br>(selon le Décret Tertiaire) | Surface SdP           |
|---------------|---------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Préfecture 76 | Ensemble            | Bureaux standards                     | 19 228 m <sup>2</sup> |

Les objectifs « relatif » et « absolue » seront calculés et comparés afin de sélectionner l'objectif le plus avantageux pour le Maître d'Ouvrage à l'échéance 2030.

**REMARQUE :** Contrairement au reste du rapport, les consommations gaz ne sont pas en kWh PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) mais en kWh PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) afin de respecter le mode de calcul imposé par le Décret Tertiaire. Un facteur 0,9 sera donc appliqué aux consommations facturées de gaz dans notre cas.

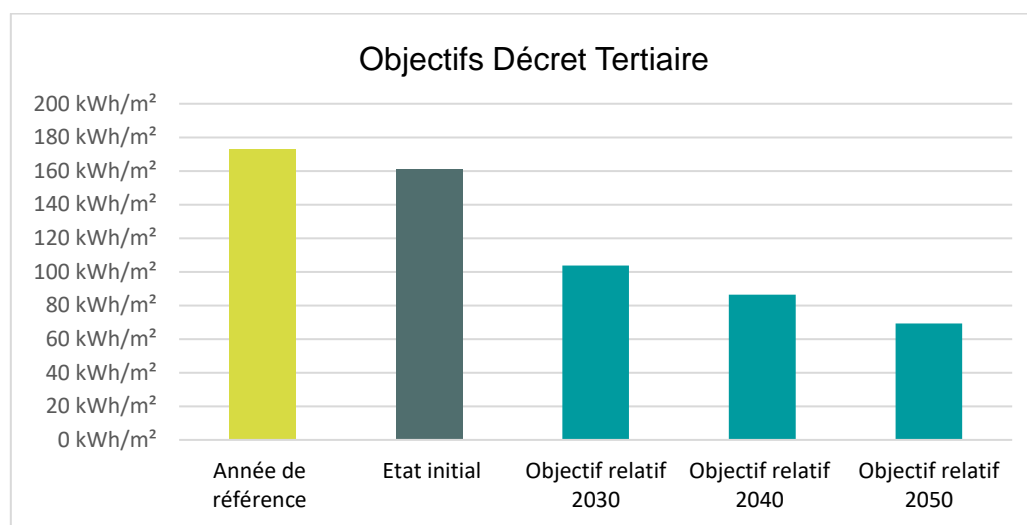
## 4.1 OBJECTIF « RELATIF » DU DECRET TERTIAIRE S'APPLIQUANT AU BATIMENT/PARTIE DE BATIMENT

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs des objectifs déterminés sur la base de la déclaration OPERAT effectuée et transmise par la préfecture. Les objectifs « relatifs » à atteindre à chaque échéance sont donc les suivants :

### OBJECTIF RELATIF

|                      |      |      |                        |
|----------------------|------|------|------------------------|
| Année de référence : | 2020 | avec | 173 kWh/m <sup>2</sup> |
|                      |      | soit | 3 326 032 kWh          |

|                         | Consommation surfacique<br>[kWhEF/m <sup>2</sup> ] | Consommation globale<br>[kWhEF] | Gains / référence<br>[%] |
|-------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
| Objectif relatif 2030 : | 104  | 1 995 619                       | -40%                     |
| Objectif relatif 2040 : | 86   | 1 663 016                       | -50%                     |
| Objectif relatif 2050 : | 69   | 1 330 413                       | -60%                     |
| Etat initial            | 161  | 3 093 574                       | -7%                      |





## 4.2 OBJECTIF « VALEUR ABSOLUE » DU DECRET TERTIAIRE S'APPLIQUANT AU BATIMENT

Les consommations énergétiques de référence exprimée en valeur absolue noté Cabs sont déterminées pour chaque catégorie d'activité.

La formule de calcul de l'objectif de consommation est la suivante :

$$C_{abs} = CVC + USE$$

Avec :

- **CVC** : Composante de consommation énergétique relative à l'ambiance thermique générale et à la ventilation des locaux, définie pour un rythme d'utilisation de référence et pour chaque catégorie d'activité en fonction de la zone climatique et de l'altitude
- **USE** : une composante de la consommation énergétique relative aux usages spécifiques énergétiques propres à l'activité ainsi qu'aux autres usages immobiliers tels que la production d'eau chaude sanitaire et d'éclairage, définie pour une intensité d'usage étalon et pour chaque catégorie d'activité.

Le tableau ci-dessous présente l'objectif de consommation énergétique « valeur absolue » fixé par le Décret Tertiaire à horizon 2030 :

| OBJECTIF ABSOLU  |                       |                       |                       |                        |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Objectif valeur absolue (Cabs)                                 |                       |                       |                       |                        |
| Typologie d'usage  | Surface SdP           | Seuil                 |                       |                        |
|  |                       | CVC                   | USE                   | Cabs par usage         |
| Bureaux – Services Publics – Banque : <i>Bureaux standards</i> | 19 228 m <sup>2</sup> | 57 kWh/m <sup>2</sup> | 50 kWh/m <sup>2</sup> | 107 kWh/m <sup>2</sup> |
| Cabs globale :   |                       |                       |                       | 107 kWh/m <sup>2</sup> |

## 4.3 COMPARAISON DES OBJECTIFS A HORIZON 2030

|                         | Consommation surfacique [kWhEF/m <sup>2</sup> ] | Consommation globale [kWhEF] | Gains / référence [%] |
|-------------------------|---|------------------------------|-----------------------|
| Objectif relatif 2030 : | 104   | 1 995 619                    | -40%                  |
| Objectif absolu 2030 :  | 107   | 2 057 396                    | -38 %                 |

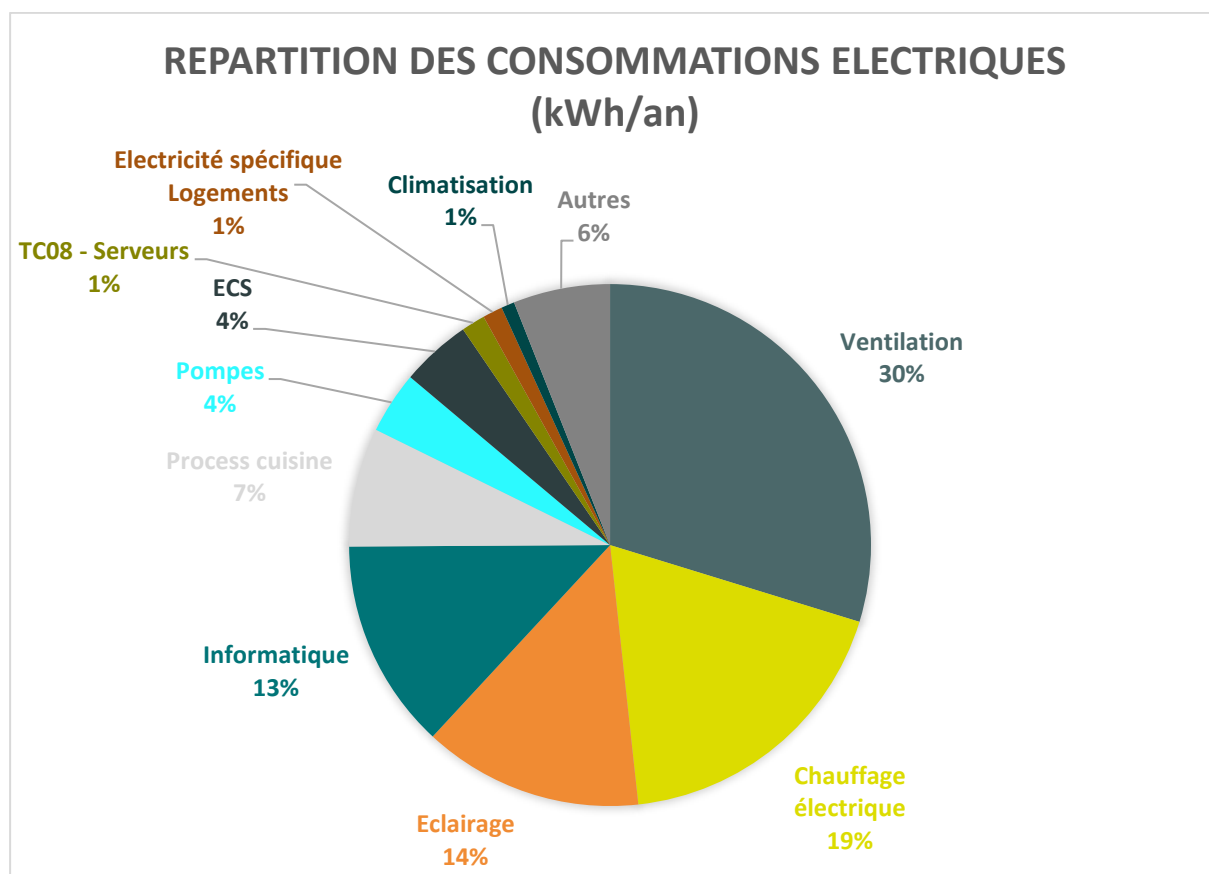
L'objectif en valeur absolue est donc plus avantageux à horizon 2030. Sur l'état initial, le bâtiment a diminué de 7% ses consommations par rapport à l'année de référence. Pour atteindre l'objectif absolu, la préfecture doit réaliser 31% d'économies d'énergie par rapport à la situation actuelle.

## 5 MODELISATION DU SITE

### 5.1 MODELISATION ELECTRIQUE

Afin de connaître la part de chaque usage, nous avons procédé à une répartition des consommations électriques, basée en partie sur des relevés sur site et des estimations. La répartition des consommations par usage est présentée dans le tableau ci-dessous.

| Poste   | Consommation (kWh/an) | Part        |
|---|-----------------------|-------------|
| Ventilation   | 356 674               | 30%         |
| Chauffage électrique  | 221 981               | 19%         |
| Eclairage   | 163 338               | 14%         |
| Informatique  | 156 000               | 13%         |
| Process cuisine   | 88 400                | 7%          |
| Pompes  | 46 034                | 4%          |
| ECS   | 52 170                | 4%          |
| TC08 - Serveurs   | 17 680                | 1%          |
| Electricité spécifique Logements                                  | 14 750                | 1%          |
| Climatisation   | 9 841                 | 1%          |
| Autres (ascenseurs, ventilateurs, équipements électroménagers...) | 71 925                | 6%          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>1 198 792</b>      | <b>100%</b> |



## ANALYSE ELECTRIQUE

Le principal poste de dépense en électricité est la ventilation, celui-ci représentait près d'1/3 des consommations. Viennent ensuite les consommations dues au chauffage électrique (19%) suivi de l'éclairage (14%).

Les consommations électriques liées à la ventilation pourraient être réduite avec des équipements plus récents. Point de vigilance : le bâtiment n'est aujourd'hui pas assez ventilé en occupation, les débits de renouvellement d'air devront être augmentés. Toutefois, en régulant correctement les débits en fonction du besoin et en installant des équipement performants, les consommations électriques associées pourront être limitées.

Le recours au chauffage électrique pourrait être limité en installant des radiateurs hydrauliques dans les bureaux non équipés et en offrant un meilleur confort dans les bureaux (éviter les chauffage d'appoint).

Les consommations d'éclairage pourraient encore être réduites en généralisant l'installation de LED.

Le bâtiment a majoritairement un usage de bureaux avec des équipements informatiques, ainsi 13% des consommations électriques sont liées à ce poste. Seules des actions de sensibilisation à la sobriété des usages permettraient de réduire ces consommations.

Les process de cuisine (7%) vont probablement être modifiés avec la rénovation des équipement à venir.

## 5.2 MODELISATION THERMIQUE

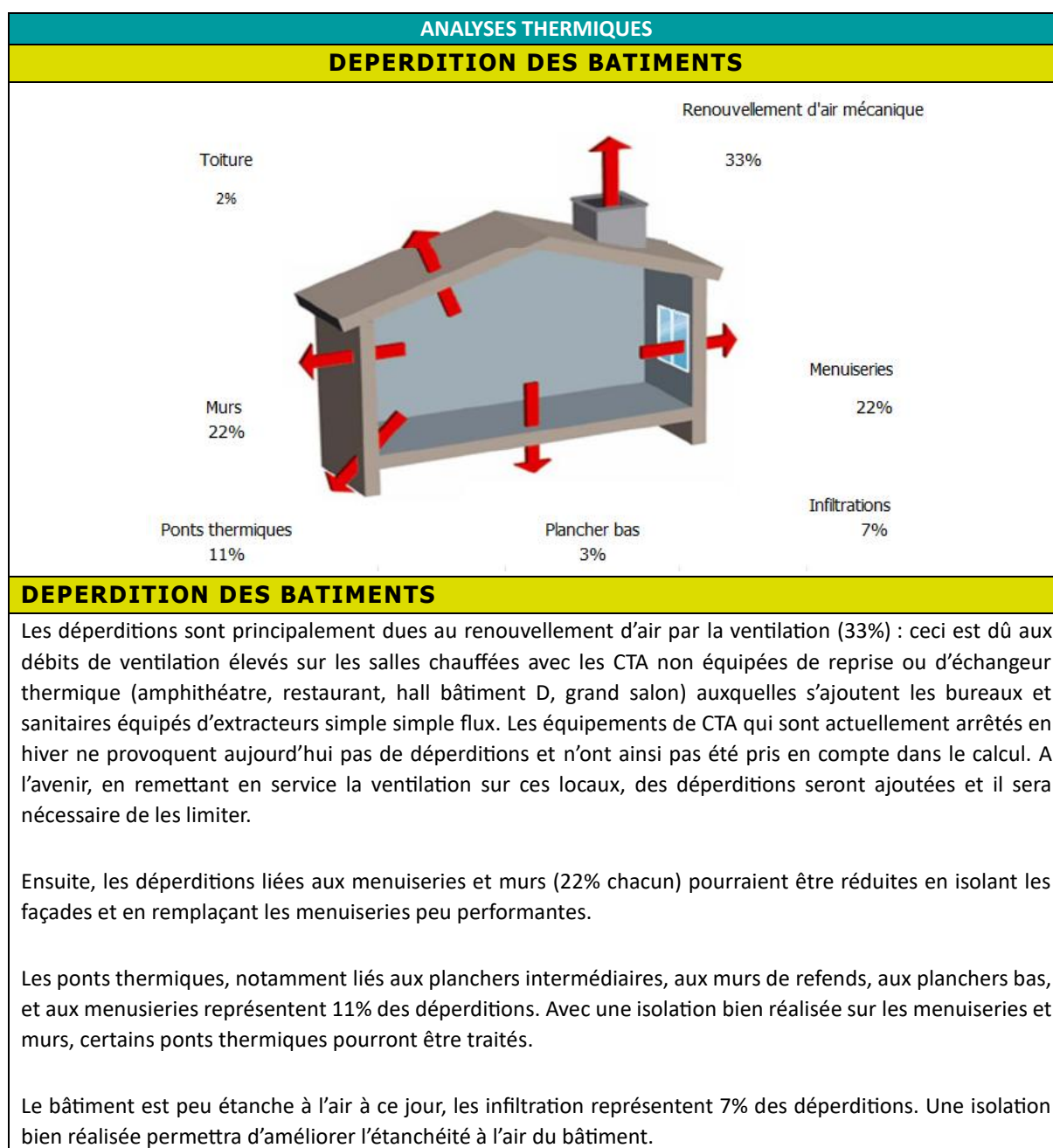
### 5.2.1 INTRODUCTION ET HYPOTHESES

Les besoins de chauffage vont être plus ou moins importants selon :

- La température extérieure ;
- La température souhaitée dans les locaux ;
- Le type de bâtiment (isolation, ...) ;
- L'orientation des bâtiments et des fenêtres ;
- Le nombre de personnes présentes et les équipements informatiques et de bureautique en fonctionnement ;
- L'éclairage ;
- La quantité d'air renouvelée par ventilation (l'air froid introduit en hiver devra être chauffé, par exemple).

| Hypothèses                        |                         |       |       |
|-----------------------------------|-------------------------|-------|-------|
| Saison de chauffe                 | Semaine 42 à 18         |       |       |
| Saison de climatisation           | Semaine 22 à 39         |       |       |
| Fichier météo                     | Fichier Meteonorm Rouen |       |       |
| DJU de chauffe (18°C) 2022 à 2024 | 2 091                   | 1 772 | 2 095 |
| DJU de chauffe (18°C) Pléiades    | 2169                    |       |       |
| DJU de climatisation 2022 à 2024  | 301                     | 265   | 175   |
| DJU de climatisation Pléiades     | 155                     |       |       |
| Zone climatique                   | H1a                     |       |       |
| Altimétrie                        | 12 m                    |       |       |
| Température de base hiver         | - 10°C                  |       |       |

## 5.2.2 RESULTATS DE LA MODELISATION THERMIQUE

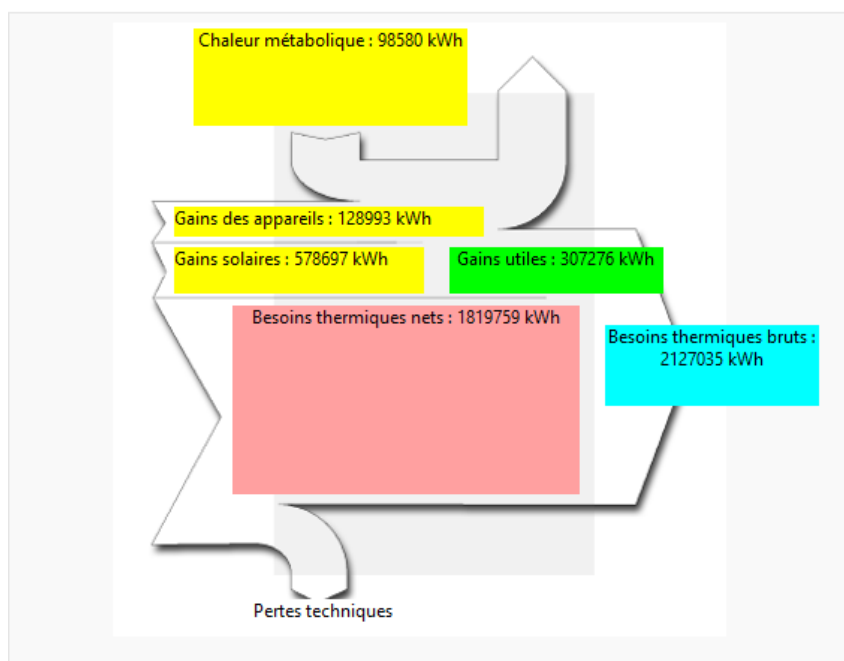


| Simulation du site (kWhEF PCI) |           |           | Consommations gaz réelles corrigées du site (kWhEF PCI) | Ecart  |
|--------------------------------|-----------|-----------|---|--------|
| Chauffage (gaz)                | ECS (gaz) | Total     |   |        |
| 1 807 357                      | 71 048    | 1 878 405 | 1 882 035   | -0,2 % |

### 5.2.3 CALAGE DU MODELE ENERGETIQUE

| ANALYSES THERMIQUES  |
|--|
| <b>CALAGE DU MODELE ENERGETIQUE</b>  |
| En intégrant les consommations de chauffage et d'ECS, on constate que l'écart entre les simulations et la réalité des factures est de 0,2 % au total. L'écart est lié aux inconnues subsistant dans les calculs et qui font l'objet d'hypothèses : rendement des équipements (production, distribution, ...), taux d'infiltration d'air dans les bâtiments, etc. Notre modèle consommant moins que la réalité, les gains ne seront pas surestimés. |

### 5.2.4 DIAGRAMME DE SANKEY



- Le diagramme de Sankey ci-dessus représente le bilan énergétique du bâtiment pour le chauffage. Une partie des gains dits gratuits (en jaune) ne sont pas utilisés (lorsque la température intérieure est suffisamment élevée par exemple). Les apports gratuits utiles sont indiqués dans la case verte.
- Les besoins thermiques bruts (en bleu) sont l'énergie nécessaire pour chauffer le bâtiment à une température donnée, hors apports gratuits.
- La différence d'énergie entre les besoins thermiques bruts et les gains gratuits utiles est fournie par les équipements de chauffage. Pour satisfaire les besoins thermiques nets, les équipements de chauffage consomment davantage d'énergie pour compenser les pertes techniques (rendement inférieur à 1, dissipation de chaleur dans les canalisations...)



## 6 GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT

L'objectif d'une Gestion Technique du Bâtiment est de contribuer à une surveillance globale et intelligente des installations techniques (chauffage, ventilation, climatisation, l'éclairage, etc). Elle peut aussi permettre de commander les autorisations d'accès aux bâtiments, de remonter les alarmes déclenchées en cas d'anomalie et de surveiller la consommation d'énergie et d'eau.

Le **Décret BACS** vient compléter le Décret Tertiaire, entré en vigueur depuis le 01 octobre 2019. Le Décret BACS est applicable depuis le 21 juillet 2021.

Sont concernés les bâtiments pour lesquels le **système de chauffage ou de climatisation**, combiné ou non à un système de ventilation, a une **puissance nominale supérieure à 70 kW**. Les bâtiments avec une puissance comprise **entre 70 et 290 kW** devront installer une GTB avant le 1<sup>er</sup> janvier 2027. Les bâtiments avec une puissance **supérieure à 290 kW** devront installer une GTB avant le 1<sup>er</sup> janvier 2025.

La GTB doit être de classe A ou B ou C selon la norme NF EN ISO 52120-1 : 2022 pour tous les bâtiments tertiaires. Cette norme définit 4 classes de performance dépendant des fonctions de la GTB :

- Classe A : régulation et GTB à fort rendement énergétique
- Classe B : régulation et GTB avancées
- Classe C : régulation et GTB standards, prise comme référence
- Classe D : régulation et GTB non rentables d'un point de vue énergétique

Pour bénéficier des CEE, et afin de réaliser des économies d'énergie et d'accéder à un système qui permet une gestion performante du bâtiment, Inddigo préconise la classe B. Vous trouverez en annexe 1 une revue exhaustive des fonctionnalités de la GTB selon les différentes classes (extrait de la norme).

**La préfecture est assujettie au Décret BACS et devait ainsi répondre à ces exigences avant le 1<sup>er</sup> janvier 2025.**

Le bâtiment est déjà équipé d'une GTB permettant notamment de contrôler les températures, le fonctionnement des CTA et une partie de l'éclairage. L'analyse de la GTB est hors périmètre de l'étude, l'audit ne permet pas de statuer sur la conformité ou non vis à vis du Décret BACS.

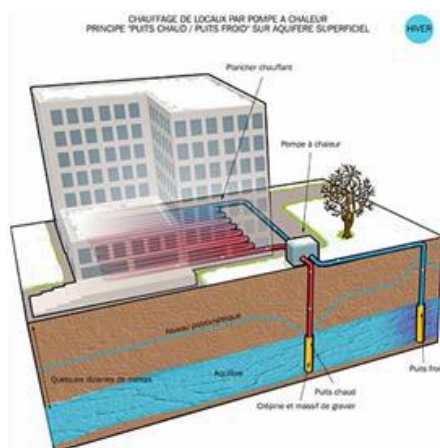
## 7 ENERGIES RENOUVELABLES ET FATALES

### 7.1 ENERGIES THERMIQUES

| Analyse du potentiel EnR       |  |  |
|--------------------------------|--|--|
| Catégorie                      | Pertinence                                 | Analyse  |
| Solaire thermique              | <b>Faible</b>                              | Les besoins en ECS pour le restaurant représentent 87 000 kWh. Une installation solaire thermique permettrait de réduire les consommations de gaz associées. Toutefois, il semble compliqué d'installer des capteurs solaires thermiques à proximité de la chaufferie notamment avec les contraintes ABF.  |
| Géothermie sur sondes          | <b>Faible</b>                              | Le site est en zone verte jusqu'à 50 m de profondeur selon la réglementation Géothermie de Minime Importance (GMI) puis passe en zone rouge au-delà. Cela s'explique par la présence d'une nappe à proximité. De plus, au vu de la surface du bâtiment, le champ de sondes devrait être très étendu pour répondre aux besoins de chauffage et aux puissances appelées, le foncier risque d'être insuffisant et l'installation à un prix irraisonnablement élevé.<br><br>Cette solution est peu pertinente sur ce bâtiment. |
| Géothermie sur nappe           | <b>Faible</b><br>(Voir analyse ci-dessous) | La géothermie sur nappe semblait pertinente à étudier au lieu de la préfecture. Les consommations et puissances en jeu auraient permis de justifier l'investissement dans un doublon de captage et de rejet d'eau de la nappe pour chauffer et refroidir le bâtiment.<br><br>Toutefois l'analyse de la ressource conclut sur un potentiel faible (voir justification ci-dessous).  |
| Biomasse                       | <b>Moyenne</b>                             | Une solution bois énergie permettrait d'utiliser une énergie renouvelable pour le chauffage du bâtiment. Il serait nécessaire de construire ou d'aménager un local pour le silo de stockage du bois, à proximité de la chaufferie. La solution bois ne semble pas la plus pertinente à premier abord mais pourrait être étudiée si les autres solutions d'énergie renouvelable n'étaient pas satisfaisantes.   |
| Raccordement Réseau de chaleur | <b>Faible</b>                              | Aucun réseau de chaleur n'est répertorié à proximité à ce jour et aucun projet de réseau n'est en cours d'après la Métropole de Rouen.   |
| Chaleur fatale                 | <b>Faible</b>                              | Aucune source de chaleur fatale n'a été identifiée à proximité.  |

## 7.2 FOCUS GEOTHERMIE SUR NAPPE

### 7.2.1 LE PRINCIPE



Principe de la géothermie sur nappe

Dans le cas de la récupération de la chaleur dans un aquifère, il est nécessaire de réaliser un forage et d'y descendre une pompe pour amener l'eau à la surface (sauf dans le cas d'un puits artésien présentant un débit suffisant pour l'exploitation).

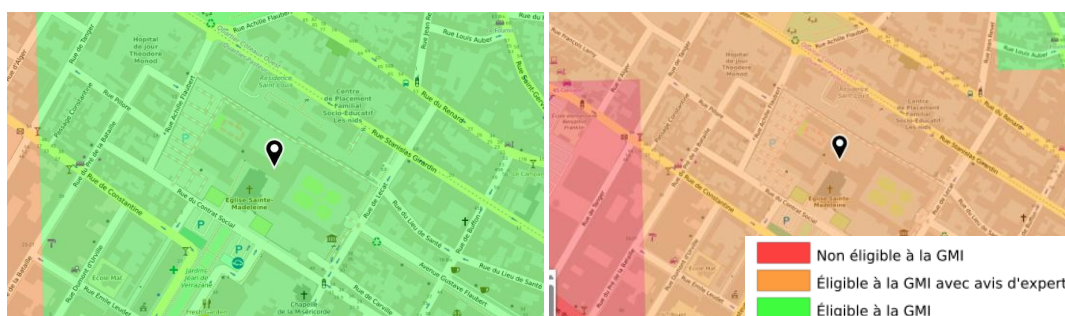
Dans le cas de figure standard, il y a nécessité de réinjecter l'eau dans sa nappe d'origine. Son exploitation nécessite donc deux forages à minima, un forage de production et un forage de réinjection, c'est la technique du doublet.

L'eau pompée dans la nappe sert de source de chaleur à une pompe à chaleur qui permet un transfert d'énergie basse température (eau de la nappe) à une température plus élevée (eau de chauffage) au moyen d'une consommation d'électricité.

### 7.2.2 ANALYSE DU SITE

#### Réglementation GMI

- Nappe de 10 à 50 m de profondeur : zone verte. Le projet est éligible à la réglementation GMI.
- Nappe de 50 à 200 m : le projet est en zone orange, ce qui demande un avis d'expert pour être éligible à la GMI. Il a été identifié que la zone est à risque artésianisme de 7/7 (l'eau remonte jusqu'à la surface et peut même jaillir de la terre) et de communication aquifère de 4/4. Ainsi il est très peu probable que le projet puisse être éligible à la GMI.



Zone GMI nappe de 10 à 50 m de profondeur / Zone GMI nappe de 50 à 200 m de profondeur

Ci-dessous sont identifiés les ouvrages de géothermie référencés sur nappe. Certains puits ont été rebouchés, ceux en fonctionnement font état de problématiques.

Des problématiques d'encrassement et de colmatage ont été relevés sur l'exploitation d'une installation à proximité sur Rouen suivie par Inddigo, les filtres devaient être changées à minima deux fois par semaine, les débits pompés et de rejet ont dû être bridés pour éviter des débordements du puit en rejet.



*Installations existantes de géothermie sur nappe*

#### Conclusion :

- Présence d'artésianisme et de risque de communication entre aquifère avéré à partir de 50m.
- Peu de potentiel avéré
- Qualité d'eau moyenne
- Rabattement important de la nappe

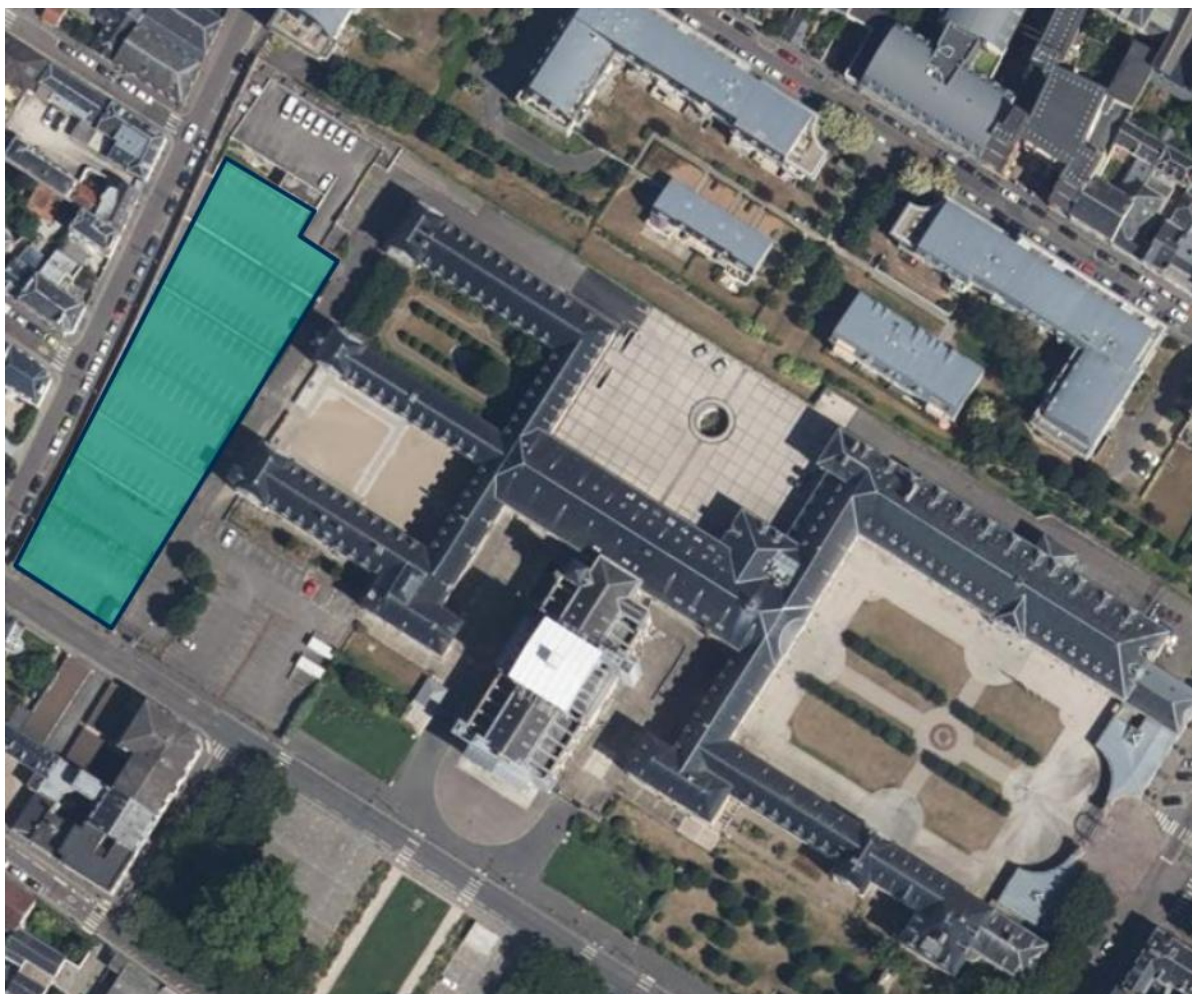
**Il n'y a pas de potentiel pour la mise en place d'une installation de géothermie sur nappes pour la préfecture.**



### 7.3 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE (PV)

| Données toiture | Données installation |                  |              |                     |                |
|-----------------|----------------------|------------------|--------------|---------------------|----------------|
| Type            | Inclinaison          | Orientation      | Puissance PV | Surface PV*         | Investissement |
| Ombrières       | 10°                  | Sud-Ouest (+33°) | 300 kWc      | 1500 m <sup>2</sup> | 450 000 €      |

\*Hypothèse : 50% de la surface de parking identifiée ci-dessous.



*Vue aérienne avec localisation des zones valorisables avec du PV*

| Données énergétiques                  |                           |   |   |
|---------------------------------------|---------------------------|---|---|
| Production annuelle électrique totale | Production autoconsommée* | Gain Part autoconsommée / consommations électriques | Gain Part autoconsommée / consommations totales |
| 306 600 kWh/an                        | 214 620 kWh/an            | 18%   | 7%  |

\*hypothèse taux d'autoconsommation : 70%.

| Données financières                    |  |                      |                             |                      |
|--|--|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| SI AUTOCONSUMMATION AVEC VENTE SURPLUS |  |                      | VENTE TOTALE                |                      |
| Gain annuel lié à l'autoconsommation*  | Gain annuel liée à la vente du surplus | Temps de Retour Brut | Gain annuel si vente totale | Temps de Retour Brut |
| 59 021 €                               | 8 738 €                                | 6,6 ans              | 29 127 €                    | 15,4 ans             |

\*hypothèse taux d'autoconsommation : 70%.

| COMMENTAIRES  |
|---|
| <p>Avec l'hypothèse d'un prix de l'électricité à 0,275 € TTC/kWh et d'un taux d'autoconsommation de 70%, le modèle économique de l'autoconsommation avec vente du surplus est plus compétitif que celui de la vente totale.</p> <p>A savoir que plus le prix de l'électricité augmente et plus la solution avec autoconsommation va être intéressante. Si le taux d'autoconsommation est plus élevé que 70%, ce modèle économique sera encore plus avantageux. Afin de définir le réel taux d'autoconsommation, et d'intégrer l'impact des masques proches sur la production, une étude de faisabilité photovoltaïque est nécessaire.</p> <p>Les kWh autoconsommés sont déduits des kWh consommés sur le bâtiment au sens du Décret Tertiaire.</p> <p>Ainsi, cette solution semble pertinente et est à préciser dans une étude de faisabilité et à faire valider auprès des ABF.</p> <p>Pour la suite de l'étude et notamment l'étude des scénarios, l'installation de panneaux photovoltaïques sera étudiée en autoconsommation avec vente du surplus.</p> |



## 8 PRECONISATIONS

### 8.1 INTRODUCTION

#### 8.1.1 REGLEMENTATIONS THERMIQUES

Voir Annexe 1 : Réglementations thermiques applicables.

#### 8.1.2 LES NIVEAUX DE PERFORMANCES ENERGETIQUES PRECONISEES

Voir Annexe 2 : Niveaux de performances – réhabilitation.

### 8.2 PRECONISATIONS PROPOSEES

Nos préconisations sont classées par poste. Elles concernent :

- L'amélioration du bâti ;
- Les équipements de chauffage, ventilation et climatisation (CVC) ;
- Les équipements électriques ;
- La gestion énergétique du site (sensibilisation, régulation).

NB : Attention certaines économies ne sont pas directement sommables (comme les gains sur le bâti et les équipements CVC par exemple).

## 8.3 PRECONISATION DU BATIMENT

- ✓ **Périmètre 1** : Bâtiments A, B, C et Central partiel (RDC, R+1 et combles).
- ✓ **Périmètre 2** : Bâtiment Central (sous-sol, R+2 et R+3), D, E et restaurant

### 8.3.1 ENVELOPPE

| Périmètre                   | Actions  | Estimation du coût moyen (€ HT) | Economies annuelles |                 |                           |                        | Gains (%) |        |                        |              | CEE (MWh) | RSI brut (année) | RSI actualisé (année) |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------|--------|------------------------|--------------|-----------|------------------|-----------------------|
|                             |  |                                 | Élec (kWhEF)        | Gaz (kWhEF PCS) | GES (kg CO <sub>2</sub> ) | Financières (€ TTC/an) | kWh EF    | kWh EP | GES kg CO <sub>2</sub> | Financiers € |           |                  |                       |
| Périmètre 1                 | Dépose isolant et reprise isolation toiture combles avec R = 10 m <sup>2</sup> .K/W  | 310 000 €                       | 900                 | 8 200           | 1 700                     | 1 000                  | 0,3%      | 0,2%   | 0,3%                   | 0,2%         | 5 000     | >30              | >30                   |
| Périmètre 1 sauf Bâtiment C | Isolation par l'intérieur des murs avec R > 3,7 m <sup>2</sup> .K/W  | 450 000 €                       | 10 100              | 92 000          | 19 500                    | 11 500                 | 3%        | 2%     | 4%                     | 2%           | 8 600     | >30              | 21                    |
| Périmètre 1                 | Remplacement des menuiseries simple vitrage et double vitrage peu performants par des menuiseries performantes U < 1,5 W/m <sup>2</sup> .K | 2 970 000 €                     | 10 700              | 96 200          | 20 400                    | 12 100                 | 3%        | 2%     | 4%                     | 2%           | 3 800     | >30              | >30                   |
| Périmètre 2 + Bâtiment C    | Isolation par l'intérieur des murs avec R > 3,7 m <sup>2</sup> .K/W  | 1 180 000 €                     | 14 100              | 129 200         | 27 300                    | 16 200                 | 4%        | 3%     | 5%                     | 3%           | 22 500    | >30              | >30                   |
| Périmètre 2                 | Remplacement des menuiseries simple vitrage et double vitrage peu performants par des menuiseries performantes U < 1,5 W/m <sup>2</sup> .K | 3 180 000 €                     | 10 500              | 94 600          | 20 000                    | 11 900                 | 3%        | 2%     | 4%                     | 2%           | 4 000     | >30              | >30                   |
| Bâtiment Central            | Isolation des murs du sous-sol donnant sur locaux non chauffés et sur l'extérieur avec R = 3,7 m <sup>2</sup> .K/W                         | 95 000 €                        | 300                 | 3 100           | 700                       | 400                    | 0,1%      | 0,1%   | 0,1%                   | 0,1%         | 1 800     | >30              | >30                   |
| Bâtiment Central            | Isolation en sous face du plancher bas donnant sur locaux non chauffés (chaufferie, locaux techniques) avec R = 4 m <sup>2</sup> .K/W      | 40 000 €                        | 800                 | 7 700           | 1 600                     | 1 000                  | 0,3%      | 0,2%   | 0,3%                   | 0,2%         | 1 500     | >30              | 25                    |

| Périmètre        | Actions  | Estimation du coût moyen (€ HT) | Economies annuelles |                 |                           |                        | Gains (%) |        |                        |              | CEE (MWh) | RSI brut (année) | RSI actualisé (année) |
|------------------|--|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------|--------|------------------------|--------------|-----------|------------------|-----------------------|
|                  |  |                                 | Élec (kWhEF)        | Gaz (kWhEF PCS) | GES (kg CO <sub>2</sub> ) | Financières (€ TTC/an) | kWh EF    | kWh EP | GES kg CO <sub>2</sub> | Financiers € |           |                  |                       |
| Bâtiment Central | Installation de SAS sur les deux portes coulissantes automatiques au RDC du bâtiment central | 10 000 €                        | 100                 | 1 400           | 300                       | 200                    | 0,0%      | 0,0%   | 0,1%                   | 0,0%         | 0         | >30              | >30                   |
| Bâtiment D       | Isolation en sous face du plancher bas sur extérieur avec R = 4 m².K/W                       | 8 000 €                         | 200                 | 1 400           | 300                       | 200                    | 0,0%      | 0,0%   | 0,1%                   | 0,0%         | 200       | >30              | 22                    |
| Bâtiment E       | Dépose isolant et reprise isolation toiture combles avec R = 10 m².K/W                       | 64 000 €                        | 400                 | 3 700           | 800                       | 500                    | 0,1%      | 0,1%   | 0,2%                   | 0,1%         | 1 000     | >30              | >30                   |

#### COMMENTAIRES

L'isolation des murs sur le périmètre 1 sauf sur l'aile C permettrait de réaliser 3% de gain à l'échelle du site. L'isolation ou reprise d'isolation des murs du périmètre 2 et du bâtiment C permettrait de réaliser 4% de gains.

Les actions de remplacement des menuiseries peu performantes sur les périmètres P1 et P2 permettent de réaliser 3% de gains énergétiques chacune.

Les actions d'isolation des murs du sous-sol, des planchers bas, de reprise d'isolation en toiture et d'installation d'un SAS à l'entrée permettraient chacune de réaliser de faibles gains à l'échelle du site <0,3%.

La reprise de l'isolation dans les combles permet de réaliser de faibles gains en raison de la présence d'un premier niveau d'isolation.

Certaines actions peuvent être valorisées via le dispositif des CEE.

### 8.3.2 SYSTEMES/EQUIPEMENTS CVC (CVC, ECLAIRAGE, ETC.)

| Périmètre   | Actions   | Estimation du coût moyen (€ HT) | Economies annuelles |                 |                           |                        | Gains (%) |        |                        |              | CEE (MWh) | RSI brut (année) | RSI actualisé (année) |
|-------------|---|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------|--------|------------------------|--------------|-----------|------------------|-----------------------|
|             |   |                                 | Élec (kWhEF)        | Gaz (kWhEF PCS) | GES (kg CO <sub>2</sub> ) | Financières (€ TTC/an) | kWh EF    | kWh EP | GES kg CO <sub>2</sub> | Financiers € |           |                  |                       |
| Périmètre 1 | Remplacement de l'intégralité des réseaux de distribution de chauffage  | 180 000 €                       | 0                   | 15 600          | 3 200                     | 1 500                  | 0,5%      | 0,3%   | 1%                     | 0,3%         | 0         | >30              | >30                   |
| Périmètre 1 | Remplacement de l'intégralité des radiateurs à eau chaude par des radiateurs basse température avec robinets thermostatiques  | 380 000 €                       | 0                   | 31 200          | 6 400                     | 3 000                  | 1%        | 1%     | 1%                     | 1%           | 600       | >30              | >30                   |
| Périmètre 1 | Dépose des CTA existantes, installations de nouvelles CTA double flux avec récupération d'énergie, reprise de la diffusion de l'air et des réseaux aéraulique (enjeu acoustique). Régulation des CTA selon les horaires d'occupation des bureaux et salles de réunion sur la GTB, programmation d'une surventilation nocturne en période estivale | 1 150 000 €                     | 2 900               | -33 400         | -6 700                    | -2 400                 | -1%       | -0,5%  | -1%                    | -0,5%        | 1 900     | >30              | >30                   |
| Périmètre 1 | Remplacements des extracteurs simple flux pour les pièces humides avec programmation horaire  | 16 000 €                        | 400                 | 0               | 0                         | 100                    | 0,0%      | 0,0%   | 0,0%                   | 0,0%         | 0         | >30              | >30                   |
| Périmètre 2 | Remplacement de l'intégralité des réseaux de distribution de chauffage  | 220 000 €                       | 0                   | 15 600          | 3 200                     | 1 500                  | 0,5%      | 0,3%   | 1%                     | 0,3%         | 0         | >30              | >30                   |
| Périmètre 2 | Remplacement de l'intégralité des radiateurs à eau chaude basse température   | 100 000 €                       | 0                   | 31 200          | 6 400                     | 3 000                  | 1%        | 1%     | 1%                     | 1%           | 1 000     | >30              | 21                    |
| Périmètre 2 | Remplacements des extracteurs simple flux pour les pièces humides avec programmation horaire  | 16 000 €                        | 1 000               | 0               | 100                       | 300                    | 0,0%      | 0,0%   | 0,0%                   | 0,1%         | 0         | >30              | >30                   |

| Périmètre              | Actions  | Estimation du coût moyen (€ HT) | Economies annuelles |                 |                           |                        | Gains (%) |        |                        |              | CEE (MWh) | RSI brut (année) | RSI actualisé (année) |
|------------------------|--|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------|--------|------------------------|--------------|-----------|------------------|-----------------------|
|                        |  |                                 | Élec (kWhEF)        | Gaz (kWhEF PCS) | GES (kg CO <sub>2</sub> ) | Financières (€ TTC/an) | kWh EF    | kWh EP | GES kg CO <sub>2</sub> | Financiers € |           |                  |                       |
| Périmètre 2            | Dépose des CTA existantes, installations de nouvelles CTA double flux avec récupération d'énergie, reprise de la diffusion de l'air et des réseaux aéraulique (enjeu acoustique). Les CTA avec batterie électrique seront remplacées par des CTA avec batterie à eau chaude.<br>Régulation des CTA selon les horaires d'occupation des bureaux et salle de réunion sur la GTB et programmation d'une surventilation nocturne en période estivale<br>Conservation de la régulation sur sonde CO2 sur les petit et grand salons. | 1 120 000 €                     | 269 300             | 537 100         | 127 100                   | 125 100                | 24%       | 24%    | 25%                    | 24%          | 3 000     | 9                | 8                     |
| 1+2                    | Remplacement des chaudières et des équipements associés par des chaudières à condensation  | 300 000 €                       | 0                   | 137 500         | 28 100                    | 13 100                 | 4%        | 3%     | 6%                     | 2%           | 0         | 23               | 17                    |
| 1+2                    | Remplacement de l'ensemble des circulateurs à vitesse constante par des circulateurs à vitesse variable  | 220 000 €                       | 19 700              | 0               | 1 300                     | 5 400                  | 1%        | 1%     | 0,3%                   | 1%           | 0         | >30              | 25                    |
| 1+2                    | Rééquilibrage du réseau  | 100 000 €                       | 0                   | 15 600          | 3 200                     | 1 500                  | 0,5%      | 0,3%   | 1%                     | 0,3%         | 0         | >30              | >30                   |
| 1+2                    | Installation de sous-compteurs thermiques sur chaque départ et de sous-compteurs électriques (hypothèse 13 thermiques et 10 électriques)   | 25 000 €                        | 24 000              | 41 700          | 10 100                    | 10 600                 | 2%        | 2%     | 2%                     | 2%           | 0         | 2                | 2                     |
| Bâtiment B<br>Sous-sol | Installation d'une ventilation simple flux dans les archives   | 35 000 €                        | -700                | 0               | 0                         | -200                   | -         | -      | -                      | -            | -         | -                | -                     |

| Périmètre        | Actions  | Estimation du coût moyen (€ HT) | Economies annuelles |                 |                           |                        | Gains (%) |        |                        |              | CEE (MWh) | RSI brut (année) | RSI actualisé (année) |
|------------------|--|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------|--------|------------------------|--------------|-----------|------------------|-----------------------|
|                  |  |                                 | Élec (kWhEF)        | Gaz (kWhEF PCS) | GES (kg CO <sub>2</sub> ) | Financières (€ TTC/an) | kWh EF    | kWh EP | GES kg CO <sub>2</sub> | Financiers € |           |                  |                       |
| Bâtiment C       | Prolongement du réseau de chauffage sur l'extrémité du bâtiment C et remplacement des radiateurs électriques par des radiateurs hydrauliques | 15 000 €                        | 26 600              | -34 400         | -5 300                    | 4 100                  | -0,1%     | 1%     | -1%                    | 1%           | 0         | 4                | 4                     |
| Bâtiment Central | Remplacement des radiateurs hydrauliques des guichets par des radiants hydrauliques  | 7 000 €                         | -                   | -               | -                         | -                      | -         | -      | -                      | -            | -         | -                | -                     |
| Bâtiment D       | Prolongement du réseau de chauffage sur le RDC et remplacement des radiateurs électriques par des radiateurs hydrauliques                    | 12 000 €                        | 17 800              | -22 900         | -3 600                    | 2 700                  | -0,1%     | 0,4%   | -1%                    | 1%           | 0         | 4                | 4                     |

#### COMMENTAIRES

Les installations techniques du bâtiment sont nombreuses, étendues et complexes à ce jour. Une étude technique spécifique sur la refonte de la distribution de chauffage, sur l'installation de CTA adaptées aux usages et corrigeant les défauts acoustiques et aérodynamiques actuels freinant leur bon usage.

Les actions ci-dessus prévoient tout de même des premières estimations sur la reprise des réseaux de distribution, sur le rééquilibrage du réseau. La reprise des réseaux de distribution de chauffage implique de reprendre le calorifugeage des réseaux. Ces travaux sont l'occasion de calorifuger également les points singuliers (pompes, vannes...).

La mise en place d'une ventilation double flux avec échangeur thermique sur le périmètre 1 impacte négativement les consommations du bâtiment car les locaux sont pour la plupart non ventilés à ce jour. Toutefois, cette action est primordiale pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur, particulièrement si l'étanchéité à l'air du bâtiment est améliorée avec l'isolation des murs et le remplacement des menuiseries.

Sur le périmètre 2, l'ensemble des locaux sont ventilés et cette même action permet ainsi de réaliser 24% de gains énergétiques en ajoutant des CTA à double flux avec échangeur thermique.

Le changement des chaudières gaz par des chaudières à condensation permettraient de réaliser 4 % de gains énergétiques.

La sous-station est équipée de circulateurs à vitesse constante, leur remplacement par des circulateurs plus performants et moins énergivores permettra de réaliser des économies sur les consommations électriques.

Certaines actions peuvent être valorisées via le dispositif des CEE.



### 8.3.3 PRECONISATIONS SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES

| Périmètre     | Actions   | Estimation du coût moyen (€ HT) | Economies annuelles |                 |                           |                        | Gains (%) |        |                        |              | CEE (MWh) | RSI brut (année) | RSI actualisé (année) |
|---------------|---|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------|--------|------------------------|--------------|-----------|------------------|-----------------------|
|               |   |                                 | Élec (kWhEF)        | Gaz (kWhEF PCS) | GES (kg CO <sub>2</sub> ) | Financières (€ TTC/an) | kWh EF    | kWh EP | GES kg CO <sub>2</sub> | Financiers € |           |                  |                       |
| Périmètre 1+2 | Mise en place de panneaux photovoltaïques en ombrières pour de l'autoconsommation | 450 000 €                       | 214 600             | 0               | 13 700                    | 67 800                 | 7%        | 11%    | 3%                     | 13%          | 0         | 7                | 6                     |

#### COMMENTAIRES

La mise en place d'ombrières photovoltaïque permettraient de réaliser un gain financier de 13% si l'on considère une autoconsommation de 70% de la production. Au sens du Décret Tertiaire l'installation permettrait un gain de 7%.

### 8.3.4 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

| Périmètre   | Actions   | Estimation du coût moyen (€ HT) | Economies annuelles |                 |                           |                        | Gains (%) |        |                        |              | CEE (MWh) | RSI brut (année) | RSI actualisé (année) |
|-------------|---|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------|--------|------------------------|--------------|-----------|------------------|-----------------------|
|             |   |                                 | Élec (kWhEF)        | Gaz (kWhEF PCS) | GES (kg CO <sub>2</sub> ) | Financières (€ TTC/an) | kWh EF    | kWh EP | GES kg CO <sub>2</sub> | Financiers € |           |                  |                       |
| Périmètre 1 | Installation de brasseurs d'air dans les bureaux et salles de réunion | 62 000 €                        | -                   | -               | -                         | -                      | -         | -      | -                      | -            | -         | -                | -                     |
| Périmètre 1 | Homogénéisation du LED  | 40 000 €                        | 9 800               | -7 500          | -900                      | 2 000                  | 0,1%      | 0,3%   | -0,2%                  | 0,4%         | 0         | 20               | 15                    |
| Périmètre 2 | Installation de brasseurs d'air dans les bureaux et salles de réunion | 120 000 €                       | -                   | -               | -                         | -                      | -         | -      | -                      | -            | -         | -                | -                     |
| Périmètre 2 | Homogénéisation du LED  | 80 000 €                        | 24 300              | -16 800         | -1 900                    | 5 100                  | 0,3%      | 0,9%   | -0,4%                  | 1%           | 800       | 15               | 12                    |

#### COMMENTAIRES

L'installation de brasseurs d'air améliore le confort estival et de réduire les consommations de climatisation sur les espaces équipés. Les gains énergétiques associés sont difficiles à modéliser pour des gains faibles.

L'homogénéisation du LED permettrait de réduire les consommations électriques, les besoins en chauffage sont eux légèrement plus élevés en raison de la réduction des apports internes liés à l'éclairage.

Certaines actions peuvent être valorisées via le dispositif des CEE.

## 9 SCENARIOS

A partir des préconisations définies précédemment des scénarios ont été établis :

- **Scénario 1 :**  
Un scénario qui reprend les préconisations établies dans le programme fonctionnel (principalement sur le périmètre 1) ;
- **Scénario 2 :**  
Un scénario qui reprend le scénario 1 avec des suggestions complémentaires pour le programme ;
- **Scénario 3 :**  
Un scénario qui reprend le scénario 2 auquel s'ajoute les préconisations établies sur le reste de la préfecture ;
- **Scénario 3 bis:**  
Un scénario qui reprend le scénario 3 avec l'installation d'ombrières photovoltaïques.

## 9.1 CONTENU DES SCENARIOS

- ✓ **Périmètre 1** : Bâtiments A ,B, C et Central partiel (RDC, R+1 et combles).
- ✓ **Périmètre 2** : Bâtiment Central (sous-sol, R+2 et R+3), D, E et restaurant.

| Périmètre                   | Actions   | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 3 bis |
|-----------------------------|---|------------|------------|------------|----------------|
| Périmètre 1                 | Dépose isolant et reprise isolation toiture combles avec $R = 10 \text{ m}^2.K/W$   | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1 sauf bâtiment C | Isolation par l'intérieur des murs avec $R > 3,7 \text{ m}^2.K/W$   | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1                 | Remplacement des menuiseries simple vitrage et double vitrage peu performants par des menuiseries performantes $U < 1,5 \text{ W/m}^2.K$  | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1                 | Remplacement de l'intégralité des réseaux de distribution de chauffage  | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1                 | Remplacement de l'intégralité des radiateurs à eau chaude par des radiateurs basse température avec robinets thermostatiques  | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1                 | Dépose des CTA existantes, installations de nouvelles CTA double flux avec récupération d'énergie, reprise de la diffusion de l'air et des réseaux aéraulique (enjeu acoustique). Régulation des CTA selon les horaires d'occupation des bureaux et salles de réunion sur la GTB, programmation d'une surventilation nocturne en période estivale | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1                 | Installation de brasseurs d'air dans les bureaux et salles de réunion   | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1                 | Homogénéisation du LED  | X          | X          | X          | X              |
| Bâtiment B<br>Sous-sol      | Installation d'une ventilation simple flux dans les archives  | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1+2               | Remplacement des chaudières et des équipements associés par des chaudières à condensation   | X          | X          | X          | X              |
| Périmètre 1                 | Remplacements des extracteurs simple flux pour les pièces humides avec programmation horaire  |            | X          | X          | X              |
| Périmètre 1+2               | Remplacement de l'ensemble des circulateurs à vitesse constante par des circulateurs à vitesse variable   |            | X          | X          | X              |
| Périmètre 1+2               | Rééquilibrage du réseau   |            | X          | X          | X              |
| Périmètre 1+2               | Installation de sous-compteurs thermiques sur chaque départ et de sous-compteurs électriques (hypothèse 13 thermiques et 10 électriques)  |            | X          | X          | X              |
| Bâtiment C                  | Prolongement du réseau de chauffage sur l'extrémité du bâtiment C et remplacement des radiateurs électriques par des radiateurs hydrauliques  |            | X          | X          | X              |

| Périmètre                | Actions   | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 3 bis |
|--------------------------|---|------------|------------|------------|----------------|
| Bâtiment Central         | Isolation en sous face du plancher bas donnant sur locaux non chauffés (chaufferie, locaux techniques) avec $R = 4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$   |            | X          | X          | X              |
| Bâtiment Central         | Remplacement des radiateurs hydrauliques des guichets par des radiants hydrauliques   |            | X          | X          | X              |
| Bâtiment Central RDC     | Installation de SAS sur les deux portes coulissantes automatiques au RDC du bâtiment central  |            | X          | X          | X              |
| Périmètre 2 + bâtiment C | Isolation par l'intérieur des murs avec $R > 3,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$   |            |            | X          | X              |
| Périmètre 2              | Remplacement des menuiseries simple vitrage et double vitrage peu performants par des menuiseries performantes $U < 1,5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$  |            |            | X          | X              |
| Périmètre 2              | Installation de brasseurs d'air dans les bureaux et salles de réunion   |            |            | X          | X              |
| Périmètre 2              | Homogénéisation du LED  |            |            | X          | X              |
| Périmètre 2              | Remplacement de l'intégralité des réseaux de distribution de chauffage  |            |            | X          | X              |
| Périmètre 2              | Remplacement de l'intégralité des radiateurs à eau chaude basse température   |            |            | X          | X              |
| Périmètre 2              | Remplacements des extracteurs simple flux pour les pièces humides avec programmation horaire  |            |            | X          | X              |
| Périmètre 2              | Dépose des CTA existantes, installations de nouvelles CTA double flux avec récupération d'énergie, reprise de la diffusion de l'air et des réseaux aéraulique (enjeu acoustique). Les CTA avec batterie électrique seront remplacées par des CTA avec batterie à eau chaude. Régulation des CTA selon les horaires d'occupation des bureaux et salle de réunion sur la GTB et programmation d'une surventilation nocturne en période estivale. Conservation de la régulation sur sonde CO2 sur les petit et grand salons. |            |            | X          | X              |
| Bâtiment Central         | Isolation des murs du sous-sol donnant sur locaux non chauffés et sur l'extérieur avec $R = 3,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$  |            |            | X          | X              |
| Bâtiment D               | Isolation en sous face du plancher bas sur extérieur avec $R = 4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$   |            |            | X          | X              |
| Bâtiment D               | Prolongement du réseau de chauffage sur le RDC et remplacement des radiateurs électriques par des radiateurs hydrauliques   |            |            | X          | X              |
| Bâtiment E               | Dépose isolant et reprise isolation toiture combles avec $R = 10 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$   |            |            | X          | X              |
| Périmètre 1+2            | Mise en place de panneaux photovoltaïques en ombrières pour de l'autoconsommation   |            |            |            | X              |

**La préfecture a demandé la modélisation d'un scénario 4** intégrant uniquement les actions de régulation, le changement des chaudières, la généralisation de CTA double flux avec échangeur thermique dans l'ensemble de la préfecture et l'installation d'ombrières photovoltaïques. L'objectif est de savoir si ce scénario permet d'atteindre les objectifs du Décret Tertiaire.

| Périmètre     | Actions   | Scénario 4 |
|---------------|---|------------|
| Périmètre 1+2 | Remplacement des chaudières et des équipements associés par des chaudières à condensation   | X          |
|               | Dépose des CTA existantes, installations de nouvelles CTA double flux avec récupération d'énergie, reprise de la diffusion de l'air et des réseaux aéraulique (enjeu acoustique). Régulation des CTA selon les horaires d'occupation des bureaux et salles de réunion sur la GTB, programmation d'une surventilation nocturne en période estivale | X          |
|               | Mise en place de panneaux photovoltaïques en ombrières pour de l'autoconsommation   | X          |

## 9.2 RESULTATS

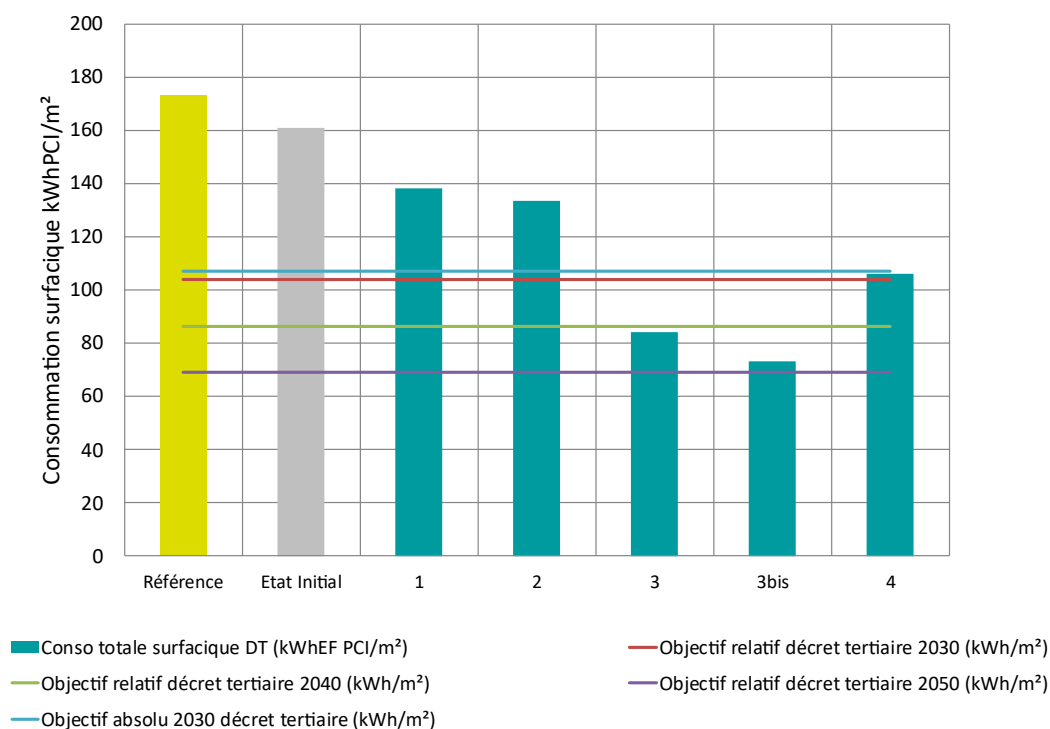
| Scénario      | Estimation du coût moyen (€ HT) | Economies élec (kWhEF) | Economies Gaz (kWhEF PCS) | Economies financières (€ TTC/an) | Gains EF | Gains EP | Gains GES | Gains financiers | CEE (MWh) | CEE (€) | RSI brut (année) | RSI actualisé (année) |
|---------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|----------|-----------|------------------|-----------|---------|------------------|-----------------------|
| Scénario 1    | 5 860 000 €                     | 43 800                 | 436 100                   | 53 500                           | 14%      | 11%      | 18%       | 10%              | 27 500    | 218 200 | >30              | >30                   |
| Scénario 2    | 6 380 000 €                     | 110 700                | 458 700                   | 74 000                           | 17%      | 14%      | 20%       | 14%              | 30 900    | 244 800 | >30              | >30                   |
| Scénario 3    | 12 470 000 €                    | 447 200                | 1 140 900                 | 231 400                          | 48%      | 44%      | 52%       | 44%              | 63 400    | 502 900 | >30              | 29                    |
| Scénario 3bis | 12 920 000 €                    | 661 800                | 1 140 900                 | 288 400                          | 55%      | 55%      | 54%       | 55%              | 63 400    | 502 900 | >30              | 26                    |
| Scénario 4    | 3 020 000 €                     | 453 800                | 664 600                   | 190 400                          | 34%      | 35%      | 33%       | 36%              | 12 200    | 97 100  | 15               | 12                    |



| COMMENTAIRES                      |   |   |           |           |                 |                 |                |
|-----------------------------------|---|---|-----------|-----------|-----------------|-----------------|----------------|
|                                   |   | <p><b>Le scénario 1</b> permet de réaliser 14% de gains énergétiques à l'échelle de la préfecture par rapport à l'état initial pour un montant estimatif des travaux de rénovation énergétique de 5 860 000€HT.</p> <p><b>Le scénario 2</b> permet de réaliser un gain énergétique de 17 % en ajoutant des travaux au pré-programme établi pour la première phase de rénovation avec un surcoût de 520 000 €.</p> <p><b>Le scénario 3</b> permet de traiter la rénovation de l'ensemble de la préfecture qui permet d'atteindre 48% de gains énergétiques pour un investissement de 12 470 000 €.</p> <p>En ajoutant les ombrières photovoltaïques en autoconsommation, le scénario 3 bis permet d'atteindre 55% de gain énergétique.</p> <p><b>Le scénario 4</b> permet de réaliser un gain énergétique de 34% pour un coût d'investissement de 3 020 000 €HT.</p> <p>Des CEE et autres subventions peuvent être mobilisés pour réduire le coût des travaux.</p> <p>Le RSI se base sur les prix des énergies (électricité, gaz) transmis par le client soit 0,275 €/kWh pour l'électricité, 0,095 €/kWh pour le gaz voir partie « consommation énergétique ») <b>avec un taux d'actualisation annuel de 4 %</b>. Pour calculer le montant des CEE nous nous sommes basés sur 7,93€/MWhcumac correspondant au montant du mois de Mars 2025.</p> |           |           |                 |                 |                |
|                                   |   | Préfecture  |           |           |                 |                 |                |
|                                   |   | 19 228  |           |           |                 |                 |                |
|                                   |   | Etat intial   | 1         | 2         | 3               | 3bis            | 4              |
|                                   |   |   |           |           |                 |                 |                |
| Bâtiment                          |   |   |           |           |                 |                 |                |
| SDP (m²)                          |   |   |           |           |                 |                 |                |
| Scénario                          |   | Etat intial   | 1         | 2         | 3               | 3bis            | 4              |
| Audit énergétique                 | Conso Elec (kWhEF)                              | 1 198 792   | 1 154 998 | 1 088 045 | 751 617         | 536 997         | 744 992        |
|                                   | Conso Gaz (kWhEF PCI)                           | 1 896 679   | 1 503 789 | 1 483 476 | 868 812         | 868 812         | 1 297 923      |
|                                   | Conso Elec (kWhEF/m²)                           | 62  | 60        | 57        | 39              | 28              | 39             |
|                                   | Conso Gaz (kWhEF PCI/m²)                        | 99  | 78        | 77        | 45              | 45              | 68             |
|                                   | Conso totale surfacique (kWhEF PCI/m²)          | 161   | 138       | 134       | 84              | 73              | 106            |
| Décret tertiaire                  | Conso totale surfacique DT (kWhEF PCI/m²)       | 161   | 138       | 134       | 84              | 73              | 106            |
|                                   | Economies EF par rapport à l'année de référence | 7%  | 20%       | 23%       | 51%             | 58%             | 39%            |
|                                   | Objectif relatif décret tertiaire 2030 (kWh/m²) | 104   |           |           |                 |                 |                |
|                                   | Objectif relatif décret tertiaire 2040 (kWh/m²) | 86  |           |           |                 |                 |                |
|                                   | Objectif relatif décret tertiaire 2050 (kWh/m²) | 69  |           |           |                 |                 |                |
|                                   | Objectif absolu 2030 décret tertiaire (kWh/m²)  | 107   |           |           |                 |                 |                |
| Objectif décret tertiaire atteint |   | Aucun   | Aucun     | Aucun     | DT relatif 2040 | DT relatif 2040 | DT absolu 2030 |

|                                     |          |           |           |            |            |           |
|-------------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| Facture énergie (€ TTC)             | 527 700  | 474 200   | 453 600   | 296 300    | 239 300    | 337 200   |
| Économies financière (%)            | -        | 10%       | 14%       | 44%        | 52%        | 36%       |
| Etiquette énergie                   | <b>D</b> | <b>D</b>  | <b>C</b>  | <b>C</b>   | <b>B</b>   | <b>C</b>  |
| Etiquette climat                    | <b>C</b> | <b>C</b>  | <b>C</b>  | <b>B</b>   | <b>B</b>   | <b>C</b>  |
| Coût investissement scénario (€ HT) | -        | 5 855 000 | 6 380 000 | 12 461 000 | 12 920 000 | 3 020 000 |
| RSI brut                            | -        | >30       | >30       | >30        | >30        | 15        |
| RSI actualisé                       | -        | >30       | >30       | 29         | 26         | 12        |

### Synthèse des scénarios par rapport au Décret Tertiaire



#### COMMENTAIRES

L'état initial (moyenne 2022 à 2024) et l'année de référence Décret Tertiaire ne correspondent pas au même état. Ainsi les gains pour le Décret Tertiaire par rapport à l'année de référence sont plus élevés. C'est uniquement à partir du scénario 3 que nous parvenons à atteindre l'objectif 2040 en rénovant l'entièreté de la Préfecture. L'objectif 2050 semble atteignable si les gains des actions sont plus élevés que ceux modélisés ou avec des actions de sobriété par les usagers et avec une bonne gestion des équipements.

Le scénario 4 permet d'atteindre l'objectif absolu 2030 avec un scénario à moindre coût. Toutefois, ce scénario ne permet pas de traiter l'isolation du bâtiment et le confort des usagers.

## 10 SCENARIOS METHODE REGLEMENTAIRE

Les scénarios énergétiques ont été modélisés suivant la méthode de calcul conventionnelle TH-C-E ex avec le logiciel Pléiades d'Izuba.

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous ne peuvent pas être comparés à ceux présentés dans le reste du document, ce sont deux méthodes de calcul différentes :

- **Méthode comportementale (reste du document)** : Cette méthode a pour objectif de modéliser le bâtiment au plus proche de son fonctionnement réel (température, occupation, éclairage, ...). Elle permet d'avoir une projection fiable des consommations futures suivant le programme de travaux retenus. Les consommations sont calculées sur l'ensemble des usages du site concerné (Chauffage, ECS, Refroidissement, Eclairage, Auxiliaires, Bureautique, Process, ...)
- **Méthode réglementaire ou conventionnelle** : cette méthode permet de comparer le bâtiment à un référentiel réglementaire. Les spécificités de fonctionnement du bâtiment sont prédéterminées en fonction de son usage. Dans le cas de programmes de subventions, cette méthode permet facilement de trier et évaluer les bâtiments. Les consommations sont calculées sur les 5 postes réglementaires (Chauffage, ECS, Refroidissement, Eclairage et Auxiliaires)

Les spécificités de la Réglementation Thermique de l'Existant sont précisées en « Annexes : 12.1.2 Respect des réglementations thermiques - bâtiment Existants ».

|  | Etat initial | Scénario 1     | Scénario 2     | Scénario 3     |
|--|--------------|----------------|----------------|----------------|
| Consommations énergétiques             |              |                |                |                |
| Ensemble (kWh EP)                      | 3 317 415    | 2 757 335      | 2 714 448      | 1 967 740      |
| Ensemble (kWh EP/m²)                   | 173          | 143            | 141            | 102            |
| Ensemble (kWh EF)                      | 2 750 185    | 2 225 284      | 2 219 778      | 1 537 716      |
| Ensemble (kWh EF/m²)                   | 143          | 116            | 115            | 80             |
| Emission de GES                        |              |                |                |                |
| Ensemble (kgCO <sub>2</sub> eq)        | 565 774      | 450 251        | 452 857        | 304 698        |
| Ensemble (kgCO <sub>2</sub> eq/m²)     | 29           | 23             | 24             | 16             |
| Synthèse                               |              |                |                |                |
| Gains énergétiques (kWhEF/an)          | -            | 524 901        | 530 407        | 1 212 469      |
| Gains énergétiques (%EF)               | -            | 19%            | 19%            | 44%            |
| Gains GES (kgCO <sub>2</sub> eq/an)    | -            | 115 523        | 112 917        | 261 076        |
| Gains GES (%)                          | -            | 20%            | 20%            | 46%            |
| Conformité réglementation thermique    | -            | Non conforme   | Conforme       | Conforme       |
| Réglementation Thermique de l'existant |              |                |                |                |
| Année de construction                  | <1948        |                |                |                |
| Valeur du bâtiment                     | 28 188 248 € |                |                |                |
| Investissement                         | -            | 5 855 000 €    | 6 380 000 €    | 12 461 000 €   |
| Réglementation                         | -            | RT par élément | RT par élément | RT par élément |

### Synthèse Méthode Réglementaire

|  | Etat initial | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|--|--------------|------------|------------|------------|
| Consommations énergétiques                 |              |            |            |            |
| Chauffage (kWh EP)                         | 2 501 243    | 1 935 970  | 1 931 842  | 1 238 750  |
| ECS (kWh EP)                               | 66 829       | 57 184     | 57 184     | 57 104     |
| Refroidissement (kWh EP)                   | 13 091       | 11 925     | 11 574     | 8 837      |
| Eclairage (kWh EP)                         | 461 388      | 426 711    | 426 711    | 330 346    |
| Aux. de ventilation (kWh EP)               | 214 144      | 266 256    | 268 302    | 318 782    |
| Aux. de chauffage (kWh EP)                 | 60 720       | 59 288     | 18 834     | 13 922     |
| Production d'EnR (kWh EP)                  | 0            | 0          | 0          | 0          |
| Ensemble (kWh EP)                          | 3 317 415    | 2 757 335  | 2 714 448  | 1 967 740  |
| Ensemble (kWh EP/m²)                       | 173          | 143        | 141        | 102        |
| Chauffage (kWh EF)                         | 2 411 747    | 1 890 515  | 1 900 032  | 1 238 750  |
| ECS (kWh EF)                               | 47 995       | 38 575     | 38 575     | 38 545     |
| Refroidissement (kWh EF)                   | 5 074        | 4 622      | 4 486      | 3 425      |
| Eclairage (kWh EF)                         | 178 833      | 165 392    | 165 392    | 128 041    |
| Aux. de ventilation (kWh EF)               | 83 001       | 103 200    | 103 993    | 123 559    |
| Aux. de chauffage (kWh EF)                 | 23 535       | 22 980     | 7 300      | 5 396      |
| Production d'EnR (kWh EF)                  | 0            | 0          | 0          | 0          |
| Ensemble (kWh EF)                          | 2 750 185    | 2 225 284  | 2 219 778  | 1 537 716  |
| Ensemble (kWh EF/m²)                       | 143          | 116        | 115        | 80         |
| Emission de GES                            |              |            |            |            |
| Chauffage (kgCO <sub>2</sub> eq)           | 538 234      | 424 458    | 428 026    | 281 196    |
| ECS (kgCO <sub>2</sub> eq)                 | 8 952        | 6 837      | 6 837      | 6 835      |
| REProidissement (kgCO <sub>2</sub> eq)     | 325          | 296        | 287        | 219        |
| Eclairage (kgCO <sub>2</sub> eq)           | 11 445       | 10 585     | 10 585     | 8 195      |
| Aux. de ventilation (kgCO <sub>2</sub> eq) | 5 312        | 6 605      | 6 656      | 7 908      |
| Aux. de chauffage (kgCO <sub>2</sub> eq)   | 1 506        | 1 471      | 467        | 345        |
| Production d'EnR (kgCO <sub>2</sub> eq)    | 0            | 0          | 0          | 0          |
| Ensemble (kgCO <sub>2</sub> eq)            | 565774       | 450251     | 452857     | 304698     |
| Ensemble (kgCO <sub>2</sub> eq/m²)         | 29           | 23         | 24         | 16         |

Tableau décomposition par poste réglementaire

| Commentaires   |
|--|
| <p>Le bâtiment étant construit avant 1948, il est soumis à la Réglementation Thermique existant par élément.</p> <p>Le scénario 1 n'est pas conforme à la réglementation car ce scénario ne prévoit pas de sous-comptage pour le suivi des consommations de chauffage, de climatisation, d'ECS et d'éclairage.</p> <p>Les scénario 2 et 3 permettent ainsi d'être conforme en ce sens.</p> |

## 11 ANALYSE CONFORT ETE

### 11.1 EXPLICATIONS MODELISATION CONFORT

Les simulations ont été réalisées avec le logiciel Pléiades Comfie dans sa dernière version (6.23.8.0) au pas de temps horaire.

Les fichiers météo ont été créés via le logiciel Meteonorm :

- **Fichier météo initial canicule** – suivant le scénario RCP 8.5 du GIEC en 2020 avec maximas mensuels.  
Logiciel Météonorm : Scénario RCP 8.5 2020 PoE10 mensuel.
- **Fichier météo futur** – ce dernier permet de modéliser une augmentation des températures à venir.  
Logiciel Météonorm : Scénario RCP 4.5 2050 PoE10 mensuel.

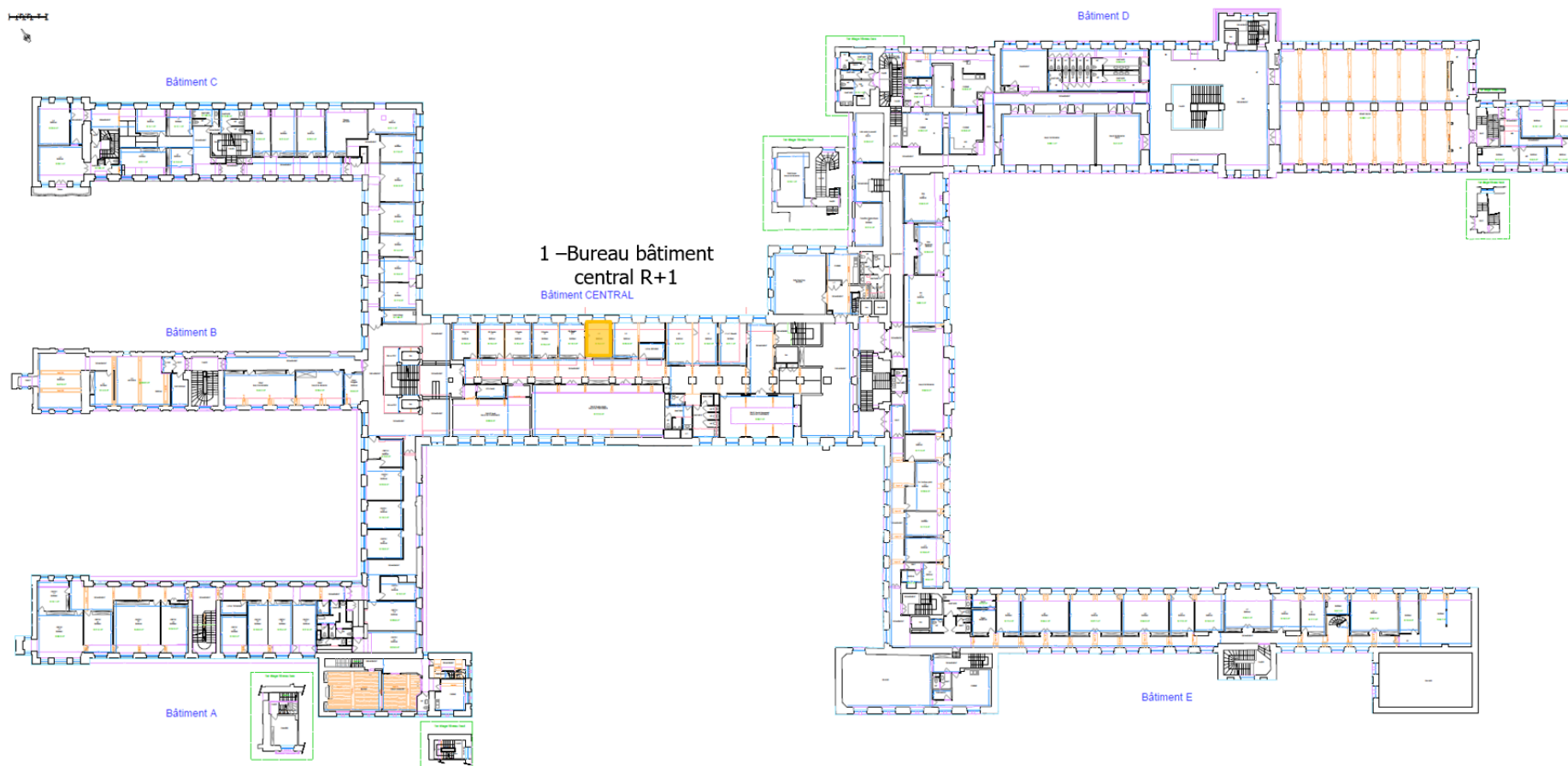
**Le fichier météo de la station de Rouen étant incomplet, la station de Caen a été utilisée pour cette analyse.** En comparant les deux fichiers météo, celui de Caen fait état de températures légèrement plus basses en été. Ainsi les résultats sur le confort d'été seront légèrement plus favorables. **Toutefois, l'intérêt principal de cette analyse est d'évaluer à quel niveau les solutions proposées impactent le confort d'été des usagers.**

**L'évaluation du confort estival** passe par l'étude du confort d'été dans des **locaux dits témoins** dont le confort est **représentatif du confort d'été** que l'on peut retrouver dans le reste du bâtiment ou à défaut d'être représentatif, ils sont **plus défavorables** que le reste du bâtiment.

Ces locaux témoins sont choisis en fonction de leur **orientation**, de leur **usage**, de leur position et de leur **importance** pour le bâtiment. De plus ils sont choisis de façon à couvrir le maximum de situations différentes.

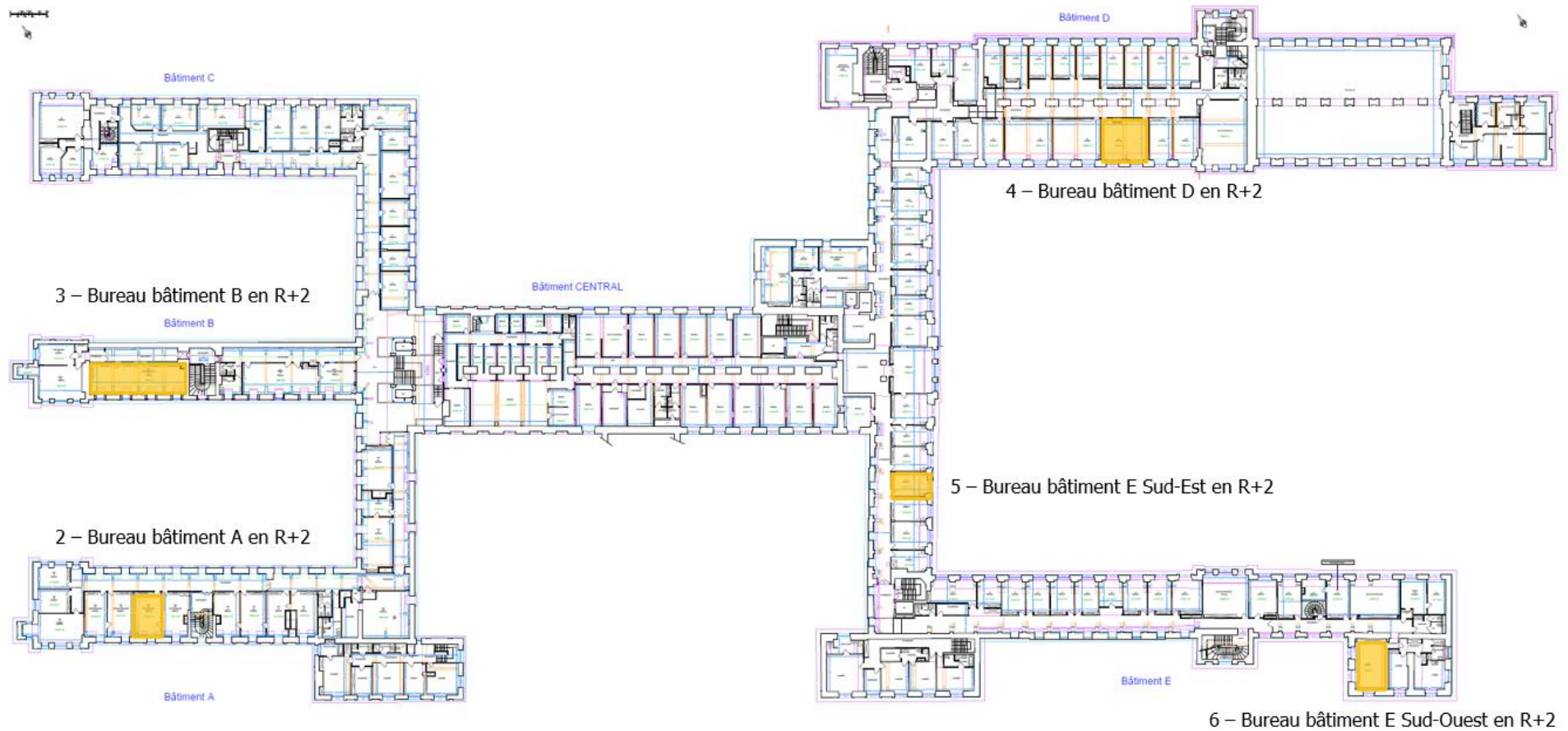
Les locaux témoins sont localisés sur les plans ci-dessous :

# R+1





# R+2



L'analyse du confort estival consiste à analyser le nombre d'heures où la température opérative de ces locaux témoins dépassent le seuil de 26°C. Conformément au cahier des charges, le confort d'été d'un local témoin n'est pas satisfaisant, si le nombre d'heures au-dessus de 26°C dépassent 10% du temps d'occupation sur l'année.

**Température opérative** : Température ressentie par l'occupant. Elle prend en compte la température de l'air dans la zone d'occupation et les effets de rayonnement et convection.

N.B. : L'évaluation du confort selon le nombre d'heures de dépassement d'une température seuil (26°C ici) **est une méthode simplifiée**. Ce critère possède cependant des inconvénients et limites dans certaines situations où l'évaluation de l'inconfort est biaisée.

Par exemple :

- une situation où il fait 27°C intérieur pour 22°C extérieur sera considérée comme confortable par le critère, alors que le bâtiment est en surchauffe par rapport à la température extérieure et pourrait être qualifiée d'inconfortable ;
- inversement, une situation où il fait 29°C intérieur par 35°C extérieur sera comptabilisée comme inconfortable, alors qu'elle correspond à une situation qui sera acceptable.

Pour une étude de confort plus approfondie, il est recommandé de travailler sur une évaluation de température opérative basée sur la norme EN 16798-1 appelée méthode adaptative. Celle-ci prend en compte le fonctionnement du corps humain qui ressent différemment la température lorsqu'il y a un pic de chaleur ou lorsqu'une vague de chaleur est installée depuis plusieurs jours.

## 11.2 ANALYSE DES RESULTATS

Les résultats du confort est comparé entre l'état initial du bâtiment avant travaux et après l'ensemble des travaux décrits dans le scénario 3.

### 11.2.1 CONFORT INITIAL

Actuellement, le bâtiment n'est pas équipé d'occultations extérieures, des bâtiments à proximité forment des masques pour certaines façades notamment l'église à l'entrée du bâtiment central.

Le bâtiment ne possède pas de brasseurs d'air, ni de systèmes de ventilation nocturne. Ce principe de ventilation permet un renouvellement d'air conséquent et le rafraîchissement passif de ces zones participe au rafraîchissement des locaux adjacents.

Il a tout de même été émise l'hypothèse qu'une ventilation naturelle par ouverture de fenêtre était réalisée en été lorsque la température extérieure est plus basse que la température intérieure.

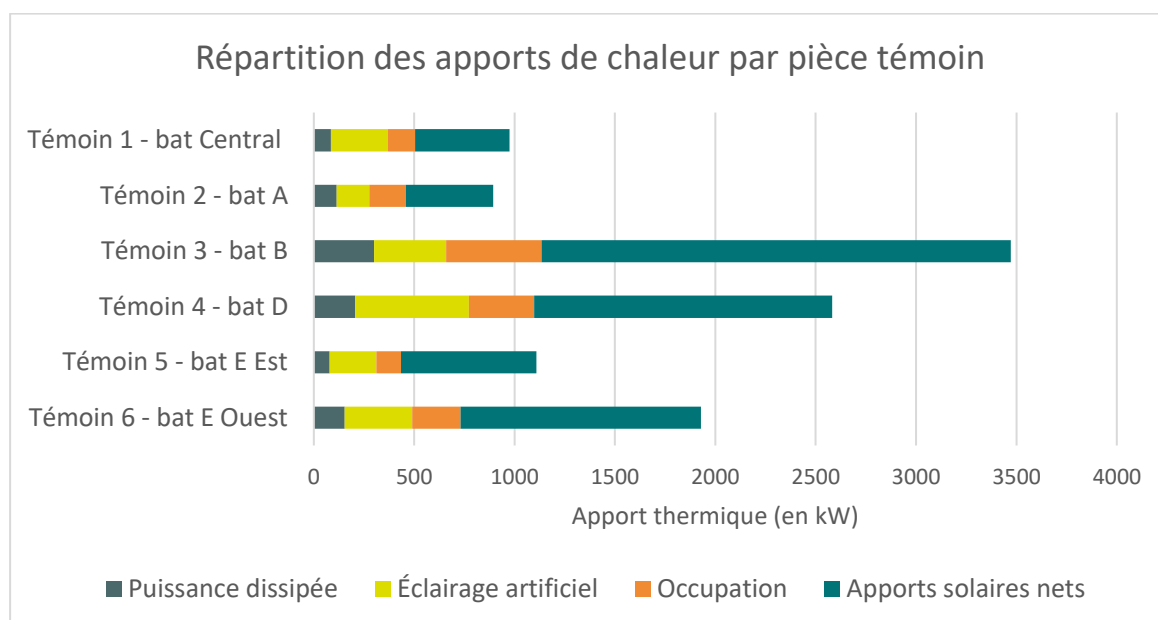
### Résultats avec scénario initial et scénario futur :

Le tableau suivant présente le nombre d'heures d'inconfort supérieure à 26 °C en occupation, en fichier météo initial canicule :

| Zones                                    | Nb Heures > 26 °C | Taux d'inconfort (%) |
|--|-------------------|----------------------|
| Témoin 1 : Bureau bâtiment Central R+1   | 138               | 5,9 %                |
| Témoin 2 : Bureau bâtiment A - R+2       | 71                | 3 %                  |
| Témoin 3 : Bureau bâtiment B - R+2       | 96                | 4,1 %                |
| Témoin 4 : Bureau bâtiment D - R+2       | 114               | 4,9 %                |
| Témoin 5 : Bureau bâtiment E - R+2 Est   | 171               | 7,3 %                |
| Témoin 6 : Bureau bâtiment E - R+2 Ouest | 175               | 7,4 %                |

Le tableau suivant présente le nombre d'heures d'inconfort supérieure à 26 °C en occupation, en fichier météo futur :

| Zones                                    | Nb Heures > 26 °C | Taux d'inconfort (%) |
|--|-------------------|----------------------|
| Témoin 1 : Bureau bâtiment Central - R+1 | 225               | 9,6 %                |
| Témoin 2 : Bureau bâtiment A - R+2       | 67                | 2,9 %                |
| Témoin 3 : Bureau bâtiment B - R+2       | 145               | 6,2 %                |
| Témoin 4 : Bureau bâtiment D - R+2       | 177               | 7,5 %                |
| Témoin 5 : Bureau bâtiment E - R+2 Est   | 267               | 11,4 %               |
| Témoin 6 : Bureau bâtiment E - R+2 Ouest | 265               | 11,3 %               |



Les résultats sont au-dessus de l'objectif de confort pour les zones témoins 5 et 6. Pourtant ce sont bien les zones témoins 3 et 4 qui ont le plus d'apports internes et solaires.

Les apports internes ne sont toutefois pas les seuls à influencer sur la température ressentie de l'air, cela dépend également des phénomènes de conduction et de ventilation entre les locaux.

### 11.2.2 SCENARIO 3

Le confort du scénario 3 décrit dans la partie audit du présent rapport est étudié. Ce scénario intègre notamment les actions suivantes, spécifiques à l'amélioration du confort d'été :

- Installation de brasseurs d'air : La vitesse de brassage d'air est de 0.5 m/s, ceci revient à améliorer la température ressentie de 2°C.
- Mise en place d'une sur ventilation nocturne.

Le tableau suivant présente le nombre d'heures d'inconfort supérieure à 26 °C en occupation, en fichier météo futur :

| Zones                                     | Nb Heures > 26 °C | Taux d'inconfort (%) | Gain par rapport au confort initial |
|---|-------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Témoign 1 : Bureau bâtiment Central - R+1 | 22                | 0,9 %                | 90 %                                |
| Témoign 2 : Bureau bâtiment A - R+2       | 83                | 3,5 %                | - 23 %                              |
| Témoign 3 : Bureau bâtiment B - R+2       | 40                | 1,7 %                | 72 %                                |
| Témoign 4 : Bureau bâtiment D - R+2       | 64                | 2,7 %                | 64 %                                |
| Témoign 5 : Bureau bâtiment E - R+2 Est   | 1                 | 0 %                  | 100 %                               |
| Témoign 6 : Bureau bâtiment E - R+2 Ouest | 113               | 4,8 %                | 57 %                                |

Les actions identifiées permettent d'améliorer le confort et de retrouver des conditions de travail convenables pour les usagers sur les zones témoins 5 et 56. Le confort est globalement amélioré sur l'ensemble des zones étudiées sauf pour la zone témoin 2. Le seuil de confort était et reste respecté tout de même sur cette zone.

A savoir que les travaux d'amélioration énergétique vont améliorer l'étanchéité à l'air et l'isolation des parois, ainsi la chaleur interne a plus de mal à être évacuée. Ces actions dégradent en partie le confort d'été, toutefois les solutions apportées (brasseurs d'air, surventilation nocturne) permettent de limiter ces effets.

Pour exemple sur la zone témoin 1, sans brasseur d'air la température dépasserait 26°C pendant 18% du temps d'occupation.

**Rappel** : ces résultats permettent de donner des premières tendances sur l'amélioration du confort avec la réalisation des travaux réalisés sur l'ensemble du scénario 3. Pour une analyse de confort d'été plus approfondie, il est recommandé de travailler sur une évaluation de température opérative basée sur la norme EN 16798-1 appelée méthode adaptative.

## 12 ANNEXES

**Annexe 1** : Réglementations thermiques applicables

**Annexe 2** : Niveaux de performances – réhabilitation

**Annexe 3** : Décret tertiaire de la Loi ELAN

**Annexe 4** : Classes Décret BACS

**Annexe 5** : CEE

**Annexe 6** : Durée de vie conventionnelle

## ANNEXE 1 : REGLEMENTATIONS THERMIQUES APPLICABLES

### 12.1.1 LES REPERES : GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT

La politique énergétique française est maintenant définie dans la loi Grenelle de l'Environnement. La loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement a entre autres pour objectif principal la lutte contre le réchauffement climatique, notamment par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, le développement des énergies renouvelables et la diminution des consommations d'énergie.

Les objectifs à atteindre face aux exigences fixées pour 2020 par le Conseil Européen et repris par le Grenelle de l'environnement sont :

- Réduire de 20% les émissions de CO<sub>2</sub> (50% pour les bâtiments publics),
- Améliorer de 20% l'efficacité énergétique (40% pour les bâtiments publics),
- Amener à 23% la part des énergies renouvelables.

### 12.1.2 RESPECT DES REGLEMENTATIONS THERMIQUES - BATIMENT EXISTANTS

La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage. **Elle est distincte de la réglementation concernant les bâtiments neufs (RT 2012).**

**L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment** existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux susceptibles d'apporter une telle amélioration.

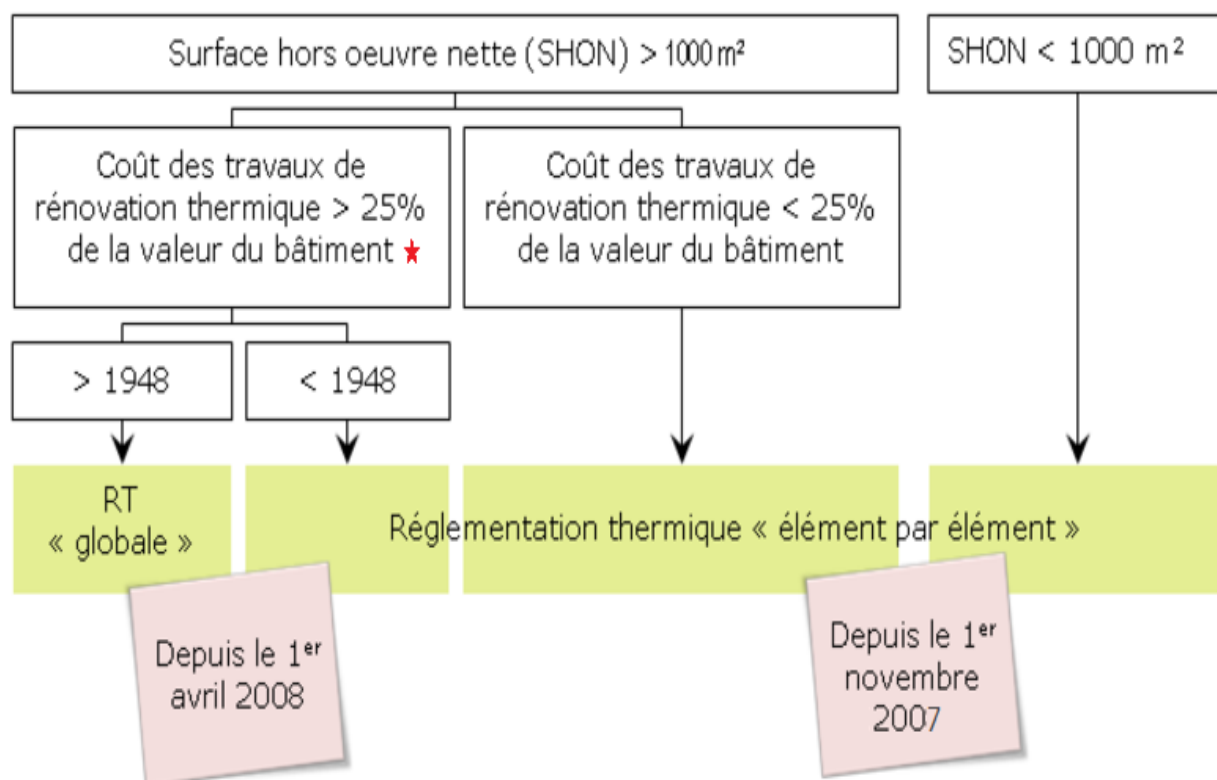
Cette réglementation repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28-11 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage. Ces réglementations sont susceptibles d'être contrôlées au titre de l'article L.152-4 du Code de la Construction.

**1. La rénovation dite « globale »** définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové, à justifier par un calcul réglementaire. Elle repose sur l'article R. 131-26 du code de la construction et de l'habitation et son arrêté d'application du 13 juin 2008.

**2. Pour tous les autres cas de rénovation**, en cas d'installation ou de remplacement d'un élément du bâtiment (pose d'une isolation ou d'une fenêtre, changement de chaudière), la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé. Elle repose sur l'article R. 131-28 du code de la construction et de l'habitation et **son arrêté d'application du 3 mai 2007 modifié, à partir du 1er janvier 2018, par l'arrêté du 22 mars 2017** qui définit la RT "Elément par Elément" des bâtiments existants.

**3. En complément de ces réglementations**, la loi relative à la transition énergétique vers la croissance verte a notamment créé une obligation de réaliser des travaux d'isolation en cas de travaux importants de réfection de toiture, ravalement de toiture ou aménagement d'une pièce en vue de la rendre habitable. Cette obligation se décline dans les articles R. 131-28-7 à R. 131-28-11 du code de la construction et de l'habitation.



Le bâtiment étant construit après 1948, la valeur conventionnelle du bâtiment actualisé au 1<sup>er</sup> janvier 2022 est de **1 718 €HT/m² SHON** (pour usage principal d'habitation) et **1 466 €HT/m² SHON** (pour autres bâtiments), les réglementations qui s'appliquent sont :

- La Réglementation Thermique de l'Existant dite « RT Globale », si le montant des travaux d'économie d'énergie, y compris l'ensemble des coûts induits est supérieur à 25% de sa valeur conventionnelle sur une période de 2 ans
- Réglementation Thermique de l'Existant dite « RT élément par élément », dans le cas contraire

**Attention : La réglementation thermique de l'Existant est amenée à évoluer d'ici janvier 2023 (Dernière mise à jour : 22 mars 2017).**

### 12.1.3 LABEL BBC : EFFINERGIE RENOVATION

Le label Effinergie BBC® Rénovation propose un niveau de performance allant bien au-delà des obligations réglementaires. Un projet de rénovation peut prétendre à ce label si ses consommations atteintes, calculées par la méthode réglementaire, sont inférieures de 40% à un état théorique de référence.

Les performances à mettre en œuvre pour espérer satisfaire ces conditions sont données dans le tableau page précédente.

Cette démarche peut s'accompagner éventuellement d'une labellisation. Il est également possible d'étendre la démarche de rénovation à d'autres cibles (confort, santé, énergie grise...) et d'entreprendre une démarche HQE® pouvant aboutir à une certification.

## 12.2 ANNEXE 2 : NIVEAUX DE PERFORMANCES - REHABILITATION

En termes d'efficacité énergétique des éléments du bâti et des équipements, **nous préconisons des niveaux de performances supérieurs aux minimums réglementaires**. En effet, ceux-ci sont des minimums à atteindre, et



non des valeurs « cibles » pour atteindre les objectifs de réduction des consommations d'énergie (grenelle de l'Environnement, objectifs nationaux et européens).

Les préconisations proposées se basent sur les niveaux de performance thermique nécessaire à l'obtention du **label BBC® Rénovation**, niveaux supérieurs à la réglementation en vigueur (RT Existante « Élément par élément »).

**Ainsi, Les Résistances thermiques minimales de l'isolant des parois opaques installées ou remplacées, exprimées en ( $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ), doivent être supérieures ou égales aux valeurs données dans le tableau suivant :**

| Parois opaques  |                                    |                  |
|---|------------------------------------|------------------|
| Type de paroi   | Résistance thermique R en zone H1A | Valeur R retenue |
| Murs en contact avec l'extérieur                          | 3,2                                | 5                |
| Murs en contact avec un volume non chauffé                | 2,5                                | 4                |
| Toiture terrasses   | 4,5                                | 7                |
| Planchers de combles perdus                               | 5,2                                | 7                |
| Rampants de toiture de pente inférieure 60°               | 5,2                                | 7                |
| Planchers bas donnant à un local non chauffé ou extérieur | 3                                  | 4                |

**Les performances thermiques des parois vitrées installées ou remplacées, exprimées en ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ), doivent être inférieures ou égales aux valeurs données dans le tableau suivant :**

| Parois vitrées   | Valeur $U_w$   | Valeur $U_w$ retenue                                   |
|--|--|--|
| Fenêtres de surface supérieure à $0,5\text{m}^2$ , portes fenêtres, double fenêtres, façades rideaux | $U_w \leq 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$     | $U_w \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   |
| Porte d'entrée de maison individuelle donnant sur l'extérieur  | $U_d \leq 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$       | $U_d \leq 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$     |
| Verrière   | $U_{cw} \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  | $U_{cw} \leq 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  |
| Véranda  | $U_{vér} \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ | $U_{vér} \leq 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ |

## ANNEXE 3 : DECRET TERTIAIRE DE LA LOI ELAN

L'article 175 de la loi ELAN du 23 novembre 2018 adapte l'obligation de travaux d'économie d'énergie dans le secteur des bâtiments tertiaires et fixe un objectif à l'horizon 2050 d'une réduction de 60 % de la consommation d'énergie finale (tous postes) par rapport à celle de l'année 2010 (ou année postérieure).

Deux textes d'application en découlent :

- Son décret d'application (dit décret tertiaire) du 23 juillet 2019, il fixe les nouvelles conditions d'application de cette obligation.
- L'arrêté du 10 avril 2020, expose les modalités de calcul pour atteindre les objectifs de réduction de consommation.

Ces textes obligent les propriétaires et preneurs à bail de bâtiments tertiaires à réduire les consommations en énergie finale surfacique de leurs surfaces tertiaires d'ici 2050, qu'ils soient publics ou privés, dès lors que la **surface plancher occupée par des activités tertiaires dans le bâtiment ou l'ensemble de bâtiments implanté sur une même unité foncière ou un même site est supérieure ou égale à 1 000 m<sup>2</sup>**.

L'obligation de réduction des consommations en énergie finale de ces surfaces tertiaires est progressive, le Décret Tertiaire fixant en tout trois échéances : 2030, 2040 et 2050. Pour chacune d'entre elles, l'assujetti pourra choisir entre deux objectifs de consommation en énergie finale **surfacique** :

- **Objectif « relatif »** ( $C_{RELAT}$ ) – Un niveau de consommation en énergie finale surfacique réduit par rapport à une consommation en énergie finale surfacique de référence, respectivement de :

| échéance | Objectif de réduction |
|----------|-----------------------|
| 2030     | 40 %                  |
| 2040     | 50 %                  |
| 2050     | 60 %                  |

- **Objectif « absolu »** ( $C_{ABS}$ ) – Un niveau de consommation en énergie finale surfacique fixé par arrêté pour chaque échéance et pour chaque typologie d'activité tertiaire, et fonction de la consommation des bâtiments neufs de la typologie d'activité.

Dans le cas de l'objectif relatif, l'année de référence est une année pleine d'exploitation, soit 12 mois consécutifs, respectant les critères suivants :

- Elle devra dater ou être postérieure à 2010 ;
- Elle ne pourra être postérieure à la première année de déclaration des consommations énergétiques sur la plateforme de déclaration gouvernementale OPERAT (Observatoire de la Performance Énergétique, de la Rénovation et des Actions du Tertiaire) ;
- Elle devra être ajustée des variations climatiques (Degrés Jour Unifiés) ;
- Elle devra être décomposée par type d'énergie ;
- Elle devra être justifiée par des factures ou tout autre moyen approprié équivalent.

**A noter que cet audit, ou un audit plus ancien, ne constitue pas un justificatif recevable pour le gouvernement.**

Le décret introduit la possibilité de moduler les objectifs de consommation. Trois types de modulation sont possibles :

- Modulation des objectifs pour des raisons techniques, architecturales ou patrimoniales.
- Modulation des objectifs en fonction du volume d'activité : La modulation de l'objectif en fonction du volume d'activité est calculée automatiquement par la plateforme OPERAT, sur la base d'indicateurs à renseigner (par exemple, la nombre d'heure d'ouverture de l'établissement). Il y a une modulation de l'objectif lorsque ces indicateurs varient suivant une donnée étalon fixée dans l'arrêté du 10 avril 2020.
- Modulation des objectifs en cas de disproportion manifeste du coût des actions par rapport aux avantages attendus en termes de consommations d'énergie finale.

Les valeurs permettant de calculer la modulation pour un bâtiment comme un théâtre n'ont pas encore été publiées.

Pour justifier les modulations d'objectifs un dossier technique est à transmettre. Ce dossier intègre :

- Une étude énergétique portant sur les actions d'amélioration de la performance énergétique et environnementale du bâtiment se traduisant par une réduction des consommations d'énergie finale et des émissions de gaz à effets de serre correspondantes.
- Une étude énergétique portant sur les actions visant à réduire les consommations des équipements liés aux usages spécifiques.
- Une identification des actions portant sur l'adaptation des locaux à un usage économe en énergie et sur le comportement des occupants.
- Un programme d'actions permettant d'atteindre l'objectif, qui s'appuie sur l'ensemble des leviers d'actions visés au II de l'article R. 131-39 du code de la construction et de l'habitation.

Le dossier technique est complété, en fonction de la nature des modulations dont il fait l'objet.

Les demandes de modulation peuvent être réalisées au maximum 5 ans après la première échéance de remontée des consommations de chaque décennie.

Pour la modulation des objectifs en cas de disproportion manifeste du coût des actions par rapport aux avantages attendus en termes de consommations d'énergie finale, le dossier technique ne peut être invoqué que sur la base d'un calcul de temps de retour sur investissement brut du coût global, d'un des leviers d'actions d'amélioration de la performance énergétique et environnementale des bâtiments, déduction faite des aides financières perceptibles.

Des limites de temps de retour sur investissement brut ont été définies en fonction de la nature de l'action d'amélioration :

- 30 ans pour les actions de rénovations relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique et environnementale des bâtiments portant sur leur enveloppe ;
- 15 ans pour les travaux de renouvellement des équipements énergétiques du bâtiment (hors consommables : ampoules et autres pièces de rechange dans le cadre de l'entretien courant des équipements) ;
- 6 ans pour la mise en place de système d'optimisation et d'exploitation des systèmes et équipements, visant la gestion, la régulation, et l'optimisation en exploitation des équipements énergétiques.

## 12.3 ANNEXE 4 : CLASSES DECRET BACS

### Décrets Bacs – minimum classe C

| Code | Désignation                                      | Classe C   |
|------|--|--|
| 1.1  | Radiateur  | Régulation individuelle par pièce : au moyen de robinets thermostatiques ou d'un régulateur électronique                     |
| 1.2  | Plancher chauffant                               | Boucle de régulation de température d'eau distribuée dont le point de consigne dépend de la température extérieure           |
| 1.3  | Température collecteur                           | PID sur le départ en fonction de la température extérieure   |
| 1.4  | Pompes de distribution                           | Commande automatique de mise en marche/arrêt: les pompes fonctionnent sans régulation à leur vitesse maximale                |
| 1.5  | Programme horaire                                | Régulation automatique avec programme fixe: pour réduire le temps de fonctionnement  |
| 1.6  | Générateurs de chaleur                           | Régulation de température variable en fonction de la température extérieure  |
| 1.9  | Ordre des priorités des générateurs de chaleur * | Régulation basée sur une liste fixe des priorités : par exemple une chaudière à eau chaude par rapport à une pompe à chaleur |
| 2.1  | Stockage de l'eau chaude sanitaire               | Commande automatique de mise en marche/arrêt et programmation du temps de charge.  |
| 2.4  | Pompe de charge de l'eau chaude sanitaire        | Avec programmation horaire   |

\* Cette fonction de régulation ne s'applique qu'à un système comportant un ensemble de générateurs de chaleur, compris les sources d'énergies renouvelables

### Décrets Bacs – minimum classe C

| Code | Désignation   | Classe C                                       |
|------|---|--|
| 4.1  | Régulation de la ventilation et de la climatisation | Régulation par programme horaire               |
| 4.2  | Régulation de l'air ambiant                         | Régulation continue sur point de consigne fixe |
| 4.3  | Régulation mixte                                    | Coordonnée air ambiant et statique             |
| 4.4  | Débit D'air extérieure                              | Programme horaire et fixe                      |

| Code | Désignation            | Classe C   |
|------|------------------------|--|
| 5.1  | Eclairage - Occupation | Mise en marche automatique/arrêt automatique: le système de commande allume automatiquement le(s) luminaire(s) à chaque fois qu'une présence est détectée dans la zone éclairée et les éteint automatiquement en intégralité |
| 5.2  | Seuil de luminosité    | Manuelle: les luminaires peuvent être éteints avec un interrupteur manuel dans la pièce  |

## Décrets Bacs – minimum classe B

| Code | Désignation                                      | Classe B   |
|------|--|--|
| 1.1  | Radiateur  | Régulation modulante individuelle par pièce du signal de régulation et communication : entre les régulateurs et le BACS (par exemple programmeur, consigne de température ambiante)                                      |
| 1.2  | Plancher chauffant                               | «Optimal» signifie que les températures ambiantes de toutes les pièces de la zone de système thermo-actif demeurent, sur les périodes de fonctionnement, dans la plage de confort pour satisfaire aux besoins de confort |
| 1.3  | Température collecteur                           | Régulation basée sur les besoins ambiants  |
| 1.4  | Pompes de distribution                           | régulateurs de pression différentielle.  |
| 1.5  | Programme horaire                                | Régulation automatique avec optimisation de la mise en marche/arrêt: pour réduire le temps de fonctionnement. Sonde Ext  |
| 1.6  | Générateurs de chaleur                           | Régulation de température variable en fonction des besoins ambiants  |
| 1.9  | Ordre des priorités des générateurs de chaleur * | Régulation basée sur une liste dynamique des priorités basée sur le rendement et les capacités actuelles des générateurs   |
| 2.1  | Stockage de l'eau chaude sanitaire               | Commande automatique de mise en marche/arrêt et programmation du temps de charge.  |
| 2.4  | Pompe de charge de l'eau chaude sanitaire        | Avec programmation horaire   |

\* Cette fonction de régulation ne s'applique qu'à un système comportant un ensemble de générateurs de chaleur de différentes tailles ou de différents types, y compris les sources d'énergies renouvelables

## Décrets Bacs – minimum classe B

| Code | Désignation   | Classe B  |
|------|---|---|
| 4.1  | Régulation de la ventilation et de la climatisation | Régulation par programme horaire                                  |
| 4.2  | Régulation de l'air ambiant                         | Régulation continue sur point de consigne fixe et le débit d'air. |
| 4.3  | Régulation mixte                                    | Coordonnée air ambiant et statique                                |
| 4.4  | Débit D'air extérieure                              | Programme horaire et variable                                     |

| Code | Désignation            | Classe B  |
|------|------------------------|---|
| 5.1  | Eclairage - Occupation | Mise en marche manuelle/mise en marche partiellement automatique/arrêt automatique: les luminaires ne peuvent être allumés qu'au moyen d'un interrupteur manuel ou automatiquement par un détecteur d'occupation                    |
| 5.2  | Seuil de luminosité    | Commutation automatique: les luminaires sont automatiquement éteints dès que la lumière naturelle est plus que suffisante pour assurer l'éclairage minimal requis et sont allumés lorsque la lumière naturelle devient insuffisante |



## Décrets Bacs – minimum classe A

| Code | Désignation                                      | Classe A  |
|------|--|---|
| 1.1  | Radiateur  | Régulation modulante individuelle par pièce du signal de régulation et détection d'occupation: entre les régulateurs et le BACS                               |
| 1.2  | Plancher chauffant                               | une correction de température ambiante d'un jour à l'autre est appliquée et une correction instantanée ne peut pas être obtenue avec un système thermo-actif. |
| 1.3  | Température collecteur                           | Régulation basée sur les besoins ambiants   |
| 1.4  | Pompes de distribution                           | Commande des pompes à vitesse variable: $\Delta p$ constant ou variable basé sur les estimations (internes) du groupe de pompes.                              |
| 1.5  | Programme horaire                                | Régulation automatique avec évaluation des besoins: pour réduire le temps de fonctionnement. Sonde Ext + AMB.   |
| 1.6  | Générateurs de chaleur                           | Régulation de température variable en fonction des besoins ambiants   |
| 1.9  | Ordre des priorités des générateurs de chaleur * | Régulation basée sur une liste dynamique des priorités basée sur le rendement et les capacités actuelles des générateurs                                      |
| 2.1  | Stockage de l'eau chaude sanitaire               | Commande automatique de mise en marche/arrêt et programmation du temps de charge.   |
| 2.4  | Pompe de charge de l'eau chaude sanitaire        | Avec programmation horaire  |

\* Cette fonction de régulation ne s'applique qu'à un système comportant un ensemble de générateurs de chaleur de différentes tailles ou de différents types, y compris les sources d'énergies renouvelables

## Décrets Bacs – minimum classe A

| Code | Désignation   | Classe A   |
|------|---|--|
| 4.1  | Régulation de la ventilation et de la climatisation | Régulation en fonction des besoins: le système fonctionne en fonction des besoins en termes de qualité de l'air (mesure du CO <sub>2</sub> , des composés organiques volatils, etc.) |
| 4.2  | Régulation de l'air ambiant                         | Régulation continue sur point de consigne fixe et le débit d'air.  |
| 4.3  | Régulation mixte                                    | Coordonnée air ambiant et statique   |
| 4.4  | Débit D'air extérieure                              | Régulation progressive: le système est régulé par des capteurs qui détectent le nombre de personnes ou les paramètres de l'air intérieur ou des critères adaptés                     |

| Code | Désignation            | Classe A   |
|------|------------------------|--|
| 5.1  | Eclairage - Occupation | Mise en marche manuelle/mise en marche partiellement automatique/arrêt automatique: les luminaires ne peuvent être allumés qu'au moyen d'un interrupteur manuel ou automatiquement par un détecteur d'occupation |
| 5.2  | Seuil de luminosité    | Modulation automatique: l'intensité lumineuse des luminaires est progressivement réduite et les luminaires sont finalement éteints,  |

## 12.4 ANNEXE 5 : CEE

Ce dispositif repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie appelés les « obligés » (électricité, gaz, chaleur, froid, fioul domestique et carburants pour automobiles). Ceux-ci sont ainsi incités à promouvoir l'efficacité énergétique auprès de leurs clients : ménages, professionnels ou collectivités territoriales.

Un objectif triennal est défini et réparti entre les opérateurs en fonction de leurs volumes de ventes. En fin de période, les vendeurs d'énergie obligés doivent justifier de l'accomplissement de leurs obligations par la détention d'un montant de certificats équivalent à ces obligations. Les certificats sont obtenus en outre par l'achat à d'autres acteurs (collectivités locales, bailleurs, etc.) ayant mené des opérations d'économies d'énergie.



Pour chaque action faisant partie des opérations standardisées (arrêté du 19 juin 2006), nous avons calculé les Certificats d'Economie d'Energie (CEE) correspondant selon les fiches en vigueur (3<sup>ème</sup> période, valable pour les opérations après le 1<sup>er</sup> janvier 2015)

L'unité de compte du CEE est le « **kWh cumac** ». L'abréviation « **cumac** » provient de la contraction de « cumulés », afin de tenir compte des économies générées sur toute la durée de vie de l'équipement utilisé, et « actualisés », afin de prendre en compte une actualisation financière annuelle.

Le taux d'actualisation est fixé à 4% par année. Le tableau suivant donne des indications sur le coefficient multiplicateur à appliquer sur les économies annuelles suivant la durée de vie de l'équipement.



| Durée de vie de l'équipement | Coefficient Multiplicateur (actu. 4%) |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 5 ans                        | 4,63 %                                |
| 10 ans                       | 8,41                                  |
| 15 ans                       | 11,56                                 |
| 20 ans                       | 14,13                                 |
| 25 ans                       | 16,25                                 |
| 30 ans                       | 17,98                                 |
| 35 ans                       | 19,41                                 |

**Exemple :**

Une chaufferie bois de 2MW fonctionnant 2500h par an, crée chaque année une économie forfaitaire de 5 000 000 kWh de combustible fossile.

Sur 15 ans, le nombre de kWh cumac sera : 5 000 000 x 11,56 soit 57 800 000 kWh cumac (directement convertibles en certificats).

Les certificats d'économie d'énergie ne s'appliquent pas pour un simple respect de la réglementation, pour une simple substitution entre énergies fossiles, pour les opérations tel le photovoltaïque qui bénéficient déjà du dispositif d'obligation d'achat, et pour les opérations subventionnées par l'ADEME.

Cependant, une grande quantité de certificats peut être obtenue en améliorant l'isolation du bâtiment (bonne économie sur une très longue durée).

**La vente de CEE se faisant sur un marché d'échange, il est impossible de fixer un prix à la vente de certificats**, cependant un ordre de grandeur serait **de 3 000 à 3 500 € pour 1 GWh cumac** (1 000 000 kWh cumac).

## 12.5 ANNEXE 6 : DUREE DE VIE CONVENTIONNELLE

| Durée de vie de l'équipement   | Coefficient Multiplicateur<br>(actu. 4%) |
|--------------------------------|--|
| Vitrages                       | 35                                       |
| Isolation                      | 35                                       |
| Chaudière condensation         | 21                                       |
| Robinet thermostatique         | 12                                       |
| Isolation réseau chauffage-ECS | 20                                       |
| Régulation                     | 15                                       |
| Récupérateur sur chaudière     | 15                                       |
| ECS solaire                    | 20                                       |
| Circulateur                    | 12                                       |
| Isolation réseau ECS           | 20                                       |
| VMC-CTA                        | 16                                       |
| Luminaire + Tubes Fluocompact  | 15                                       |

AVEC **16 IMPLANTATIONS** REPARTIES SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE, VOUS TROUVerez TOUJOURS UN INTERLOCUTEUR INDDIGO PRES DE CHEZ VOUS !



**Notre siège social est basé à Chambéry :**

367 avenue du Grand Ariétaz  
CS 52401  
73024 Chambéry Cedex  
**Tél :** 04 79 69 89 69  
**Mail :** [inddigo@inddigo.com](mailto:inddigo@inddigo.com)

**Agence de Paris :**

40 rue de l'Echiquier  
75010 Paris  
**Tél :** 01 42 46 29 00

**Agence de Toulouse :**

9 rue Paulin Talabot  
Immeuble le Toronto  
31100 Toulouse  
**Tél :** 05 61 43 66 70

**Agence de Nancy :**

8 rue des Dominicains  
54000 Nancy  
**Tél :** 03 83 18 39 39

**Agence de Villefranche-de-Lauragais :**

7 avenue du Général Sarraïl  
31290 Villefranche-de-Lauragais  
**Tél :** 05 61 81 69 00

**Agence de Nantes :**

4 avenue Millet  
44000 Nantes  
**Tél :** 02 40 48 99 99

**Agence de Marseille :**

11, rue Montgrand  
13006 Marseille  
**Tél :** 04 95 09 31 00

**Agence de Lyon :**

Flex-O Lyon Tête d'Or  
3, rue de Genève  
69006 Lyon  
**Tél :** 04 79 69 89 69

[WWW.INDDIGO.COM](http://WWW.INDDIGO.COM)

