

# Audit énergétique

## DOSSIER ENERGETIQUE – AUDIT

TNN012 – Hôpital de TENON – Bâtiment Cassiodore

### EMETTEURS

**Florian WILLERVAL**

Energy Manager – Advizeo

**Bastien RINGES**

Expert STD – Advizeo

**Clarisse MANTEAU**

Directrice de projet – Advizeo

### DESTINATAIRE

**Régis PATRAT**

Ingénieur énergies et construction  
durable

Direction des Investissements et des  
Services Numériques

AP-HP Sorbonne Université

## Production et vérification du document

Le présent document a été rédigé et validé par les personnes suivantes :

| Prénom & Nom      | Fonction             | Rôle       |
|-------------------|----------------------|------------|
| Florian WILLERVAL | Energy Manager       | Rédaction  |
| Bastien RINGES    | Expert STD           | Rédaction  |
| Clarisse MANTEAU  | Directrice de projet | Validation |

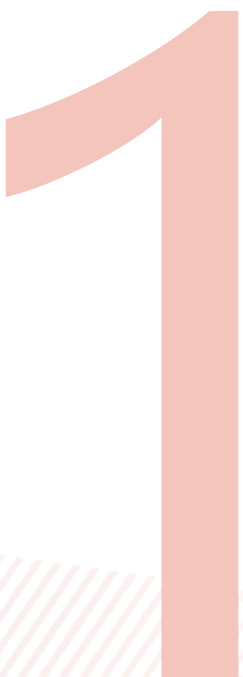
Historique des versions émises :

| Nom                                        | Date       | Modifications principales |
|--------------------------------------------|------------|---------------------------|
| APHP_TENON_Audit_énergétique_Cassiodore_V1 | 31/07/2025 | -                         |
|                                            |            |                           |
|                                            |            |                           |

# Sommaire

|             |                                                               |           |
|-------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b>   | <b>Objet du document.....</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>2.</b>   | <b>Rappel de la situation actuelle .....</b>                  | <b>5</b>  |
| <b>2.1.</b> | <b>Synthèse des résultats de la modélisation.....</b>         | <b>5</b>  |
| 2.1.1.      | Détails des consommations issues de la STD.....               | 5         |
| 2.1.2.      | Détails des déperditions thermiques.....                      | 7         |
| <b>2.2.</b> | <b>Besoin des locaux.....</b>                                 | <b>8</b>  |
| <b>3.</b>   | <b>Actions Préconisées .....</b>                              | <b>9</b>  |
| <b>3.1.</b> | <b>Synthèse des Préconisations.....</b>                       | <b>10</b> |
| <b>4.</b>   | <b>Scénarisation .....</b>                                    | <b>11</b> |
| <b>4.1.</b> | <b>Synthèse énergétique et économique des scénarios .....</b> | <b>12</b> |
| <b>4.2.</b> | <b>Impact sur la performance .....</b>                        | <b>13</b> |
| <b>5.</b>   | <b>Etude du coût global .....</b>                             | <b>15</b> |
| <b>6.</b>   | <b>décret tertiaire .....</b>                                 | <b>20</b> |
| <b>7.</b>   | <b>Conclusion generale .....</b>                              | <b>22</b> |
| <b>8.</b>   | <b>Hypothèses de calcul .....</b>                             | <b>23</b> |
| <b>8.1.</b> | <b>Donnees economiques .....</b>                              | <b>23</b> |
| <b>8.2.</b> | <b>Facteurs de conversions .....</b>                          | <b>23</b> |
| <b>8.3.</b> | <b>Données météorologiques .....</b>                          | <b>23</b> |
| <b>9.</b>   | <b>ANNEXES .....</b>                                          | <b>24</b> |
| <b>9.1.</b> | <b>Fiches actions .....</b>                                   | <b>24</b> |
| <b>9.2.</b> | <b>Subventions et aides.....</b>                              | <b>35</b> |
|             | <b>Contacts .....</b>                                         | <b>36</b> |

# Objet du document



## 1. OBJET DU DOCUMENT

Le présent document complète l'étude initiale présentée dans le rapport APHP\_TENON\_Etat des lieux\_Cassiodore\_V1. Il a permis d'établir une description de l'état initial du bâtiment d'un point de vue des systèmes et du bâtiment.

Le rapport d'audit énergétique a pour objectifs d'identifier et de détailler les actions de sobriété et d'efficacité énergétique pertinentes sur le site, en fournissant une évaluation technico-économique incluant les coûts d'investissement, les gains (énergétiques et environnementaux) attendus et les temps de retour associés.

Il propose également plusieurs scénarios d'intervention, construits en fonction des délais et enveloppes budgétaires mobilisables et de différentes hypothèses d'inflation. L'ensemble vise à projeter les économies réalisables à long terme, afin de fournir des éléments d'aide à la décision.

## 2. RAPPEL DE LA SITUATION ACTUELLE

### 2.1. SYNTHÈSE DES RESULTATS DE LA MODELISATION

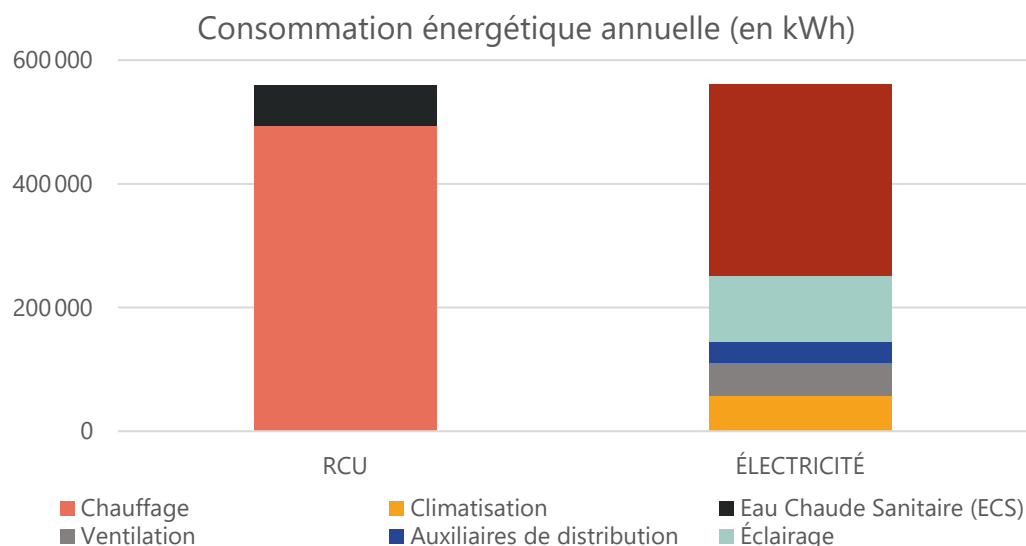
Comme présenté dans le rapport *État des lieux*, la Simulation Thermique Dynamique (STD) ainsi que la Simulation Énergétique Dynamique (SED) ont permis d'estimer les consommations énergétiques du bâtiment sur la base d'un modèle physique représentatif de son fonctionnement réel.

Ces simulations ont été utilisées à la fois pour établir une situation de référence et pour évaluer l'impact énergétique des différentes actions envisagées sur le site. Les scénarios d'intervention ont été modélisés afin de quantifier les réductions de consommation atteignables en fonction des caractéristiques thermiques du bâtiment et de ses usages.

#### 2.1.1. Détails des consommations issues de la STD

| RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS     |         |      |             |     |                         |     |
|-----------------------------------|---------|------|-------------|-----|-------------------------|-----|
| Usages                            | RCU     |      | ÉLECTRICITÉ |     | TOTAL                   |     |
|                                   | kWh     | %    | kWh         | %   | kWh/m <sup>2</sup> .SDP | %   |
| Chauffage                         | 493 540 | 88%  | -           | -   | 148                     | 44% |
| Climatisation                     | -       | -    | 57 465      | 10% | 17                      | 5%  |
| Eau Chaude Sanitaire (ECS)        | 66 467  | 12%  | -           | -   | 20                      | 6%  |
| Ventilation                       | -       | -    | 54 024      | 10% | 16                      | 5%  |
| Auxiliaires de distribution       | -       | -    | 33 171      | 6%  | 10                      | 3%  |
| Éclairage                         | -       | -    | 107 422     | 19% | 32                      | 10% |
| Usage spécifique                  | -       | -    | 309 071     | 55% | 93                      | 28% |
| Production d'énergie renouvelable | -       | -    | -           | -   | -                       | -   |
| TOTAL                             | 560 007 | 100% | 561 154     | -   | -                       | -   |

|                                   |        |         |     |
|-----------------------------------|--------|---------|-----|
| Energie primaire (kWhEP)          | 560007 | 1290655 | 555 |
| Emission CO2 annuelle (TegCO2/an) | 82     | 32      | 34  |



Ce graphique présente la consommation énergétique annuelle du bâtiment Cassiodore, exprimée en kilowattheures (kWh), selon deux sources d'énergie : le RCU (Réseau de Chaleur Urbain) et l'électricité. Il met en évidence la répartition des usages énergétiques pour chaque source.

Le RCU est exclusivement utilisé pour le chauffage, qui représente la quasi-totalité de sa consommation, avec une petite part dédiée à la ventilation. Cela reflète une utilisation ciblée du réseau de chaleur, principalement pour les besoins thermiques.

L'électricité, en revanche, alimente une gamme plus large d'usages. Le chauffage reste un poste important, mais d'autres usages sont également significatifs : la climatisation, l'éclairage, l'eau chaude sanitaire (ECS) et les auxiliaires de distribution. Cette diversité montre que l'électricité est utilisée pour des fonctions à la fois thermiques et techniques, notamment dans les zones spécifiques comme les laboratoires, les salles de scan ou les locaux de préparation pharmaceutique.

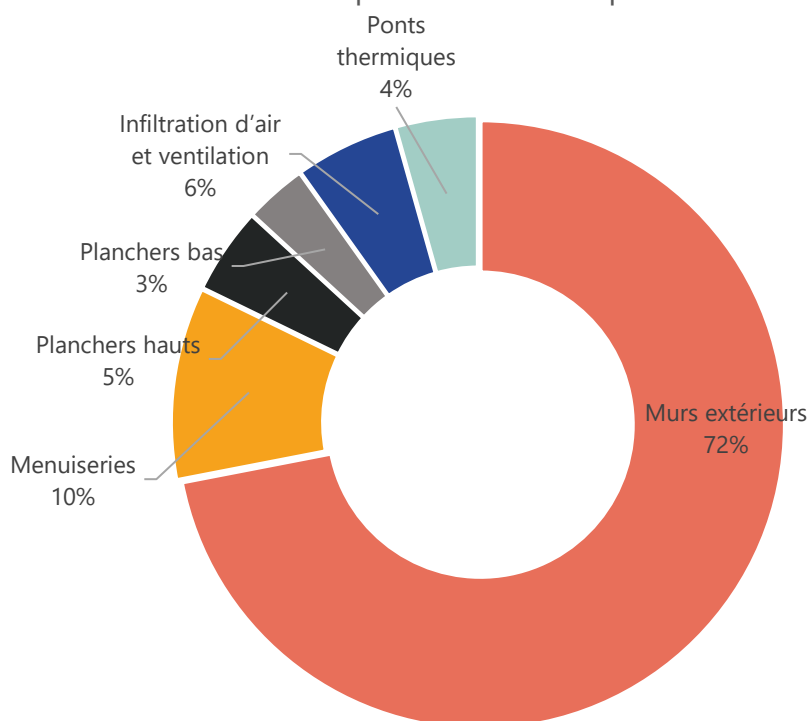
La consommation électrique totale est plus élevée que celle du RCU, ce qui souligne l'importance des équipements techniques et des usages spécifiques dans le bâtiment. Ce graphique illustre donc bien la complémentarité des deux sources d'énergie et la complexité des besoins énergétiques du site.

## 2.1.2. Détails des déperditions thermiques

| RÉPARTITIONS DES DÉPERDITIONS |             |                 |               |                                   |                  |
|-------------------------------|-------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|------------------|
| Murs extérieurs               | Menuiseries | Planchers hauts | Planchers bas | Infiltration d'air et ventilation | Ponts thermiques |
| 120,92 kW                     | 17,23 kW    | 7,76 kW         | 5,57 kW       | 9,23 kW                           | 7,34 kW          |
| TOTAL DES DÉPERDITIONS        |             |                 |               | 168,05 kW                         |                  |
| COEFFICIENT $U_{bât}$         |             |                 |               | 2,48 W/m <sup>2</sup> .K          |                  |

Soit une répartition telle que :

Détail des déperditions thermiques du site



Les murs extérieurs représentent à eux seuls 72 % des pertes, ce qui confirme leur rôle de principal point faible de l'enveloppe thermique, en lien avec l'absence d'isolation.

Les menuiseries contribuent à hauteur de 10 %, ce qui reste significatif malgré une performance globalement correcte, probablement en raison de leur vétusté et des infiltrations d'air.

Les planchers hauts et planchers bas représentent respectivement 5 % et 3 % des pertes, ce qui reste modéré grâce à la présence d'une isolation en toiture et de locaux non chauffés mais abritant des canalisations de chauffage (déperditions de chaleur) sous le plancher bas.

Les infiltrations d'air et la ventilation comptent pour 6 %, soulignant l'impact des systèmes de renouvellement d'air peu performants ou absents dans certaines zones.

Enfin, les ponts thermiques représentent 4 % des pertes, un niveau attendu pour un bâtiment ancien. Ce graphique confirme que les efforts de rénovation thermique devraient prioritairement cibler les murs extérieurs et l'amélioration de l'étanchéité à l'air.

## 2.2. BESOIN DES LOCAUX

La simulation thermique dynamique permet de calculer les besoins climatiques en chaud et froid du site :

|                 | PUISSANCE À INSTALLER (NF<br>EN 12831) | PUISSANCE INSTALLÉE (sur<br>site) | ÉCART |
|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| CHAUFFAGE       | 190 kW chauffage                       | 130 kW<br>130kW (secours)         | -32%  |
| REFROIDISSEMENT | 60 kW                                  | 109 kW (+79kW en secours)         | + 45% |

La puissance de chauffage + ECS réellement appelée dans le bâtiment selon la simulation atteint 203 kW environ. Les échangeurs sont de 130kW chacun, le besoin est donc couvert par une partie des deux échangeurs.

En refroidissement, l'appel de puissance s'élève à environ 60 kW pour les besoins de climatisation, contre 109kW installé pour la climatisation hors process, soit un surplus de 45%. L'estimation de la part de refroidissement uniquement utilisée pour le confort intègre des équipements utilisés également pour le process. Cela peut expliquer l'écart que l'on retrouve avec le besoin de puissance.

### 3. ACTIONS PRÉCONISÉES

À l'issue de l'étude énergétique du bâtiment, plusieurs leviers d'amélioration ont été identifiés.

Ces pistes concernent principalement trois postes de consommation :

- l'enveloppe thermique du bâtiment (parois opaques et menuiseries extérieures),
- les systèmes CVC et leurs régulations associées,
- les installations d'éclairage.

L'ensemble des actions retenues fait l'objet d'un chiffrage détaillé, intégrant le cas échéant les aides financières mobilisables, notamment les Certificats d'Économies d'Énergie (CEE).

Les actions sont décrites en détail sous forme de fiches individuelles, présentes en annexe, à la section [Fiches actions](#). Ces fiches contiennent notamment le descriptif des travaux et contraintes potentielles, les gains associés estimés, les coûts d'investissement et les temps de retour (TRI).

Les économies d'énergie indiquées dans les fiches actions, ainsi que dans le tableau récapitulatif ci-dessous, sont calculées indépendamment pour chaque action. Les interactions possibles, autrement dit, les effets de synergie ou de recouvrement, ne sont pas intégrés à ce niveau. Il est donc important de souligner que la somme des gains individuels ne reflète pas nécessairement le gain global en cas de mise en œuvre simultanée de plusieurs actions. De plus, les TRI indiqués pour chacune des actions sont calculés sur la base de l'hypothèse de coût de l'énergie correspondant au scénario d'inflation C2.

À l'inverse, les scénarios de travaux présentés en section [Scénarisation](#) et utilisés pour l'[Etude du coût global](#) reposent sur des bouquets d'actions. Ainsi, ces scénarios tiennent compte des interactions entre les actions mises en œuvre, afin de fournir une évaluation plus réaliste des gains énergétiques cumulés, intégrant ainsi l'ensemble des effets combinés, positifs ou négatifs.

### 3.1.SYNTÈSE DES PRÉCONISATIONS

| N° | Désignation                                                                                               | Usage         | Coût sans CEE (€HT) | Reste à charge (€HT) | Gains annuels    |     |                                  |              | ROI Actualisé avec subventions | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|----------------------|------------------|-----|----------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|------------|------------|
|    |                                                                                                           |               |                     |                      | Gain énergétique |     | Gain économique moyen sur le TRI | Gain carbone |                                |            |            |            |
| 1  | Isolation thermique par l'intérieur                                                                       | Chauffage     | 290 000 € HT        | 210 128 € HT         | 201 MWh          | 18% | 20 996 € HT                      | 28,30TeqCO2  | 10 ans                         |            |            | X          |
| 2  | Mettre en place un réduit d'inoccupation sur les températures de chauffage des zones intermittentes       | Chauffage     | 0 € HT              | 0 € HT               | 46 MWh           | 4%  | 4 219 € HT                       | 6,79 TeqCO2  | Immédiat                       | X          | X          | X          |
| 3  | Mettre en place un réduit d'inoccupation sur les températures de refroidissement des zones intermittentes | Climatisation | 5 000 € HT          | 5 000 € HT           | 7 MWh            | 1%  | 1 069 € HT                       | 0,57 TeqCO2  | 4 ans                          |            | X          | X          |
| 4  | Mettre en place un réduit sur les débits de ventilation la nuit                                           | Chauffage     | 6 000 € HT          | 6 000 € HT           | 20 MWh           | 2%  | 2 004 € HT                       | 2,77 TeqCO2  | 2 ans                          | X          | X          | X          |
| 5  | Relamping LED                                                                                             | Éclairage     | 19 350 € HT         | 17 544 € HT          | 17 MWh           | 1%  | 4 341 € HT                       | -0,69 TeqCO2 | 4 ans                          |            | X          | X          |
| 6  | Mise en place d'une loi d'eau sur température extérieure pour les deux réseaux de chauffage               | Chauffage     | 6 000 € HT          | 6 000 € HT           | 34 MWh           | 3%  | 3 146 € HT                       | 4,93 TeqCO2  | 1 an                           | X          | X          | X          |
| 7  | Pose de têtes thermostatiques                                                                             | Chauffage     | 3 900 € HT          | 3 900 € HT           | 6 MWh            | 1%  | 580 € HT                         | 0,82 TeqCO2  | 6 ans                          |            | X          | X          |
| 8  | S'assurer du bon nettoyage du condenseur du groupe d'eau glacée Daikin                                    | Climatisation | 0 € HT              | 0 € HT               | 1 MWh            | 0%  | 188 € HT                         | 0,07 TeqCO2  | Immédiat                       | X          | X          | X          |
| 9  | Remise en place des isolations des points singuliers sur la sous station                                  | Chauffage     | 0 € HT              | 0 € HT               | 10 MWh           | 1%  | 931 € HT                         | 1,46 TeqCO2  | Immédiat                       | X          | X          | X          |
| 10 | Mettre une HP flottante sur les GF CIAT                                                                   | Climatisation | 10 000 € HT         | 0 € HT               | 2 MWh            | 0%  | 283 € HT                         | 0,10 TeqCO2  | Immédiat                       |            | X          | X          |
| 11 | Mettre une régulation en BP flottante                                                                     | Climatisation | 5 000 € HT          | 0 € HT               | 1 MWh            | 0%  | 188 € HT                         | 0,07 TeqCO2  | Immédiat                       |            | X          | X          |

## 4. SCÉNARISATION

Afin de guider la prise de décision en fonction des contraintes budgétaires, des objectifs de performance énergétique et des stratégies d'investissement, trois scénarios d'actions sont proposés pour le présent bâtiment. Ces scénarios permettent d'apprécier l'impact énergétique et économique de différentes combinaisons de travaux. Ils sont issus de **simulations thermiques et énergétiques dédiées** intégrant l'ensemble des effets combinés.

Les trois scénarios proposés pour ce bâtiment sont :

- Le **scénario 1 « Gains rapides »** : privilégie des actions à faible temps de retour sur investissement ( $TRI < 2\text{ans}$ ). Il inclue des actions d'optimisation des régulations existantes ainsi que la maintenance corrective de certains équipements.
- Le **scénario 2 « Gains moyen terme »** : reprend l'ensemble des actions du scénario 1 et y ajoute des améliorations de régulation sur les équipements existants, nécessitant des investissements, ainsi qu'un relamping LED.
- Le **scénario 3 « Gains long terme »** : combine les actions des scénarios 1 et 2, ainsi que l'isolation des murs par l'intérieur.

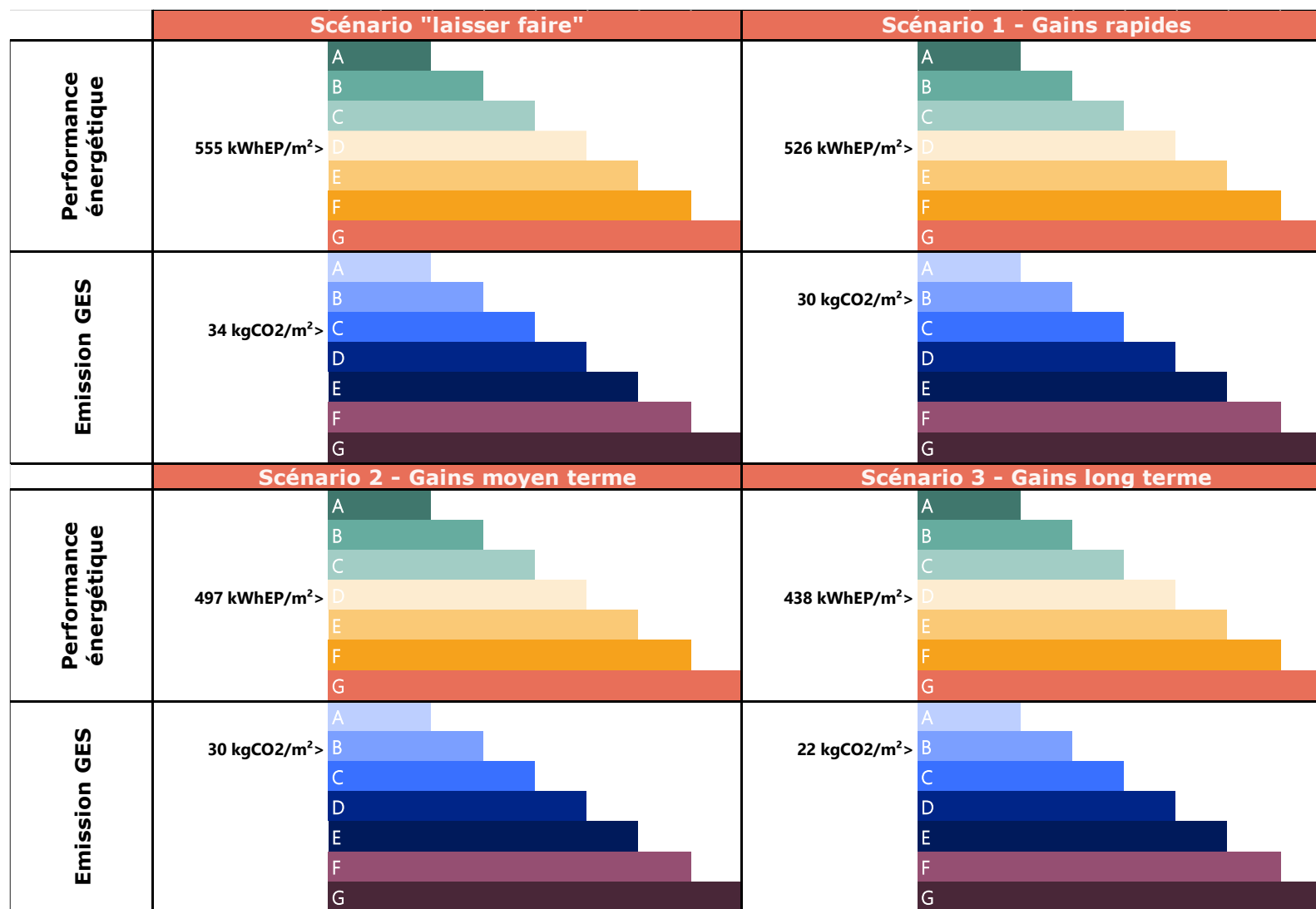
Le **scénario "laisser faire"** correspond à un scénario témoin qui représente le site sans actions mises en place.

Chacun des trois scénarios de travaux (1 à 3) a été décliné selon trois hypothèses de coût de l'énergie (C1, C2, C3), conformément aux consignes définies dans la section [Hypothèses de calcul](#). Cette approche permet de tester la robustesse économique des investissements face à différentes évolutions potentielles des prix de l'énergie.

#### 4.1.SYNTHESE ENERGETIQUE ET ECONOMIQUE DES SCENARIOS

|                  |             |             | Coût            |                 |            | Gain théorique |     |         |             | Gains annuels moyens sur ROI   |                                |                                | ROI                             |                                 |                                 |
|------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|------------|----------------|-----|---------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Bâtiment         | Désignation | Usage       | Hors CEE [€ HT] | Avec CEE [€ HT] | CEE [€ HT] | [kWhEF/an]     | [%] | GES [%] | [kg CO2/an] | C1 (Actualisé avec CEE) [€/an] | C2 (Actualisé avec CEE) [€/an] | C3 (Actualisé avec CEE) [€/an] | C1 (Actualisé avec CEE) [an(s)] | C2 (Actualisé avec CEE) [an(s)] | C3 (Actualisé avec CEE) [an(s)] |
| 012 - CASSIODORE | Scénario 1  | Multipostes | 12 000          | 12 000          | 0          | 95 527         | 9%  | 12%     | 13 881      | 8 946                          | 8 946                          | 8 946                          | 1 an                            | 1 an                            | 1 an                            |
|                  | Scénario 2  | Multipostes | 55 250          | 38 444          | 16 806     | 130 845        | 12% | 13%     | 14 978      | 15 459                         | 15 866                         | 15 866                         | 3 ans                           | 3 ans                           | 3 ans                           |
|                  | Scénario 3  | Multipostes | 345 250         | 248 572         | 96 678     | 313 811        | 28% | 36%     | 40 634      | 33 333                         | 36 235                         | 38 171                         | 10 ans                          | 9 ans                           | 9 ans                           |

## 4.2. IMPACT SUR LA PERFORMANCE



Les scénarios de travaux proposés permettent de faire gagner une classe dans pour l'étiquette GES (de C à B), néanmoins sa classe pour l'étiquette de performance énergétique reste inchangée (la classe D est comprise entre 580 et 371 kWhEP/m<sup>2</sup>).



## 5. ETUDE DU COÛT GLOBAL

L'analyse en coût global permet de prendre en compte l'ensemble des coûts d'un projet de rénovation sur une période donnée (ici 20 ans). C'est un outil d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrage.

Le coût global prend en compte l'évolution des prix des énergies ainsi que les coûts de maintenance du site.

Par défaut, un crédit sur 15 ans avec un taux d'intérêt de 3% a été appliqué pour couvrir les investissements proposés.

Les gains énergétiques sont calculés par la simulation thermique et énergétique à partir de l'état initial, représentatif de l'état des consommations actuelles.

Les gains économiques sont calculés à partir des prix des énergies communiqués, en considérant les 3 scénarios d'inflation C1, C2 et C3 sur les 20 prochaines années.

Le coût annuel du P2 n'ayant pas été transmis, celui-ci est maintenu à 0€ dans l'exercice suivant.

| Coûts prévisionnels par poste                                  |     | Scénario<br>« laisser<br>faire » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|----------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------|------------|------------|------------|
| Investissement Isolation des parois opaques                    | €HT | -                                | 0          | 0          | 290 000    |
| Investissement Remplacement / amélioration des menuiseries     | €HT | -                                | 0          | 0          | 0          |
| Investissement Remplacement / amélioration système chauffage   | €HT | -                                | 0          | 3 900      | 3 900      |
| Investissement Remplacement / amélioration système ventilation | €HT | -                                | 0          | 0          | 0          |
| Investissement Remplacement / amélioration systèmes divers     | €HT | -                                | 0          | 34 350     | 34 350     |
| Investissement Énergie renouvelable                            | €HT | -                                | 0          | 0          | 0          |
| Investissement Optimisation exploitation                       | €HT | -                                | 12 000     | 17 000     | 17 000     |
|                                                                |     |                                  |            |            |            |
| <b>Maîtrise d'œuvre</b>                                        | %   | 0%                               | 15%        | 15%        | 15%        |
|                                                                | €HT | 0                                | 1 800      | 8 288      | 51 788     |
|                                                                |     |                                  |            |            |            |
| <b>Aléas</b>                                                   | %   | 0%                               | 5%         | 5%         | 5%         |
|                                                                | €HT | 0                                | 600        | 2 763      | 17 263     |
| <b>Investissement total hors aides</b>                         | €HT | 0                                | 14 400     | 66 300     | 414 300    |
|                                                                |     |                                  |            |            |            |
| Montant CEE                                                    | €HT | -                                | 0          | 16 806     | 96 678     |
| <b>Investissement total aides déduites</b>                     | €HT | -                                | 14 400     | 49 494     | 317 622    |

### Remarques concernant les aides financières

Les aides financières prises en compte dans l'étude sont celles valables **au moment de la rédaction de l'audit**. Ces aides sont **évolutives** et leur existence ou les montants d'aides renseignés ci-dessus ne sont pas garantis dans le temps.

| Coût annuel moyen sur 20 ans    | P1 - Coût<br>année<br>moyenne | P2 -<br>Exploitation<br>année moyenne | P3 - Provisions<br>réparations<br>année moyenne | P4 - Montant<br>annuités<br>remboursement<br>année moyenne | TOTAL     |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Scénario "laisser faire"</b> |                               |                                       |                                                 |                                                            |           |
| C1                              | 144 110 €                     | 0 €                                   | 0 €                                             | 0 €                                                        | 144 110 € |
| C2                              | 201 970 €                     | 0 €                                   | 0 €                                             | 0 €                                                        | 201 970 € |
| C3                              | 234 458 €                     | 0 €                                   | 0 €                                             | 0 €                                                        | 234 458 € |
| <b>Scénario 1</b>               |                               |                                       |                                                 |                                                            |           |
| C1                              | 135 164 €                     | 0 €                                   | 360 €                                           | 905 €                                                      | 136 428 € |
| C2                              | 191 702 €                     | 0 €                                   | 360 €                                           | 905 €                                                      | 192 967 € |
| C3                              | 222 445 €                     | 0 €                                   | 360 €                                           | 905 €                                                      | 223 709 € |
| <b>Scénario 2</b>               |                               |                                       |                                                 |                                                            |           |
| C1                              | 128 650 €                     | 0 €                                   | 1 658 €                                         | 3 109 €                                                    | 133 417 € |
| C2                              | 181 229 €                     | 0 €                                   | 1 658 €                                         | 3 109 €                                                    | 185 996 € |
| C3                              | 210 343 €                     | 0 €                                   | 1 658 €                                         | 3 109 €                                                    | 215 110 € |
| <b>Scénario 3</b>               |                               |                                       |                                                 |                                                            |           |
| C1                              | 110 776 €                     | 0 €                                   | 1 658 €                                         | 19 955 €                                                   | 132 388 € |
| C2                              | 160 023 €                     | 0 €                                   | 1 658 €                                         | 19 955 €                                                   | 181 635 € |
| C3                              | 185 567 €                     | 0 €                                   | 1 658 €                                         | 19 955 €                                                   | 207 179 € |

### Analyse des Coûts Moyens Annuels

#### Scénario "laisser faire"

Ce scénario, sans aucun investissement ni provision (P3 ou P4), affiche les coûts annuels totaux les plus élevés, de 144 110 € (C2) à 234 458 € (C3). Cette stratégie, qui repose uniquement sur les coûts énergétiques, est très vulnérable à l'inflation. Elle constitue l'option la moins durable financièrement.

#### Scénario 1

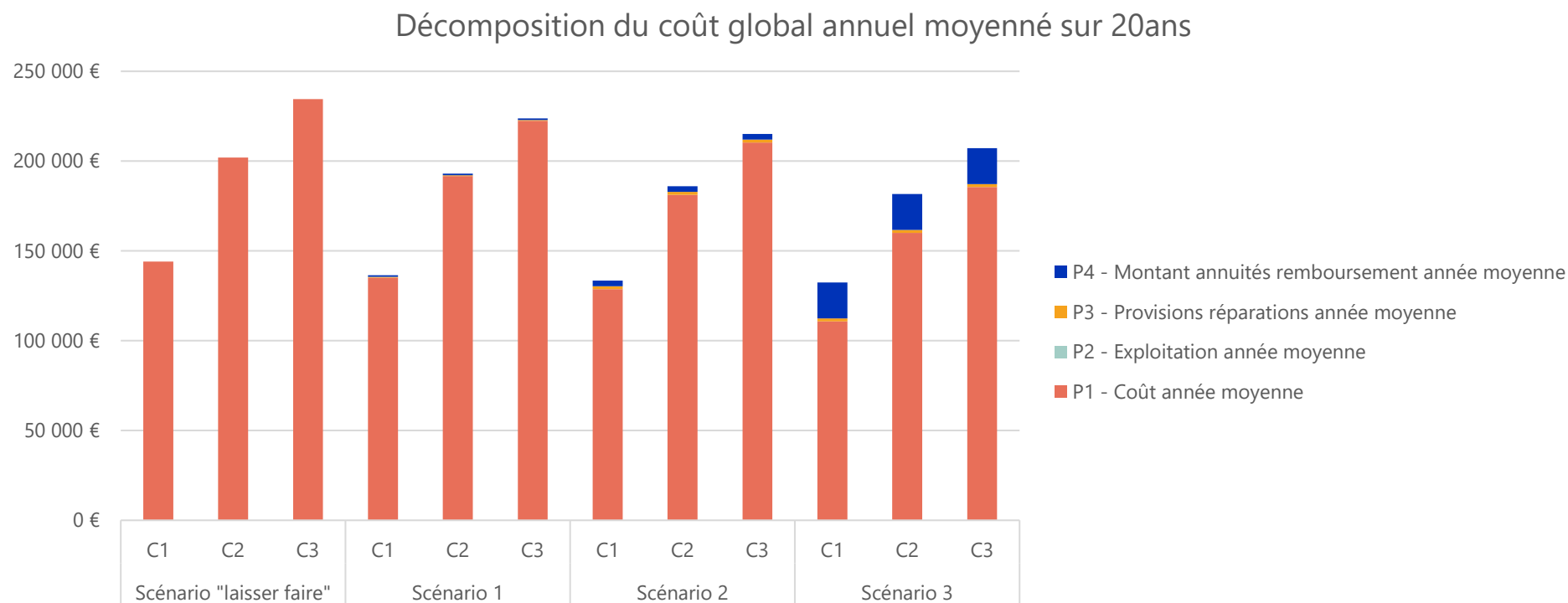
Les coûts totaux varient de 136 428 € (C1) à 223 709 € (C3), intégrant une provision de charge pour réparations (360€/an) équivalente à 3% des investissements réalisés sur les systèmes énergétiques, ainsi que les annuités de remboursement du prêt (905 €/an). Ce scénario permet une réduction des coûts de 4 à 5 % par rapport au scénario témoin, mais reste fortement exposé à l'inflation (part du P1 par rapport au coût global correspondant à 99%). Il constitue une option modérée en termes d'effort et de performance.

## Scénario 2

Avec un niveau d'annuités intermédiaire (3 109 €/an) et une provision de charge de réparation de 1 658 €/an, ce scénario présente un coût total allant de 133 417 € (C1) à 215 110 € (C3). Il offre un gain de 7 à 8 % par rapport au scénario « laisser faire », néanmoins il reste également très exposé à l'inflation (part du P1 correspondant entre 96% et 98% du coût global). Il représente un bon compromis entre effort financier et performance long terme.

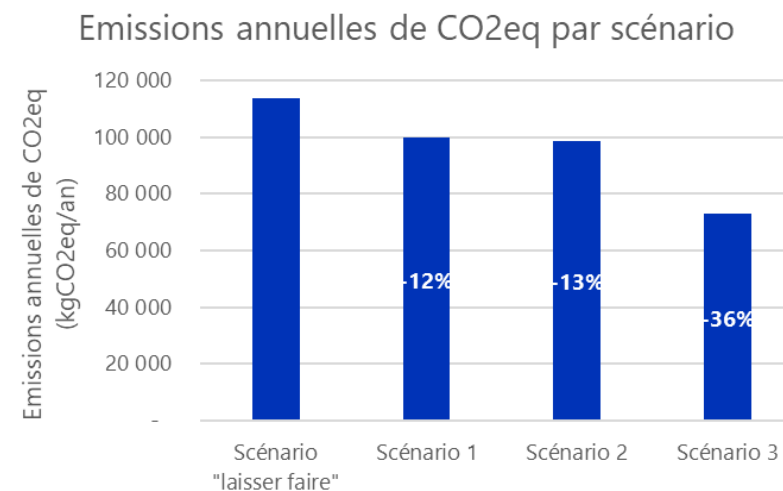
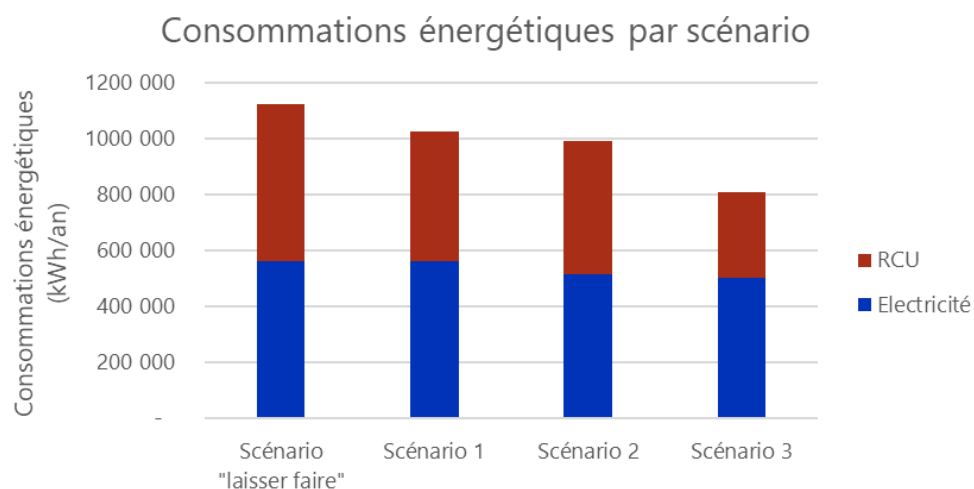
## Scénario 3

Ce scénario repose sur l'investissement le plus important (19 955 €/an en annuités) et une provision identique à celle du scénario 2 (1 658 €/an). Il génère un coût total compris entre 132 388 € (C1) et 207 179 € (C3). Il permet de réduire la part du P1 sur le coût global entre 84 et 90%.

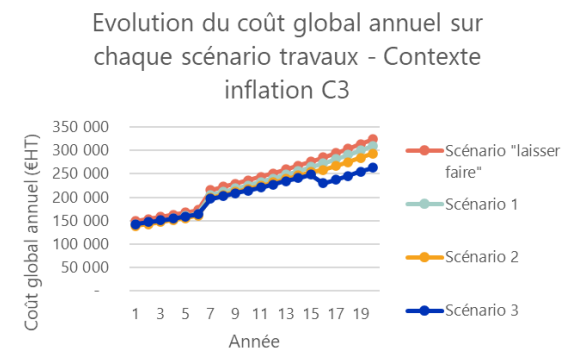
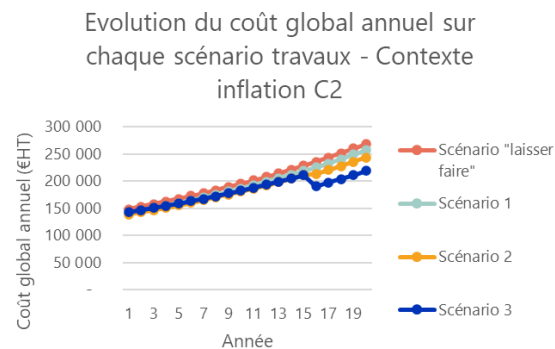
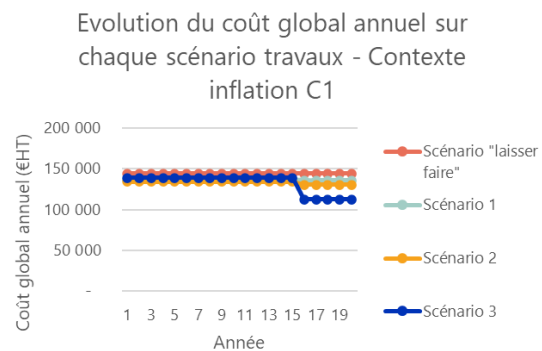


## Impact de l'inflation sur les Scénarios

De manière générale, l'ensemble des scénarios préconisés restent sensibles à l'inflation, étant donné qu'une grande partie des actions proposées reposent sur peu d'investissement. Le coût P1 diminue mais sa part dans le coût global annuel reste majoritaire.



La mise en œuvre des scénarios permettrait **d'améliorer le bilan énergétique et environnemental du site**. En effet, les **émissions annuelles liées** à la consommation énergétique du site seraient diminuées de 12% pour le scénario 1, de 13% pour le scénario 2 et de 36% pour le scénario 3.



La diminution importante de l'évolution du coût global entre la 15ème et 16ème année correspond à la fin du remboursement de l'emprunt pour financer les travaux. Après ces 15 années de remboursement, le coût global annuel des scénarios 2 et 3 est plus faible.

## 6. DÉCRET TERTIAIRE

Une valeur de référence ainsi qu'un objectif relatif ont été déclarés sur OPERAT à l'échelle du site. Afin d'estimer un état des lieux à l'échelle du bâtiment CASSIODORE, un objectif absolu a été calculé à titre indicatif.

N'ayant pas d'historique de consommations à l'échelle du bâtiment CASSIODORE (relevés sous-comptage non exploitables), aucun objectif relatif n'a pu être déterminé. La situation sera donc exclusivement comparée à la valeur absolue estimée à l'échelle du bâtiment CASSIODORE.

Paramètres considérés pour le calcul de la consommation ajustée :

| Paramétrage valeur absolue          |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Altitude du site                    | Altitude < 400 m, Référence 100 m |
| Surface totale (m <sup>2</sup> )    | 3 337 m <sup>2</sup>              |
| Surface chauffée (m <sup>2</sup> )  | 2 100 m <sup>2</sup>              |
| Surface refroidie (m <sup>2</sup> ) | 1 000 m <sup>2</sup>              |
| Station météo                       | Paris Montsouris                  |
| Zone climatique                     | H1a                               |

Pour rappel, l'objectif absolu calculé à titre indicatif dans le rapport état des lieux est le suivant :

| Valeur absolue               | 2023                         |
|------------------------------|------------------------------|
| 161 kWhDT/m <sup>2</sup> /an | 217 kWhDT/m <sup>2</sup> /an |
| 528 MWh                      | 711 MWh                      |

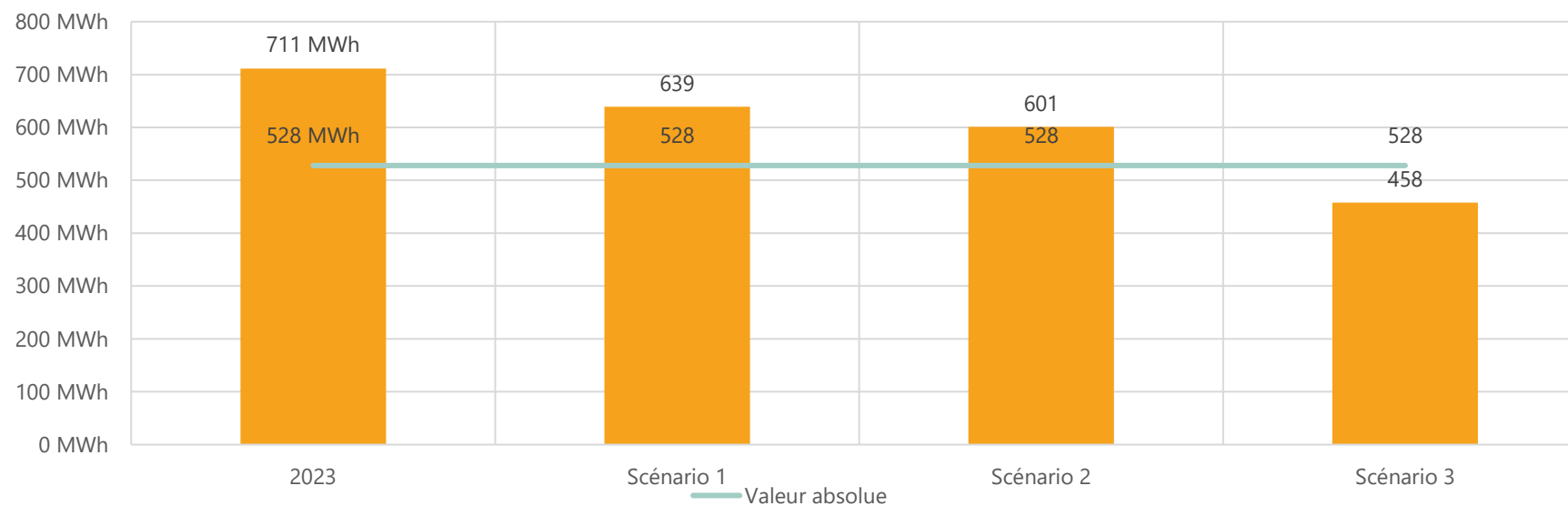
En comparant la consommation de 2023 avec l'objectif calculé, il reste un effort de 26% à réaliser.

En projetant les trois scénarios proposés précédemment, nous obtenons les résultats suivants :

| Scénarios  | Consommation projetée (MWhDT/an) | Objectif 2030 atteint | Ecart si non atteint |
|------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Scénario 1 | 639                              | NON                   | -21%                 |
| Scénario 2 | 601                              | NON                   | -14%                 |
| Scénario 3 | 458                              | OUI                   | -                    |

Seul le scénario 3 permet d'atteindre l'objectif 2030 du DEET.

Projection des consommations ajustées selon la méthode du DEET



## **7. CONCLUSION GENERALE**

Le bâtiment CASSIODORE présente une performance moyenne à faible sur son bâti et ses équipements. De ce fait, les actions des scénarios 1 et 2 permettent de diminuer les consommations du bâtiment CASSIODORE, mais ne suffisent pas à faire atteindre l'objectif 2030 du DEET. En effet, ces deux scénarios visent uniquement à améliorer la performance des équipements. Seul le scénario 3, incluant une rénovation du bâti, permet de répondre aux enjeux de 2030.

## 8. HYPOTHÈSES DE CALCUL

### 8.1. DONNEES ECONOMIQUES

Les **prix de l'énergie** retenus pour cette étude sont présentés ci-dessous. Trois hypothèses tarifaires, nommées C1, C2 et C3, ont été définies afin d'anticiper différents niveaux d'inflation et d'évaluer la sensibilité économique des scénarios de travaux face à ces évolutions.

| Vecteur énergétique | Coût du MWh (€HT)  | Inflation annuelle C1 | Inflation annuelle C2 | Inflation annuelle C3       |
|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Electricité         | 164.9 € HTVA / MWh | 0%                    | 4%                    | 4% par an et 25% en 2030    |
| RCU                 | 93.9 € HTVA / MWh  | 0%                    | 1,25%                 | 1,25% par an et 25% en 2030 |

Le **prix des CEE** pris en compte est de **6€/MWh<sub>cumac</sub>**, aucune inflation n'est appliquée à ce dernier.

### 8.2. FACTEURS DE CONVERSIONS

Les facteurs de conversions suivants sont appliqués :

| Vecteur énergétique | Facteur d'émissions GES (kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>EF</sub> ) | Coefficient conversion Energie Primaire / Energie Finale* |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Electricité         | 0,0569 kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>EF</sub>                     | 2,3                                                       |
| RCU                 | 0,146 kgCO <sub>2</sub> /kWh <sub>EF</sub>                      | 1                                                         |

\*valeurs appliquées dans le cadre du DEET.

### 8.3. DONNEES METEOROLOGIQUES

Le fichier météo permettant de simuler les données de températures, hygrométrie, rayonnements solaires, etc. est celui de la ville de Paris – Moyen. Ce fichier considère les moyennes des températures mensuelles de 2010 à 2019 de la station météo correspondante. Le fichier météo présente les indicateurs suivants :

- Nombre de DJU18 = 2241
- Nombre de DJF 15 = 304

Les consommations réelles du site considérées sont celles de l'année 2023. La station météorologique de Paris-Montsouris (station la plus proche) fournit les données météorologiques suivantes :

- Nombre de DJU18 = 1910
- Nombre de DJF 15 = 485

Afin de pouvoir effectuer une comparaison indépendante des paramètres météorologiques extérieurs, la consommation réelle de chaleur issue du réseau de chaleur fut corrigée des DJU de la simulation (base DJU18 = 2241)

## 9. ANNEXES

### 9.1. FICHES ACTIONS

|                |                                            |                   |
|----------------|--------------------------------------------|-------------------|
| <b>advizeo</b> | <b>Isolation thermique par l'intérieur</b> | <b>Action N°1</b> |
|----------------|--------------------------------------------|-------------------|

| Investissement                | Estimations      |
|-------------------------------|------------------|
| Coût                          | 290 000 €        |
| Financements (CEE uniquement) | 79 872 €         |
| <b>Investissement total</b>   | <b>210 128 €</b> |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | NON |
| Scénario 2 | NON |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                  |
|------------------------------------|------------------------------|
| Energétiques                       | 201,16 MWh<br>18%            |
| GES                                | 28,30 Teq.CO2<br>25%         |
| économies annuelles moyennes sur R | 20 996 €                     |
| TRI                                | 10 an(s)                     |
| Catégorie de TRI                   | 4                            |
| Type d'action                      | Isolation des parois opaques |
| Usage concerné                     | Chauffage                    |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                                                           |                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                                                     | Contraintes techniques et architecturales                                   |
| Le bâtiment ne présente actuellement aucune isolation des murs extérieurs, ce qui occasionne des déperditions thermiques importantes                                                                             | Bâtiment non classé mais intervention lourde, intervention en milieu occupé |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                                            |                                                                             |
| Mise en place d'une ITI (isolation thermique par l'intérieur) sur les murs extérieurs, présentant une résistance thermique R supérieure ou égale à 3,7 m2.K/W permettant de prétendre aux aides CEE (BAT-EN-102) |                                                                             |

| Critères                                | RCU         | ELECTRICITÉ |  |
|-----------------------------------------|-------------|-------------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]     | 189176 kWh  | 11987 kWh   |  |
| Gain financier [€ HT/an]                | 17 612 €    | 1 965 €     |  |
| Economies de GES [kgeq.CO2/an]          | 27620 kgCO2 | 682 kgCO2   |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]  |             |             |  |
| Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an] | -           | -           |  |

| Investissement                | Estimations |
|-------------------------------|-------------|
| Coût                          | 0 €         |
| Financements (CEE uniquement) | 0 €         |
| <b>Investissement total</b>   | <b>0 €</b>  |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | OUI |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                                 |
|------------------------------------|---------------------------------------------|
| Energétiques                       | 45,99 MWh<br>4%                             |
| GES                                | 6,79 T <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub><br>6% |
| Economies annuelles moyennes sur R | 4 219 €                                     |
| TRI                                | 0 an(s)                                     |
| Catégorie de TRI                   | 1                                           |
| Type d'action                      | Optimisation exploitation                   |
| Usage concerné                     | Chauffage                                   |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Contraintes techniques et architecturales                                                       |
| La température de consigne reste constante 24h/24 sur tous les départs, bien que le besoin de chauffage ne soit pas le même de jour et de nuit sur l'ensemble du bâtiment                                                                                                                                                                                                                                                 | Aucune contrainte technique, l'action se fait depuis la sous-station de chauffage et les LT CTA |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |
| Paramétrer les vannes trois voies sur les réseaux d'eau chaude de chauffage (ATTENTION : l'installation des ces vannes est l'objet de l'action 6, qui est donc un préalable à cette action) + Mettre une programmation sur le réseau intermédiaire "radiateurs box TEP" et le raccorder à la GTB. Paramètres du ralenti :<br>Température de confort : 20°C ; Réduit : 2°C<br>Plages horaires : 6h – 22h, lundi à dimanche |                                                                                                 |

| Critères                                                         | RCU                    | ELECTRICITÉ           |  |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]                              | 46879 kWh              | -888 kWh              |  |
| Gain financier [€ HT/an]                                         | 4 364 €                | -145 €                |  |
| Economies de GES [k <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub> /an]          | 6844 kgCO <sub>2</sub> | -51 kgCO <sub>2</sub> |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]                           |                        |                       |  |
| Emissions supplémentaires [k <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub> /an] | -                      | -                     |  |

| Investissement                | Estimations    |
|-------------------------------|----------------|
| Coût                          | 5 000 €        |
| Financements (CEE uniquement) | 0 €            |
| <b>Investissement total</b>   | <b>5 000 €</b> |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | NON |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                                 |
|------------------------------------|---------------------------------------------|
| Energétiques                       | 7,02 MWh<br>1%                              |
| GES                                | 0,57 T <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub><br>1% |
| Economies annuelles moyennes sur R | 1 069 €                                     |
| TRI                                | 4 an(s)                                     |
| Catégorie de TRI                   | 3                                           |
| Type d'action                      | Optimisation exploitation                   |
| Usage concerné                     | Climatisation                               |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Contraintes techniques et architecturales |
| La température de consigne reste constante 24h/24 en climatisation sur l'ensemble du bâtiment                                                                                                                                                                                                                       | Aucune                                    |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| Raccorder à la GTB les terminaux d'émission confort de climatisation et y astreindre un réduit nocturne (entre 20h et 6h) de 5°C par rapport à la consigne + Mettre une régulation sur le GF DAIKIN pour le réseau pharmacie et un réduit de nuit + Couper la circulation de l'eau glacée pour la pharmacie la nuit |                                           |

| Critères                                                         | ELECTRICITÉ           | RCU                   |  |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]                              | 5089 kWh              | 1934 kWh              |  |
| Gain financier [€ HT/an]                                         | 834 €                 | 180 €                 |  |
| Economies de GES [k <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub> /an]          | 290 kgCO <sub>2</sub> | 282 kgCO <sub>2</sub> |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]                           |                       |                       |  |
| Emissions supplémentaires [k <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub> /an] | -                     | -                     |  |

| Investissement                | Estimations    |
|-------------------------------|----------------|
| Coût                          | 6 000 €        |
| Financements (CEE uniquement) | 0 €            |
| <b>Investissement total</b>   | <b>6 000 €</b> |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | OUI |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                                 |
|------------------------------------|---------------------------------------------|
| Energétiques                       | 20,04 MWh<br>2%                             |
| GES                                | 2,77 T <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub><br>2% |
| Economies annuelles moyennes sur R | 2 004 €                                     |
| TRI                                | 2 an(s)                                     |
| Catégorie de TRI                   | 2                                           |
| Type d'action                      | Optimisation exploitation                   |
| Usage concerné                     | Chauffage                                   |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                                                        |                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                                                  | Contraintes techniques et architecturales |
| Les équipements de ventilation fonctionnent tous à plein régime en permanence                                                                                                                                 | Aucune contrainte technique majeure       |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                                         |                                           |
| Mise en place programmation horaire pour les CTA desservants des zones non occupées de nuit (CTA 1, 2 et 4) + Mettre une programmation horaire sur tous les extracteurs sauf celui desservant le TEP (CEX 04) |                                           |

| Critères                                             | RCU                    | ELECTRICITÉ          |  |
|------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]                  | 18323 kWh              | 1719 kWh             |  |
| Gain financier [€ HT/an]                             | 1 706 €                | 282 €                |  |
| Economies de GES [kgeq.CO <sub>2</sub> /an]          | 2675 kgCO <sub>2</sub> | 98 kgCO <sub>2</sub> |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]               |                        |                      |  |
| Emissions supplémentaires [kgeq.CO <sub>2</sub> /an] | -                      | -                    |  |

| Investissement                | Estimations     |
|-------------------------------|-----------------|
| Coût                          | 19 350 €        |
| Financements (CEE uniquement) | 1 806 €         |
| <b>Investissement total</b>   | <b>17 544 €</b> |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 |     |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Energétiques                       | 16,59 MWh                                         |
|                                    | 1%                                                |
| GES                                | -0,69 Teq.CO2                                     |
|                                    | -1%                                               |
| Economies annuelles moyennes sur R | 4 341 €                                           |
| TRI                                | 4 an(s)                                           |
| Catégorie de TRI                   | 3                                                 |
| Type d'action                      | Remplacement /<br>amélioration<br>systèmes divers |
| Usage concerné                     | Éclairage                                         |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Contraintes techniques et architecturales |
| Plusieurs zones sont encore équipées de luminaires de type fluorescents.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Intervention en milieu occupé.            |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |
| Il est recommandé de procéder au remplacement des luminaires fluorescents par des LED, principalement des dalles LED 60×60. La surface concernée est estimée à 1100 m².<br>Le remplacement des tubes fluorescents par des LED va entraîner une légère augmentation des besoins en chauffage, notamment en hiver, ces derniers dégageant plus de chaleur que les LED.<br>Cette opération est éligible aux Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) sous la fiche BAT-EQ-127. |                                           |

| Critères                                | ELECTRICITÉ | RCU         |  |
|-----------------------------------------|-------------|-------------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]     | 34966 kWh   | -18371 kWh  |  |
| Gain financier [€ HT/an]                | 5 731 €     | -1 710 €    |  |
| Economies de GES [kgeq.CO2/an]          | 1990 kgCO2  | -2682 kgCO2 |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]  |             |             |  |
| Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an] | -           | -           |  |

| Investissement                | Estimations    |
|-------------------------------|----------------|
| Coût                          | 6 000 €        |
| Financements (CEE uniquement) | 0 €            |
| <b>Investissement total</b>   | <b>6 000 €</b> |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | OUI |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                                 |
|------------------------------------|---------------------------------------------|
| Energétiques                       | 33,79 MWh<br>3%                             |
| GES                                | 4,93 T <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub><br>4% |
| économies annuelles moyennes sur R | 3 146 €                                     |
| TRI                                | 1 an(s)                                     |
| Catégorie de TRI                   | 1                                           |
| Type d'action                      | Optimisation exploitation                   |
| Usage concerné                     | Chauffage                                   |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                       |                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                 | Contraintes techniques et architecturales |
| Le départ radiateurs présente une V3V mais sa consigne de départ est fixe                                                                                                    | Aucune                                    |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                        |                                           |
| Réglage de la loi d'eau sur le régulateur Saia présent en sous-station telle que :<br>-Text à -10°C départ à 75°C<br>-Text à 5°C départ à 60°C<br>-Text à 15°C départ à 30°C |                                           |

| Critères                                             | RCU                    | ELECTRICITÉ         |  |
|------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]                  | 33792 kWh              | 0 kWh               |  |
| Gain financier [€ HT/an]                             | 3 146 €                | 0 €                 |  |
| Economies de GES [kgeq.CO <sub>2</sub> /an]          | 4934 kgCO <sub>2</sub> | 0 kgCO <sub>2</sub> |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]               |                        |                     |  |
| Emissions supplémentaires [kgeq.CO <sub>2</sub> /an] | -                      | -                   |  |

| Investissement                | Estimations    |
|-------------------------------|----------------|
| Coût                          | 3 900 €        |
| Financements (CEE uniquement) | 0 €            |
| <b>Investissement total</b>   | <b>3 900 €</b> |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | NON |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Energétiques                       | 5,79 MWh                                      |
|                                    | 1%                                            |
| GES                                | 0,82 T <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub>         |
|                                    | 1%                                            |
| Économies annuelles moyennes sur R | 580 €                                         |
| TRI                                | 6 an(s)                                       |
| Catégorie de TRI                   | 4                                             |
| Type d'action                      | Remplacement / amélioration système chauffage |
| Usage concerné                     | Chauffage                                     |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                             |                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                       | Contraintes techniques et architecturales |
| Les radiateurs sont pour certains (environ 40%) actuellement équipés de têtes thermostatiques vétustes, ou de robinets simples ne permettant aucune régulation                     | Intervention à réaliser en milieu occupé. |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                              |                                           |
| Remplacement des anciennes têtes thermostatiques et des robinets simples par des modèles récents, plus précis et plus fiables, afin d'améliorer la régulation locale du chauffage. |                                           |

| Critères                                                         | RCU                   | ELECTRICITÉ          |  |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]                              | 5520 kWh              | 274 kWh              |  |
| Gain financier [€ HT/an]                                         | 514 €                 | 45 €                 |  |
| Economies de GES [k <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub> /an]          | 806 kgCO <sub>2</sub> | 16 kgCO <sub>2</sub> |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]                           |                       |                      |  |
| Emissions supplémentaires [k <sub>eq</sub> .CO <sub>2</sub> /an] | -                     | -                    |  |

| Investissement                | Estimations |
|-------------------------------|-------------|
| Coût                          |             |
| Financements (CEE uniquement) |             |
| <b>Investissement total</b>   | <b>0 €</b>  |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | OUI |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                            |
|------------------------------------|----------------------------------------|
| Energétiques                       | 1,15 MWh<br>0%                         |
| GES                                | 0,07 Teq.CO2<br>0%                     |
| Economies annuelles moyennes sur R | 188 €                                  |
| TRI                                | 0 an(s)                                |
| Catégorie de TRI                   | 1                                      |
| Type d'action                      | Maintenance préventive /<br>corrective |
| Usage concerné                     | Climatisation                          |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                                 |                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                           | Contraintes techniques et architecturales                                                                              |
| Nous avons constaté que le condenseur du groupe DAIKIN était encrassé. Cela réduit l'efficacité de l'échange entre l'air et le fluide, ce qui impacte la performance globale du groupe | Utiliser une eau traitée pour éviter le dépôt de calcaire.<br>Redresser les ailettes si certaines ne sont plus droites |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                  |                                                                                                                        |
| Nettoyage du condenseur 2 fois par an (après l'automne et après le printemps) afin de garantir la performance du groupe froid.                                                         |                                                                                                                        |

| Critères                                | ELECTRICITÉ | RCU     |  |
|-----------------------------------------|-------------|---------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]     | 1149 kWh    | 0 kWh   |  |
| Gain financier [€ HT/an]                | 188 €       | 0 €     |  |
| Economies de GES [kgeq.CO2/an]          | 65 kgCO2    | 0 kgCO2 |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]  |             |         |  |
| Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an] | -           | -       |  |

| Investissement                | Estimations |
|-------------------------------|-------------|
| Coût                          |             |
| Financements (CEE uniquement) |             |
| <b>Investissement total</b>   | <b>0 €</b>  |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | OUI |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                         |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| Energétiques                       | 10,00 MWh                           |
|                                    | 1%                                  |
| GES                                | 1,46 Tqeq.CO2                       |
|                                    | 1%                                  |
| Economies annuelles moyennes sur R | 931 €                               |
| TRI                                | 0 an(s)                             |
| Catégorie de TRI                   | 1                                   |
| Type d'action                      | Maintenance préventive / corrective |
| Usage concerné                     | Chauffage                           |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                               |                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                         | Contraintes techniques et architecturales        |
| Les matelas isolants sur certains points singuliers des sous-stations de chauffage avaient été déposés pour résoudre des problèmes de fuite sur les réseaux mais n'ont pas été remis | S'assurer que toutes les fuites ont été réparées |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                |                                                  |
| Remettre les matelas isolants sur les points singuliers du réseau de chauffage                                                                                                       |                                                  |

| Critères                                | ELECTRICITÉ | RCU        |  |
|-----------------------------------------|-------------|------------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]     | 0 kWh       | 10000 kWh  |  |
| Gain financier [€ HT/an]                | 0 €         | 931 €      |  |
| Economies de GES [kgeq.CO2/an]          | 0 kgCO2     | 1460 kgCO2 |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]  |             |            |  |
| Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an] | -           | -          |  |

| Investissement                | Estimations |
|-------------------------------|-------------|
| Coût                          | 10 000 €    |
| Financements (CEE uniquement) | 10 000 €    |
| <b>Investissement total</b>   | <b>0 €</b>  |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | NON |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Energétiques                       | 1,72 MWh<br>0%                                    |
| GES                                | 0,10 Teq.CO2<br>0%                                |
| Economies annuelles moyennes sur R | 283 €                                             |
| TRI                                | 0 an(s)                                           |
| Catégorie de TRI                   | 1                                                 |
| Type d'action                      | Remplacement /<br>amélioration systèmes<br>divers |
| Usage concerné                     | Climatisation                                     |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Contraintes techniques et architecturales                                                                                                                                                                                                          |
| Les groupes froid fonctionnent toute l'année pour subvenir aux besoins du process du bâtiment. La consigne en HP reste fixe toute l'année, ce qui induit des consommations électriques en mi-saison et hiver qui sont optimisables                                                                                                            | Mise en place d'une sonde de température extérieure à l'abris du soleil, mise en place de variateur de vitesse sur les ventilo-condenseurs et remontée de la régulation sur un automate compatible avec la GTB du site ainsi que celui des groupes |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Mettre en place une régulation en HP flottante afin d'adapter la consigne de HP en fonction de la température extérieure. Le travail des compresseurs sera alors adapté aux besoins du bâtiment et de la température extérieure. Ensuite, la consigne devra être programmée telle que : HP min à 25°C, avec un delta de 10°C avec l'extérieur |                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Critères                                | ELECTRICITÉ | RCU     |  |
|-----------------------------------------|-------------|---------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]     | 1724 kWh    | 0 kWh   |  |
| Gain financier [€ HT/an]                | 283 €       | 0 €     |  |
| Economies de GES [kgeq.CO2/an]          | 98 kgCO2    | 0 kgCO2 |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]  |             |         |  |
| Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an] | -           | -       |  |

| Investissement                | Estimations |
|-------------------------------|-------------|
| Coût                          | 5 000 €     |
| Financements (CEE uniquement) | 5 000 €     |
| <b>Investissement total</b>   | <b>0 €</b>  |

| Scénario   |     |
|------------|-----|
| Scénario 1 | NON |
| Scénario 2 | OUI |
| Scénario 3 | OUI |

| Gains                              | Estimations                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Energétiques                       | 1,15 MWh                                          |
|                                    | 0%                                                |
| GES                                | 0,07 Teq.CO2                                      |
|                                    | 0%                                                |
| Economies annuelles moyennes sur R | 188 €                                             |
| TRI                                | 0 an(s)                                           |
| Catégorie de TRI                   | 1                                                 |
| Type d'action                      | Remplacement /<br>amélioration systèmes<br>divers |
| Usage concerné                     | Climatisation                                     |

| Descriptif de l'action                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Observations                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Contraintes techniques et architecturales                                                     |
| Les groupes fonctionnent toute l'année pour subvenir aux besoins du process du bâtiment. Le bâtiment connaît une variation d'occupation dans la journée. Le besoin de climatisation varie donc également, du aux ouvertures des locaux, l'utilisation d'équipements spécifiques émettant de la chaleur plutôt en | Mise en place d'un automate de régulation compatible avec la GTB et le régulateur des groupes |
| Amélioration proposée                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                               |
| Mettre en place une régulation en BP flottante, qui adaptera la consigne BP en fonction du besoin des locaux climatisés                                                                                                                                                                                          |                                                                                               |

| Critères                                | ELECTRICITÉ | RCU     |  |
|-----------------------------------------|-------------|---------|--|
| Economies d'énergie finale [kWh/an]     | 1149 kWh    | 0 kWh   |  |
| Gain financier [€ HT/an]                | 188 €       | 0 €     |  |
| Economies de GES [kgeq.CO2/an]          | 65 kgCO2    | 0 kgCO2 |  |
| Consommations supplémentaires [kWh/an]  |             |         |  |
| Emissions supplémentaires [kgeq.CO2/an] | -           | -       |  |

## **9.2.SUBVENTIONS ET AIDES**

Pour financer les travaux de rénovation énergétique, des subventions existent. Dans le cadre de l'audit énergétique réalisé, nous avons constaté que le site pouvait être éligible à un type d'aide : les CEE.

Les Certificats d'Économie d'Énergie (CEE ou C2E) sont des dispositifs visant à promouvoir les actions d'économies d'énergie. Ils sont lancés en 2006 et sont encadrés par la loi POPE (2005) en réponse à l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto.

Pour une action donnée, les CEE vont permettre aux acteurs éligibles de réduire l'investissement nécessaire à la mise en place de cette action et donc son temps de retour sur investissement. Les industriels, les entreprises du secteur tertiaire, les copropriétaires ainsi que les ménages peuvent tous prétendre aux CEE. Ils ne peuvent en revanche pas obtenir des CEE seuls mais doivent nécessairement passer par un tiers obligé ou éligible. Nous avons pris l'hypothèse d'un cours moyen du CEE à 6 €/MWhcumac.

## CONTACTS

**Florian WILLERVAL**

Auditeur énergétique

**Tél**

Florian.willerval@advizeo.io

**Clarisse MANTEAU**

Directrice de projet

**Tél**

Clarisse.manteau@advizeo.io

**Bastien RINGES**

Expert STD

**Tél**

Bastien.ringes@advizeo.io

**advizeo**

La Félicité Paris Sully-Morland

2 Cour de l'Île Louviers

75004 Paris

[www.advizeo.io](http://www.advizeo.io)

**advizeo**