



Efficiencies

Pour une rénovation énergétique réussie

Direction Interdépartementale des Routes du Massif Central



AUDIT ÉNERGÉTIQUE



Direction Interdépartementale des Routes du Massif Central
60 avenue de l'union soviétique, 63000 Clermont Ferrand
N°24-7 – Direction Interdépartementale des Routes – Clermont Ferrand



lyon@efficiencies.fr

43 Quai Saint Vincent 69 001 LYON

SAS au capital social de 4000€ – Code NAF : 7490B

SIRET : 878 053 560 00024



Efficiencies

Pour une rénovation énergétique réussie



SUIVI DU DOCUMENT :

| Version | Date | Auteur | Modifications |
|---------|------------|---------------|------------------|
| 1 | 27/03/2024 | Lucas LUCIANI | Version initiale |
| 2 | 24/04/2024 | Lucas LUCIANI | V2 |

AUDITEUR :



Efficiencies
Pour une rénovation énergétique réussie

Efficiencies

43 Quai Saint-Vincent
69001 Lyon
04 87 91 25 17

Lucas LUCIANI

Chef de projets
06 41 56 31 25
lucas.luciani@efficiencies.fr

MAITRE D'OUVRAGE :



**Direction Interdépartementale
des Routes du Massif Central**

60 avenue de l'union soviétique
63000 Clermont Ferrand

Damien FALGOUX

Responsable du bureau Finances, Budget,
Moyens Généraux
06 66 06 24 25
damien.falgoux@developpement-
durable.gouv.fr



lyon@efficiencies.fr

43 Quai Saint Vincent 69 001 LYON

SAS au capital social de 4000€ - Code NAF : 7490B
SIRET : 878 053 560 00024



TABLE DES MATIERES

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | CONTEXTE | 4 |
| 1.1 | Cadre réglementaire..... | 4 |
| 1.2 | Documents recueillis..... | 5 |
| 1.3 | Périmètre de l'étude..... | 7 |
| 1.4 | Amiante..... | 7 |
| 2 | MÉTHODOLOGIE | 8 |
| 2.1 | Méthodologie de l'audit..... | 8 |
| 2.2 | Modélisation informatique..... | 9 |
| 2.2.1 | Logiciel de calcul thermique..... | 9 |
| 2.2.2 | Hypothèses de calcul de l'audit énergétique..... | 11 |
| 2.2.3 | Hypothèse de calcul pour le respect des exigences du Dispositif Éco Énergie Tertiaire..... | 13 |
| 3 | PRÉSENTATION DU SITE | 14 |
| 3.1 | Généralités..... | 14 |
| 3.2 | Caractéristiques de l'environnement..... | 15 |
| 3.2.1 | Contraintes patrimoniales et architecturales..... | 15 |
| 3.2.2 | Solutions non retenues en raison d'infaisabilité ou de disproportion de l'investissement..... | 16 |
| 3.2.3 | Masques solaires..... | 18 |
| 3.3 | Contrat de maintenance des équipements techniques..... | 18 |
| 4 | ANALYSE DES FACTURES ÉNERGÉTIQUES | 19 |
| 4.1 | Abonnement..... | 19 |
| 4.1.1 | Électricité..... | 19 |
| 4.2 | Factures énergétiques..... | 19 |
| 5 | DÉFINITION DES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE | 20 |
| 5.1 | Méthode des « Pourcentages »..... | 20 |
| 5.1.1 | Détermination de l'année de référence..... | 20 |
| 5.1.2 | Définition des objectifs : Méthode des « Pourcentages »..... | 21 |
| 5.2 | Méthode des « Seuils »..... | 22 |
| 5.2.1 | Décomposition des catégories et sous-catégories de bâtiment..... | 22 |
| 5.2.2 | Définition des objectifs : Méthode des « Seuils »..... | 22 |
| 5.3 | Choix de la méthode d'atteinte des objectifs..... | 23 |
| 6 | PRÉPARATION À L'ÉTAT DES LIEUX | 24 |
| 6.1 | Visite technique..... | 24 |
| 6.2 | Référentiel d'évaluation de l'état des lieux..... | 24 |
| 6.2.1 | Référentiel d'évaluation de la performance énergétique des éléments..... | 24 |
| 6.2.2 | Référentiel d'évaluation de la vétusté des éléments..... | 25 |
| 7 | ETAT DES LIEUX DU BÂTIMENT : | 26 |
| 7.1 | Généralités..... | 26 |





| | | |
|-----------|---|------------|
| 7.2 | Zonage et hypothèse d'utilisation du bâtiment | 27 |
| 7.3 | Traitement énergétique selon le type de pièce | 27 |
| 7.4 | État des lieux détaillé de l'enveloppe | 28 |
| 7.4.1 | Murs extérieurs..... | 28 |
| 7.4.2 | Murs intérieurs..... | 29 |
| 7.4.3 | Plancher bas | 30 |
| 7.4.4 | Toitures | 32 |
| 7.4.5 | Menuiseries vitrées..... | 34 |
| 7.4.6 | Portes pleines..... | 36 |
| 7.4.7 | Étanchéité à l'air des ouvrants | 37 |
| 7.5 | État des lieux détaillé des systèmes..... | 38 |
| 7.5.1 | Chauffage/refroidissement | 38 |
| 7.5.2 | Eau chaude sanitaire | 45 |
| 7.5.3 | Éclairage | 48 |
| 7.5.4 | Ventilation | 50 |
| 7.5.5 | Équipements liés à l'usage..... | 57 |
| 7.6 | Analyse du confort d'été..... | 59 |
| 7.7 | Déperditions du bâtiment..... | 60 |
| 8 | RÉSULTATS DE L'ÉTAT INITIAL | 61 |
| 8.1 | Calibrage du modèle..... | 61 |
| 8.2 | Consommations du site | 62 |
| 8.2.1 | Répartition selon les usages..... | 63 |
| 8.3 | Préconisations | 64 |
| 8.3.1 | Préconisation d'amélioration de l'enveloppe | 64 |
| 8.3.2 | Préconisations d'amélioration de la régulation..... | 76 |
| 8.3.3 | Préconisations d'améliorations des systèmes..... | 78 |
| 8.4 | Synthèse des préconisations | 86 |
| 9 | PRÉSENTATION DES SCÉNARIOS | 88 |
| 9.1 | Méthodologie | 88 |
| 9.2 | Scénario 1 : Objectif 2030 : -40%..... | 89 |
| 9.3 | Scénario 2 : Objectif 2040 : -50% | 94 |
| 9.4 | Scénario 3 : Objectif 2050 : -60% | 100 |
| 10 | SYNTHÈSE DES ATTEINTES RÉGLEMENTAIRES | 106 |
| 11 | SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE | 107 |
| 12 | GLOSSAIRE | 111 |
| 13 | ANNEXE | 112 |
| 13.1 | Annexe 1 : Certificat de qualification OPQIBI | 112 |
| 13.2 | Annexe 2 : Réglementation en vigueur et leurs échéances | 113 |





1 CONTEXTE

1.1 Cadre réglementaire

| Dénomination | Référence juridique | Descriptif | Soumis |
|--|---|---|-------------------|
| Dispositif Éco Énergie Tertiaire | <ul style="list-style-type: none">Article 175 de la loi ÉLAN du 23 novembre 2018 [CCH L174-1] : Obligations légalesDécret n°2019-771 du 23 juillet 2019 [CCH R174-22 à 32] : « Décret Tertiaire »Arrêté du 10 avril 2020 : « Arrêté Méthode »Arrêté du 24 novembre 2020 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 : « Valeurs Absolues I »Arrêté du 13 avril 2022 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 : « Valeurs Absolues II » | Le Dispositif Éco Énergie Tertiaire impose aux bâtiments tertiaires une réduction progressive de leur consommation énergétique, avec des objectifs chiffrés à atteindre d'ici 2030, 2040 et 2050. Il vise à favoriser la transition énergétique dans le secteur tertiaire en incitant à l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. | Soumis |
| Décret BACS (Building Automation & Control Systems) | <ul style="list-style-type: none">Article 1 de l'ordonnance du 15 juillet 2020 [CCH L174-3] : Obligation légaleDécret n° 2023-259 du 7 avril 2023 [CCH R175-1 à 6] : « Décret BACS »Arrêté du 7 avril 2023 | Le Décret BACS établit l'obligation de mise en place d'un « BACS », c'est-à-dire un outil de pilotage et de contrôle des divers systèmes d'un bâtiment (chauffage, refroidissement, ventilation, éclairage, etc.). | Soumis |
| Loi ENR : Ombrières photovoltaïques sur les parkings | <ul style="list-style-type: none">Article 40 de la loi n° 2023-175 | L'article 40 de la loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables établit l'obligation de mise en place d'ombrières intégrant un procédé de production d'énergie renouvelable sur les parcs de stationnement d'une superficie supérieure à 1500 m². | Non soumis |
| Loi ENR : Photovoltaïque ou toiture végétalisée | <ul style="list-style-type: none">Article 43 de la Loi n° 2023-175 | L'article 43 de la loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables établit l'obligation de mise en place d'un système de production d'énergie renouvelable ou de végétalisation de la toiture pour les bâtiments ayant une emprise au sol supérieure à 500 m². | Soumis |
| Obligation : Calorifugeage et régulation | <ul style="list-style-type: none">Décret n° 2023-444 du 7 juin 2023Arrêté du 8 juin 2023 | Ce décret établit l'obligation du calorifugeage de l'intégralité des réseaux de chauffage ou de refroidissement situés hors du volume chauffé ou refroidi. De plus, pour les systèmes de chauffage central, il impose la mise en place d'une régulation par zones au minimum. | Soumis |





1.2 Documents recueillis

| Document | Transmis |
|--|-------------------------------------|
| Informations générales | |
| Année de construction des bâtiments | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Déclaration OPERAT | |
| Consommations déclarées (2010-2023) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Année de référence déterminée par la plateforme OPERAT | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Sous-segmentation du bâtiment et surfaces de plancher déclarées | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Plans et surfaces | |
| Plans de niveau | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Plans de façade | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Plans de coupe | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Plans des réseaux fluides (chauffage, ventilation, climatisation, ECS, etc.) | <input type="checkbox"/> |
| Plans des réseaux électriques (éclairage, prise de courant, etc.) | <input type="checkbox"/> |
| Surface de plancher (sur plans) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Consommations énergétiques | |
| Factures d'électricité | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Documents relatifs à la construction et/ou rénovation/réhabilitation | |
| Permis de construire | <input type="checkbox"/> |
| Dossier des ouvrages exécutés (DOE) | <input type="checkbox"/> |
| Fiches techniques des équipements principaux (chaudière, CTA, VRV, etc.) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Facture de travaux de rénovation énergétique ponctuel (isolation, chauffage, photovoltaïque, etc.) | <input type="checkbox"/> |
| Schéma de principe des chaufferies | <input type="checkbox"/> |
| Schéma de principe des locaux de ventilation (CTA, extracteur, etc.) | <input type="checkbox"/> |
| Facture de travaux de rénovation énergétique ponctuel (isolation, chauffage, photovoltaïque, etc.) | <input type="checkbox"/> |
| Diagnostics techniques (DPE, DTG, audit énergétique, amiante, infiltrométrie, thermographie, etc.) | <input type="checkbox"/> |





| Exploitation du site | |
|--|---|
| Contrat de maintenance et/ou d'entretien | ✓ |
| Relevé de compteur annuelle (électricité, gaz, RCU) | ✓ |
| Planning d'occupation du site et listing des effectifs associés | ✓ |
| Programmation des systèmes CVC (horloge, réduit de nuit et week-end, etc.) | ✓ |
| Transmission d'un accès « visiteur » au système de pilotage (GTB/GTC) | ✗ |
| Souhait et projet de rénovation énergétique | |
| Liste des souhaits de travaux de rénovation énergétiques (enveloppe, CVC, éclairage, etc.) | ✗ |
| Devis/études associés au souhait de travaux de rénovation énergétique | ✗ |





1.3 Périmètre de l'étude

La Direction Interdépartementale des Routes du Massif Central (DIRMC) souhaite réaliser un audit énergétique de leurs bureaux situé à Clermont Ferrand. L'objectif de cet audit est de pouvoir mettre en avant les travaux de rénovation énergétique les plus pertinents afin de garantir la conformité du site aux exigences du Dispositif Éco Énergie Tertiaire.

1.4 Amiante

Tous les travaux et investissements présentés dans le présent document ne tiennent pas compte d'éventuels travaux liés à l'amiante. Pour information, ce matériau peut être trouvé partout, et notamment :

- Dans les colles des sols souples et carrelages,
- Dans les gaines techniques ;
- Dans les enduits de façade ;
- Dans l'étanchéité des toitures ;
- Dans les joints des menuiseries ;
- Etc.

Un diagnostic avant travaux sera nécessairement à réaliser en amont de tout projet de réhabilitation engagé sur les bâtiments (impact sur le coût, la nature des travaux envisagés).





2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Méthodologie de l'audit

La méthodologie de l'audit suit le schéma suivant :

1. **Recueil documentaire** : Cette étape consiste à collecter l'ensemble des documents nécessaires au bon déroulement de la mission, tels que les factures énergétiques, les plans, les documentations techniques, les Dossiers des Ouvrages Exécutés (DOE), etc.
2. **Définition des objectifs** : Cette étape vise à définir les objectifs en fonction des besoins du client (ACTEE, Fond vert, FEDER, ISO 50 001, etc.) et des réglementations applicables au site (DEET, BACS, Loi ENR, etc.).
3. **Relevé sur site et état des lieux** : Dans un premier temps, un relevé sur site est effectué pour recueillir des informations sur les parois, les systèmes, les régulations, l'utilisation du bâtiment, les particularités architecturales, etc. Ces observations sont synthétisées dans la section « État des lieux » du présent document.
4. **État initial** : Les données recueillies lors de l'étape précédente sont ensuite intégrées dans un logiciel de calcul thermique certifié afin de créer un modèle informatique du site. Cette modélisation est ajustée en tenant compte des usages du site pour se rapprocher le plus possible de la réalité. Elle permet d'obtenir une répartition des déperditions et des consommations, mettant en lumière les postes les plus déperditifs et énergivores.
5. **Préconisations** : Une fois les postes les plus énergivores identifiés, des préconisations techniques visant à améliorer la performance énergétique sont proposées. Pour chacune d'entre elles, des calculs sont réalisés, incluant les gains énergétiques et financiers, les réductions des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que le montant estimatif des travaux et des subventions.
6. **Scénarios** : Par la suite, les recommandations les plus pertinentes sont regroupées pour atteindre les objectifs définis préalablement et respecter les réglementations applicables au site. Une étude énergétique, environnementale et économique est effectuée pour chacun des scénarios.





2.2 Modélisation informatique

2.2.1 Logiciel de calcul thermique

2.2.1.1 Perrenoud – BAO EVOLUTION SED

Pour la modélisation informatique du bâtiment, Efficiencies utilise le logiciel de calculs thermiques BAO Evolution SED de l'éditeur Perrenoud. Les informations relatives au logiciel sont recensées ci-dessous :

| | | | |
|----------------------------|-------------------|------------------------|------------|
| Logiciel | BAO EVOLUTION SED | Éditeur | Perrenoud |
| Version du logiciel | V.2.0.74 | Date de version | 14/02/2024 |

2.2.1.2 Données climatiques

Pour garantir une précision maximale des résultats, Efficiencies choisit la station météo qui correspond le mieux aux spécificités climatiques du site (localisation, altitude, etc.), parmi la liste des stations météo référencées par le logiciel de calcul thermique. Le choix de la station météo ainsi que les données climatiques du site sont présentés ci-dessous :

| | | | |
|---|-------------------------|--|-------------|
| Station météo | CLERMONT-FERRAND-AULNAT | Département | Puy-de-Dôme |
| Altitude | 358 m | Zone climatique | H1c |
| Température extérieure de base (NF EN 12831) | -9 °C | Degrés jours unifiés (base 18 °C) | 2509 |





2.2.1.3 Moteur de calcul

Le moteur de calcul « Mensuel » du logiciel BAO Evolution SED de l'éditeur Perrenoud est utilisé pour effectuer divers calculs dans l'étude. Il s'agit d'un moteur de calcul comportemental, fondé sur la norme EN 13790 relative à la « Performance énergétique des bâtiments – Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux ». Ce type de moteur prend en compte plusieurs variables liées à l'utilisation du site et aux comportements des usagers, notamment :

- Les températures de consigne ;
- Les programmations des systèmes (chauffage, éclairage, ventilation, etc.) ;
- L'occupation du site ;
- Les besoins en eau chaude sanitaire ;
- Etc.

Ces différents paramètres permettent d'approcher au mieux des consommations réelles du site et de garantir une modélisation cohérente.





2.2.2 Hypothèses de calcul de l'audit énergétique

2.2.2.1 Hypothèses d'évolution du prix des énergies

| Énergie | Prix (Année 0) ¹ [€HTVA/MWh] | Évolution annuelle [%/an] |
|--------------------------|--|------------------------------|
| Électricité | 191,70 | 0,00% |
| Gaz de réseau | 86,50 | 0,00% |
| Fioul domestique | 105,00 | 0,00% |
| Réseau de chaleur urbain | 64,69 | 0,00% |
| Granulés bois | 92,00 | 0,00% |
| Bois déchiqueté | 32,00 | 0,00% |
| Bois dur | 50,00 | 0,00% |
| Gaz propane | 158,00 | 0,00% |

¹ Prix de l'énergie hors abonnement.

Conformément aux spécifications du cahier des charges de la région Auvergne-Rhône-Alpes, aucune indexation sur le prix de l'énergie ne sera appliquée dans cette étude.

2.2.2.2 Tarif de revente du surplus de production d'électricité et prime à l'investissement

| Puissance crête installée | Tarif d'achat du surplus ¹ [€/kWh] | Prime à l'investissement ¹ [€/kWc] |
|-----------------------------|--|--|
| Puissance ≤ 3kWc | 0,1339 €/kWh | 510 €/kWc |
| 3kWc ≤ Puissance ≤ 9kWc | 0,1339 €/kWh | 380 €/kWc |
| 9kWc ≤ Puissance ≤ 36kWc | 0,0803 €/kWh | 210 €/kWc |
| 36kWc ≤ Puissance ≤ 100kWc | 0,0803 €/kWh | 110 €/kWc |
| 100kWc ≤ Puissance ≤ 500kWc | 0,1312 €/kWh | Non éligible |

¹ Les tarifs d'achat du surplus et la prime à l'investissement en autoconsommation peuvent être retrouver sur le site internet d'EDF Obligation d'Achat.





2.2.2.3 Coefficient d'émission de gaz à effet de serre et de conversion en énergie primaire

| Énergie | Coefficient d'émission de gaz à effet de serre ¹ [kgCO ₂ /kWh _{EF}] | Coefficient de conversion en énergie primaire ² [kWh _{EP} /kWh _{EF}] |
|------------------|--|---|
| Électricité | 0,064 | 2,3 |
| Gaz de réseau | 0,227 | 1 |
| Fioul domestique | 0,324 | 1 |
| Granulés bois | 0,030 | 1 |
| Bois déchiqueté | 0,024 | 1 |
| Bois dur | 0,030 | 1 |
| Gaz propane | 0,027 | 1 |

¹ Les coefficients d'émission de gaz à effet de serre sont issus du paragraphe 1.2 de l'annexe 4 de l'Arrêté du 15 septembre 2006.

² Les coefficients de conversion en énergie primaire sont issus du paragraphe 2 de l'annexe 3 de l'Arrêté du 15 septembre 2006.

* Les coefficients d'émission de gaz à effet de serre et le taux EnR&R des réseaux de chaleur sont issus de l'annexe 7 de l'Arrêté du 15 septembre 2006.





2.2.3 Hypothèse de calcul pour le respect des exigences du Dispositif Éco Énergie Tertiaire

2.2.3.1 Coefficient d'émission de gaz à effet de serre de conversion en énergie finale et primaire

Les coefficients présentés ci-dessous sont destinés à vérifier l'atteinte des exigences du Dispositif Éco Énergie Tertiaire. Une nouvelle unité, le « kWhDEET », est introduite ici. Celle-ci représente l'unité de consommation d'énergie finale dans le contexte du Dispositif Éco Énergie Tertiaire. C'est à l'aide de cette unité que les objectifs et leur atteinte seront déterminés à travers les différents scénarios proposés dans cette étude :

| Énergie | Coefficient d'émission de gaz à effet de serre ¹ [kgCO ₂ /kWh _{DEET}] | Coefficient de conversion en énergie finale ² [kWh _{EF} /kWh _{DEET}] | Coefficient de conversion en énergie primaire ³ [kWh _{EP} /kWh _{DEET}] |
|------------------|--|---|---|
| Électricité | 0,064 | 1 | 2,3 |
| Gaz de réseau | 0,227 | 0,9 | 1 |
| Fioul domestique | 0,324 | 1 | 1 |
| Granulés bois | 0,030 | 1 | 0 |
| Bois déchiqueté | 0,024 | 1 | 0 |
| Bois dur | 0,030 | 1 | 0 |
| Gaz propane | 0,027 | 1 | 1 |

¹ Les coefficients d'émission de gaz à effet de serre sont issus de l'annexe 7 de l'Arrêté « Valeurs absolue I ».

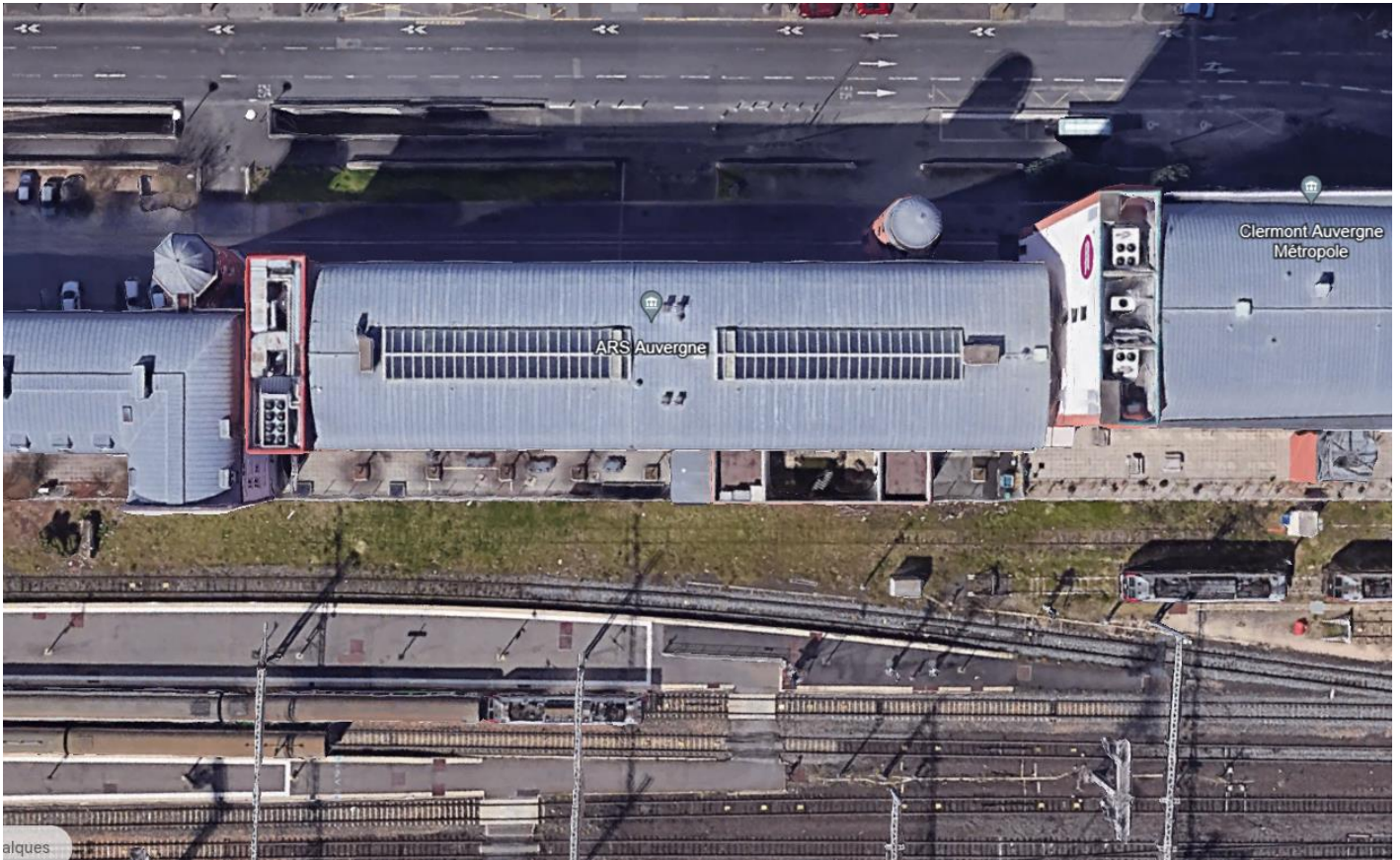
² Les coefficients de conversion en énergie finale (kWh_{DEET}) sont issus de l'annexe I des Arrêtés « Valeurs absolue I » et « Valeurs absolue II ».

³ Les coefficients de conversion en énergie primaire sont issus de l'annexe 7 de l'Arrêté « Valeurs absolue II ».



3 PRÉSENTATION DU SITE

3.1 Généralités



Vue aérienne

| | | | |
|-----------------------|--|---------------------|------------------|
| Site | Direction Interdépartementale des Routes du Massif Central | Code Postal | 63000 |
| Adresse | 60 avenue de l'union soviétique | Ville | Clermont Ferrand |
| Nombre de bâtiment(s) | 1 | Surface de plancher | 10 364 m²SP |

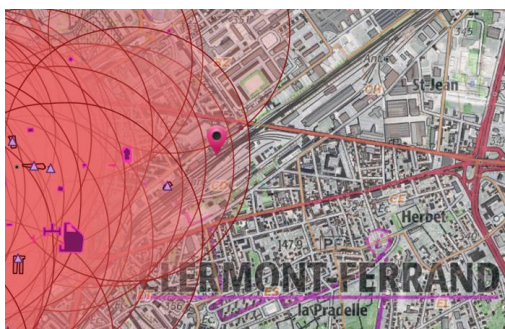
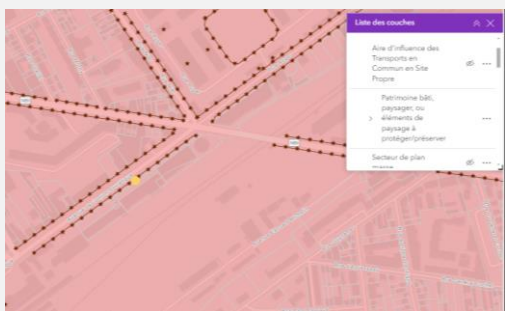
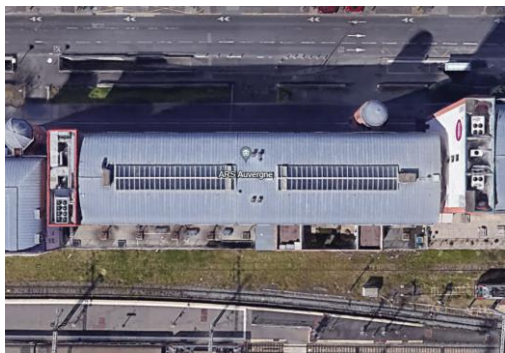
La répartition des surfaces de plancher s'effectue de la manière suivante :

| Bâtiment | Catégorie | Sous-catégorie | Surface [m²SP] |
|--------------------|--|--|----------------|
| Bâtiment principal | Bureaux – Services Publics | Bureaux Standards | 6 286 |
| Bâtiment principal | Stationnement en infrastructure – sous-sol | Stationnement en infrastructure – sous-sol | 4 078 |
| Total | | | 10 364 |

3.2 Caractéristiques de l'environnement

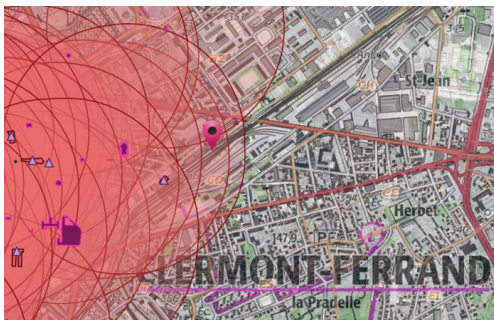
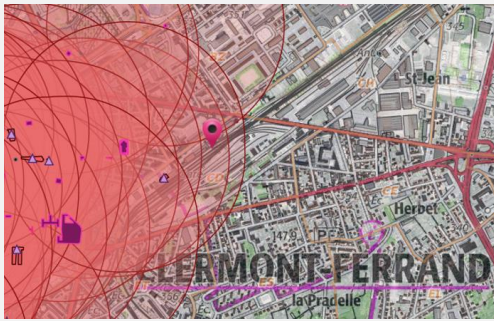
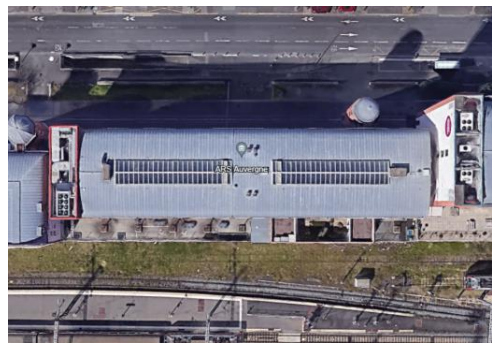
3.2.1 Contraintes patrimoniales et architecturales

Les contraintes liées aux règles d'urbanisme, de patrimoine ou d'architecture sont répertoriées dans le tableau suivant :

| Contraintes | Illustrations | Commentaires |
|--|---|---|
| Protection au titre des abords de monuments historiques |  | Le site se situe dans une zone de « Protection au titre des abords de monuments historiques » ou « Site classé ou inscrit » selon l'atlas des patrimoines du ministère de la culture. Par conséquent, tout travaux modifiant l'aspect extérieur du site devra faire l'objet d'une validation d'un Architecte des Bâtiments de France (ABF). |
| Plan local d'urbanisme (PLU) |  | Le site se situe dans un « Périmètre d'intérêt patrimonial » ou « Site classé ou inscrit » selon le plan local d'urbanisme. Par conséquent, tout travaux modifiant l'aspect extérieur du site devra faire l'objet d'une validation de l'organisme d'urbanisme local. |
| Limite du domaine public |  | Le site se situe en limite du domaine public. Par conséquent, tout travaux modifiant les dimensions des façades extérieures du site devra faire l'objet d'une validation de l'organisme d'urbanisme local. |

3.2.2 Solutions non retenues en raison d'infaisabilité ou de disproportion de l'investissement

Certaines propositions d'amélioration ne seront pas proposées dans la suite de l'étude pour cause d'infaisabilité technique, de disproportion de l'investissement, ou en raison de restrictions imposées par les organismes de patrimoine et d'urbanisme. Celles-ci sont répertoriées ci-dessous :

| Solutions | Illustrations | Commentaires |
|--|---|--|
| Isolation thermique des murs par l'extérieur |  | Le bâtiment se situant en périmètre de protection ABF, une isolation thermique par l'extérieur n'a pas été envisagée. De plus, la présence d'une isolation intérieure de 10 cm a conforté la décision de ne pas proposer cette solution en raison de l'investissement disproportionné que cela représenterait. |
| Implantation panneaux photovoltaïques |  | Malgré la localisation du site en paysage urbain, ce dernier ne souffre pas des ombrages des bâtiments alentours. En revanche, la localisation de ce dernier en périmètre de protection ABF compromettent la pertinence de l'installation d'un système photovoltaïque. |
| Implantation pompe à chaleur eau/eau |  | Le bâtiment se trouvant en zone urbaine dense (centre-ville), la mise en place d'une pompe à chaleur eau/eau nous semble compromise. En effet, la surface extérieure nécessaire pour la mise en place de sondes ou capteurs géothermiques n'est pas suffisante. |



| | | |
|---|---|--|
| <p>Implantation chaufferie gaz et raccordement au réseau de chaleur urbain</p> |  | <p>Malgré la proximité d'un réseau de chaleur et du réseau de gaz, la mise en place de ces types de chauffages semble compromise. D'une part, leur faisabilité serait complexe en raison de l'emplacement d'une potentielle chaufferie au niveau R+6 du bâtiment, et d'autre part, l'espace disponible dans les combles reste très limité en raison de la présence des systèmes de ventilation et du passage des réseaux (aérauliques et hydrauliques). De plus, l'installation de ces systèmes entraînerait une augmentation de la consommation d'énergie finale, rendant ainsi difficile la mise conformité du bâtiment vis-à-vis du décret tertiaire.</p> |
| <p>Implantation chaufferie bois</p> |  | <p>La localisation de la chaufferie au dernier étage du bâtiment rendrait l'approvisionnement en bois difficile. De plus, l'installation de ce système entraînerait une augmentation de la consommation d'énergie finale, rendant ainsi difficile la mise conformité du bâtiment vis-à-vis du décret tertiaire.</p> |
| <p>Implantation panneaux solaires thermiques</p> |  | <p>En raison des faibles besoins en eau chaude sanitaire du site, l'installation de panneaux solaires thermiques ne nous a pas paru pertinente. De plus ce poste de travaux entraînerait un investissement disproportionné.</p> |



3.2.3 Masques solaires

3.2.3.1 Masques solaires lointains

Les masques lointains sont ceux qui désignent le relief montagneux et déterminent l'heure à laquelle le bâtiment ne sera plus exposé au soleil selon la saison. Prendre en compte cette caractéristique permet de déterminer la pertinence de la mise en place d'une installation solaire. Dans notre cas, nous identifions les masques lointains suivants :

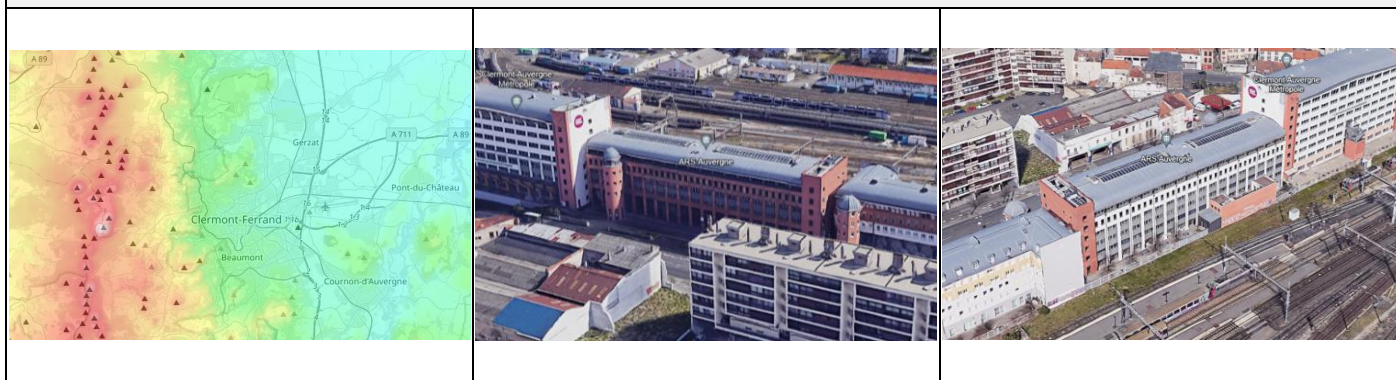
- Relief du Massif du Puy de Dôme

3.2.3.2 Masques solaires proches

Les masques proches sont des éléments qui désignent tout obstacle extérieur pouvant entraver l'ensoleillement du bâtiment à une distance de quelques mètres. Leur impact peut varier en fonction des saisons, car l'amplitude du soleil diffère entre l'hiver et l'été. Ces masques peuvent contribuer à améliorer le confort thermique en été, mais ils peuvent également influencer la pertinence de l'installation d'un système solaire si, par exemple, ils occultent la toiture. Dans notre cas, nous identifions les masques proches suivants :

- Bâtiments environnants (façades nord, est et ouest)

Photos



3.3 Contrat de maintenance des équipements techniques

Le contrat de maintenance prend en charge la totalité des systèmes CVC du site à l'exception des unités de climatisation des salles serveurs de la DIRMC et de la préfecture.



4 ANALYSE DES FACTURES ÉNERGÉTIQUES

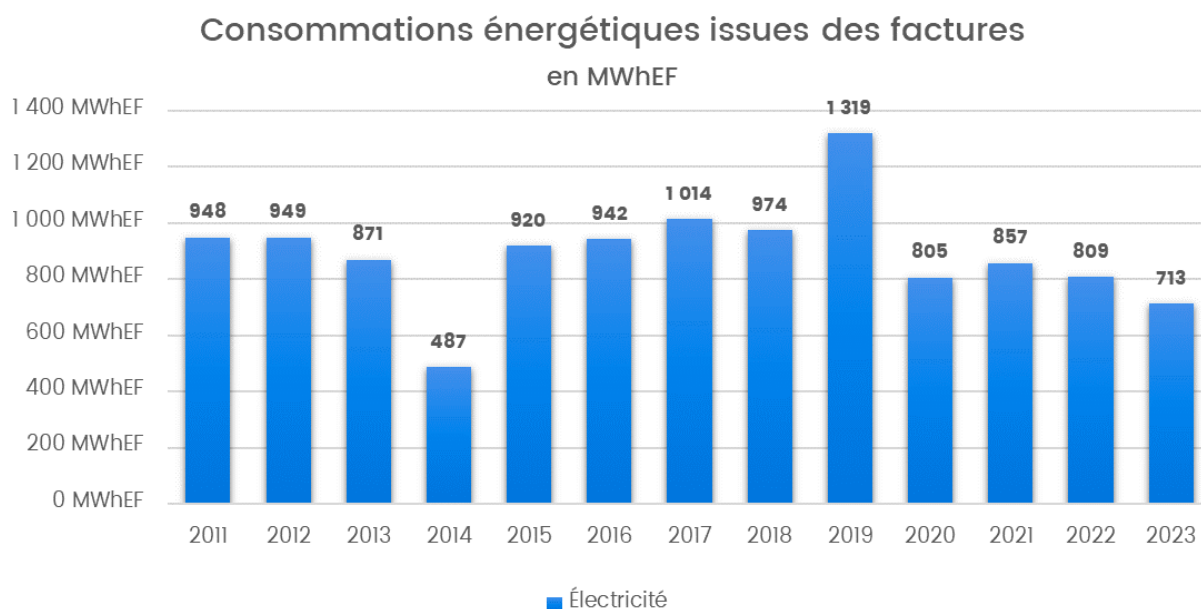
4.1 Abonnement

4.1.1 Électricité

| Zone | Tarification | Puissance souscrite | Point de livraison (PDL/PRM) |
|--------------------|--------------|---------------------|------------------------------|
| Bâtiment principal | HTA5 | 306 kVA | 30 001 711 016 634 |

4.2 Factures énergétiques

Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la consommation énergétique du site de 2011 à 2023 :



La consommation énergétique du site semble être restée relativement stable entre 2011 et 2018, malgré une baisse significative observée en 2014, pour laquelle aucune explication évidente n'est disponible. Cependant, une augmentation notable de la consommation énergétique a été enregistrée en 2019. Cette augmentation peut être expliquée suite au dysfonctionnement de la pompe à chaleur, contraignant les batteries électriques des centrales de traitement d'air à assurer l'ensemble des besoins de chauffage du bâtiment. Par la suite, la généralisation du télétravail à partir de 2020 a entraîné une légère mais constante diminution des consommations par rapport aux années précédentes.



5 DÉFINITION DES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

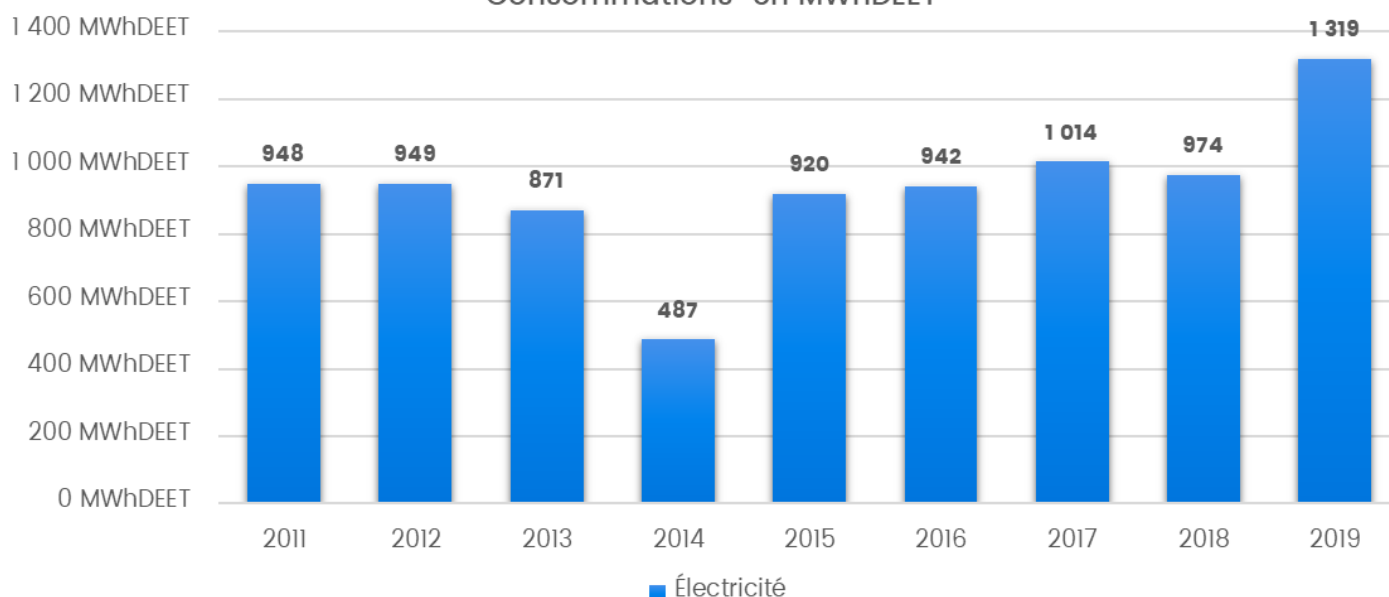
5.1 Méthode des « Pourcentages »

5.1.1 Détermination de l'année de référence

Dans le cadre du décret tertiaire, l'année de référence est déterminée comme étant la plus consommatrice entre 2010 et 2019, après conversion en énergie finale selon le sens défini par le Dispositif Éco Énergie Tertiaire (Annexe 1 de l'arrêté du 24 novembre 2020). Cette année de référence permet d'établir les objectifs par la méthode des pourcentages, visant une réduction de 40 %, 50 % et 60 % aux échéances 2030, 2040 et 2050 par rapport à la consommation de ladite année de référence.

Détermination de l'année de référence

Consommations* en MWhDEET



*Les consommations seront corrigées en fonction de la rigueur climatique du site (DJU) à la suite de la déclaration OPERAT. Un écart entre les consommations du rapport et celles de la plateforme pourrait être observé.

L'analyse des consommations a permis de déterminer l'année 2019 comme année de référence. Les consommations de celle-ci seront donc utilisées pour définir les objectifs par la méthode des pourcentages.



5.1.2 Définition des objectifs : Méthode des « Pourcentages »

Le tableau ci-dessous définit les objectifs par la méthode des pourcentages et statut ces objectifs par rapport à la consommation actuelle du site (moyenne 2021-2023) :

| Méthode des pourcentages | Consommation [kWhDEET] | Consommation surfacique [kWhDEET/m²SP] | Ecart année de référence | Atteinte de l'objectif |
|------------------------------------|------------------------|--|--------------------------|------------------------|
| Année de référence | 1 318 988 | 209,85 | | |
| Année actuelle (moyenne 2021-2023) | 792 981 | 126,16 | 39,88% | / |
| Objectif 2030 | 791 393 | 125,91 | 40,00% | ✗ |
| Objectif 2040 | 659 494 | 104,92 | 50,00% | ✗ |
| Objectif 2050 | 527 595 | 83,94 | 60,00% | ✗ |

En l'état actuel, le bâtiment a quasiment atteint l'objectif fixé par le décret tertiaire pour l'horizon 2030. En effet, les consommations de l'année de référence (2019), largement supérieures à celles des autres années, et la baisse des consommations à la suite de la mise en place du télétravail, nous conduit à un écart entre les consommations actuelles et l'objectif 2030 de 0,12%.



5.2 Méthode des « Seuils »

5.2.1 Décomposition des catégories et sous-catégories de bâtiment

| Bâtiment | Catégorie | Sous-catégorie | Surface [m²SP] | Cabs 2030 [kWhDEET/m²SP] | Objectif 2030 [kWhDEET] |
|--------------------|--|--|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Bâtiment principal | Bureaux - Services Publics | Bureaux Standards | 6 286 | 112,00 | 703 976 |
| Bâtiment principal | Stationnement en infrastructure - sous-sol | Stationnement en infrastructure - sous-sol | 4 078 | 15,5 | 63 209 |
| Total | | | 10 364 | | 767 185 |

5.2.2 Définition des objectifs : Méthode des « Seuils »

Le tableau ci-dessous définit les objectifs par la méthode des seuils et statut ces objectifs par rapport à la consommation actuelle du site (moyenne 2021-2023) :

| Méthode des seuils | Consommation [kWhDEET] | Consommation surfacique [kWhDEET/m²SP] | Écart année actuelle (moyenne 2021 - 2023) | Atteinte de l'objectif |
|---|---------------------------|---|---|-------------------------------------|
| Année actuelle (moyenne 2021-2023) | 792 981 | 76,51 | | |
| Objectif 2030 | 767 185 | 74,02 | 3,36% | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Objectif 2040 | 652 108 | 62,92 | 21,60% | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Objectif 2050 | 554 291 | 53,48 | 43,06% | <input checked="" type="checkbox"/> |

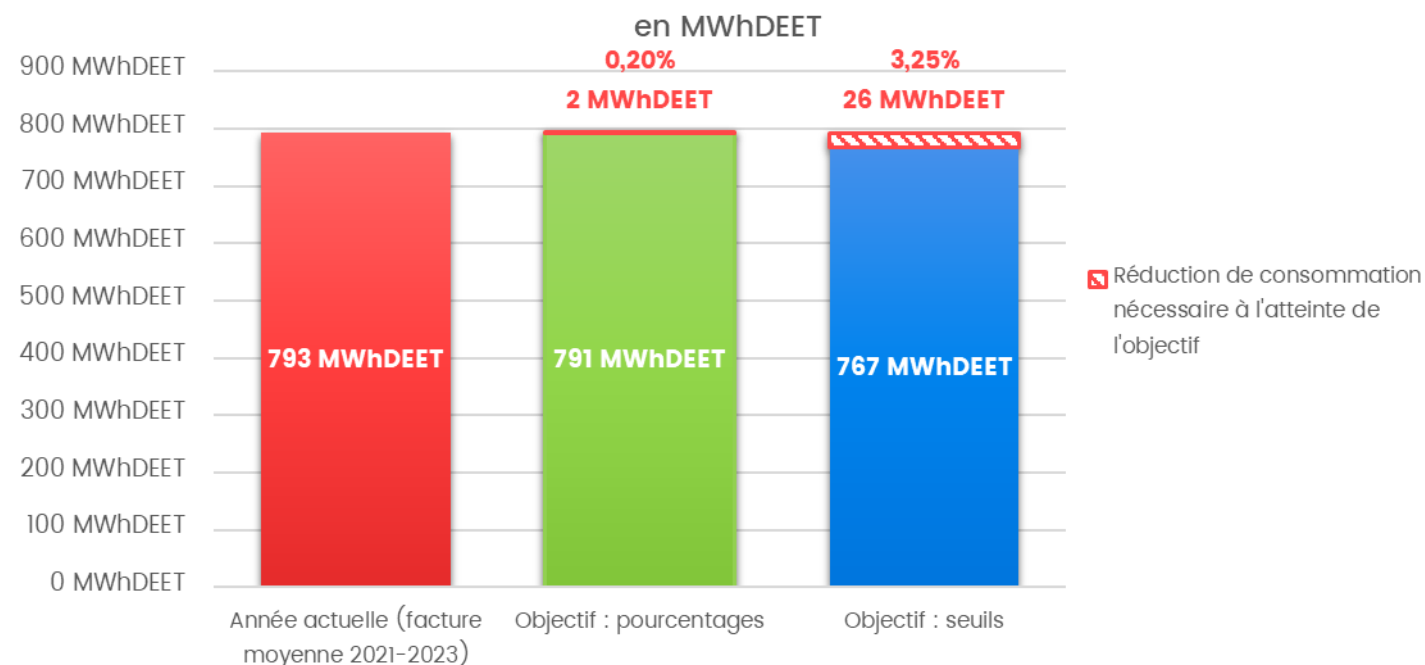
Les objectifs 2040 et 2050 ne sont aujourd'hui pas définis par le cadre réglementaire, et ont donc été définis par défaut par Efficiencielog, de la manière suivante :

- Objectif 2040 : réduction de 16,67% par rapport à l'objectif 2030
- Objectif 2050 : réduction de 20% par rapport à l'objectif 2040

5.3 Choix de la méthode d'atteinte des objectifs

Efficienciel effectue une comparaison de l'objectif 2030 par la méthode des pourcentages et des seuils, afin de déterminer l'atteinte des objectifs la plus favorable pour le présent site :

Définition de l'objectif 2030



| Choix de la méthode d'atteinte des objectifs | Méthode des pourcentages [kWhDEET] | Méthode des Seuils [kWhDEET] | Méthode retenue |
|--|------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Objectif 2030 | 791 393 | 767 185 | Pourcentages |

La méthode d'atteinte des objectifs la plus favorable est la méthode des « Pourcentages ». Cette méthode sera donc celle choisie pour calculer les objectifs 2030, 2040 et 2050.

6 PRÉPARATION À L'ÉTAT DES LIEUX

6.1 Visite technique

Visite technique

Date de visite technique :

11/03/2024

Visite réalisée par :

Rémi PINTON – Lucas LUCIANI

Commentaire :

La visite technique a permis de visiter l'ensemble des locaux du bâtiment.

6.2 Référentiel d'évaluation de l'état des lieux

6.2.1 Référentiel d'évaluation de la performance énergétique des éléments

Les tableaux ci-dessous recense les indicateurs utilisés pour évaluer le niveau de performance énergétique des différents éléments :

Enveloppe :

| | |
|---|---|
| ✓ | Élément du bâti à haute performance énergétique |
| ≈ | Élément du bâti à performance énergétique perfectible |
| ✗ | Élément du bâti à faible performance énergétique |
| / | Élément non accessible ou non visible. |

Systèmes :

| | |
|---|---|
| ✓ | Système à haute performance énergétique |
| ≈ | Système à performance énergétique perfectible |
| ✗ | Système à faible performance énergétique |
| / | Élément non accessible ou non visible |



6.2.2 Référentiel d'évaluation de la vétusté des éléments

Les tableaux ci-dessous recense les indicateurs utilisés pour évaluer le niveau de vétusté des différents éléments :

Enveloppe :

| | |
|---|--|
| ✓ | Élément neuf ou intact |
| ≈ | Élément présentant des signes de vétusté |
| ✗ | Élément vétuste (répartition, tassement, humidité, etc.) |
| / | Élément non accessible ou non visible. |


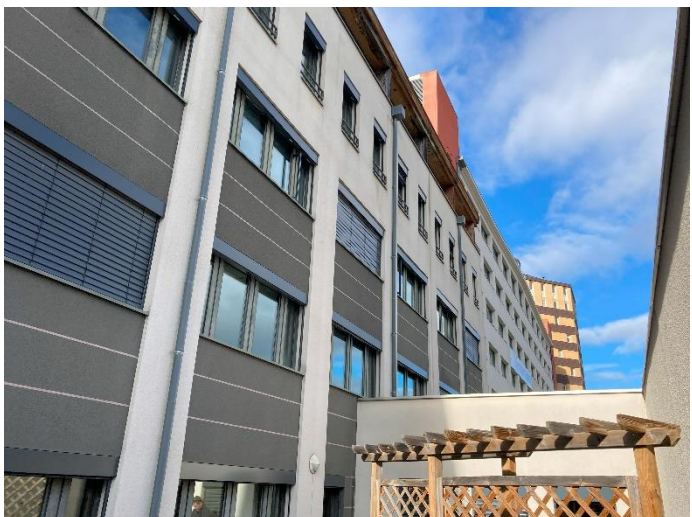

Systèmes :

| | |
|---|---|
| ✓ | Système en bon état de fonctionnement |
| ≈ | Système présentant des signes de vétusté |
| ✗ | Système vétuste (problème de fonctionnement, panne régulière, etc.) |
| / | Élément non accessible ou non visible |



7 ETAT DES LIEUX DU BÂTIMENT :

7.1 Généralités

| | |
|--|--|
|  |  |
| Façade nord | Façade ouest |
|  |  |
| Façade sud | Façade est |

| | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------|
| Dénomination | Bâtiment principal | Surface de plancher | 10 364 m²SP |
| Année de construction | 2001 | Activité principale | Bureaux |
| Niveaux | 9 (dont 6 chauffés) | Energie de chauffage principale | Électricité |

7.2 Zonage et hypothèse d'utilisation du bâtiment

| Zone | Température de consigne | | Horaire d'ouverture | | Fermeture annuelle ou exceptionnelle |
|---------|-------------------------|--------------|---------------------|--------------|--------------------------------------|
| | Occupation | Inoccupation | Quotidien | Hebdomadaire | |
| Bureaux | 19,0 °C | 17,0 °C | 9h-18h | Lun-Ven | / |

7.3 Traitement énergétique selon le type de pièce


| Type de pièce | Chauffage | Climatisation | Eau chaude sanitaire | Ventilation | | | Eclairage | |
|---|-----------|---------------|----------------------|-------------|------------|-----------|--------------|-----------|
| | | | | Air neuf | Extraction | Naturelle | Interrupteur | Détecteur |
| Bureaux | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ |
| Garage | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ |
| Combles | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ |
| Sanitaires RDC (sur interrupteur) | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ |
| Sanitaires étages (sur détecteur de présence) | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Salles serveur | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ |
| Locaux de stockage | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ |
| Circulations | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ |

Les zones de circulations bénéficient du chauffage et du renouvellement de l'air par transfert des pièces adjacentes, sans pour autant être équipées d'émetteurs.


Les luminaires présents dans les circulations et dans le garage sont équipés de minuteries, permettant aux dispositifs lumineux de ne pas rester allumés en permanence.


7.4 État des lieux détaillé de l'enveloppe

7.4.1 Murs extérieurs


| Mur extérieur 1 | | | |
|--|--|-----------------------|--------------------------|
| Composition de la paroi | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) |
| | Enduit extérieur | 1,00 | 0,01 |
| | Béton | 20,00 | 0,10 |
| | Isolant | 10,00 | 2,00 |
| | Plaque de plâtre | 1,30 | 0,05 |
| Photo | Total | 32,30 | |
|  | Type d'isolation | U _{TH} paroi | |
| | Isolation par l'intérieur | 0,429 W/m².K | |
| | Type d'isolant | Surface | |
| | Non visible | 2 150 m² | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Murs en contact avec l'extérieur | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Cette paroi est déjà isolée par l'intérieur. Une isolation thermique par l'extérieur n'a pas été envisagée, car le bâtiment se situe en périmètre de protection ABF. En ce sens, une sur-isolation de cette paroi nous paraît difficile à mettre en œuvre. | | |

7.4.2 Murs intérieurs

| Mur intérieur 1 | | | |
|--|--|-----------------------|--------------------------|
| Composition de la paroi | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) |
| | Plaque de plâtre | 1,30 | 0,05 |
| | Isolant | 5,00 | 1,00 |
| | Plaque de plâtre | 1,30 | 0,05 |
| Photo | Total | 7,60 | |
|  | Type d'isolation | U _{TH} paroi | |
| | Isolation intégrée | 0,733 W/m².K | |
| | Type d'isolant | Surface | |
| | Non visible | 187 m² | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Combles, murs en contact avec le patio | ✗ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Présence d'une légère isolation (50mm) entre 2 plaques de plâtre. Cependant cette isolation est insuffisante. Une sur-isolation de cette paroi semble difficile à mettre en œuvre. | | |

| Mur intérieur 2 | | | |
|---|--|-----------------------|--------------------------|
| Composition de la paroi | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) |
| | Béton | 20,00 | 0,10 |
| Photo | Total | 20,00 | |
|  | Type d'isolation | U _{TH} paroi | |
| | Absence d'isolation | 2,778 W/m².K | |
| | Type d'isolant | Surface | |
| | / | 59 m² | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Combles, murs en contact avec les circulations | ✗ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Absence d'isolation sur cette paroi. | | |


7.4.3 Plancher bas

| Plancher bas 1 | | | |
|--|--|-----------------------|--------------------------|
| Composition de la paroi | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) |
| | Laine de laitier | 2,00 | 0,33 |
| | Dalle béton | 20,00 | 0,10 |
| | Revêtement intérieur | 1,00 | 0,01 |
| Photo | Total | 23,00 | |
|  | Type d'isolation | U _{TH} paroi | |
| | Isolation en sous-face | 0,688 W/m².K | |
| | Type d'isolant | Surface | |
| | Isolant floqué | 928 m² | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Plancher bas sur garage | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Le plancher bas, actuellement isolé par une mince couche d'isolant projeté (20 mm) nécessite une sur-isolation, qui semble être une solution nécessaire et facile à mettre en œuvre. | | |

| Plancher bas 2 | | | |
|-------------------------|---|-----------------------|--------------------------|
| Composition de la paroi | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) |
| | Béton | 15,00 | 0,08 |
| | Revêtement intérieur | 1,00 | 0,01 |
| Photo | Total | 16,00 | |
| / | Type d'isolation | U _{TH} paroi | |
| | Absence d'isolation | 2,335 W/m².K | |
| | Type d'isolant | Surface | |
| | / | 19 m² | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Plancher bas du phare | ✗ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Absence d'isolation sur cette paroi en contact avec un local non chauffé (local vélo). Une isolation de ce plancher en sous-face semble faisable. | | |





Plancher bas 3

| Composition de la paroi | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) | |
|--|--|-----------------------|--------------------------|--|
| | Revêtement extérieur | 1,00 | 0,01 | |
| | Lame d'air faiblement ventilée | 20,00 | 0,08 | |
| | Isolant | 8,00 | 1,33 | |
| | Dalle de béton | 20,00 | 0,10 | |
| | Revêtement de sol | 1,00 | 0,01 | |
| Photo | Total | 50,00 | | |
|  | Type d'isolation | U _{TH} paroi | | |
| | Isolation en sous-face | 0,571 W/m².K | | |
| | Type d'isolant | Surface | | |
| | Non visible | 237 m² | | |
| | Localisation | Performance | État | |
| | Plancher bas extérieur (décrochés) | ≈ | ✓ | |
| | Commentaire : | | | |
| | L'isolation des planchers extérieurs (décrochés) est réalisée en sous-face de dalle. Bien que la possibilité d'une sur-isolation soit envisageable, sa mise en œuvre serait coûteuse en raison de la nécessité de retirer et de réinstaller le revêtement extérieur. | | | |




7.4.4 Toitures

| Combles perdus 1 | | | |
|--|--|-----------------------|--------------------------|
| | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) |
| | Béton | 15,00 | 0,08 |
| Photo | Total | 15,00 | |
|  | Type d'isolation | U _{TH} paroi | |
| | Absence d'isolation | 3,636 W/m².K | |
| | Type d'isolant | Surface | |
| | Absence d'isolation | 164 m² | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Combles perdus (zones techniques) | ✗ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Une absence d'isolation peut être remarquée au niveau des emplacements des CTA dans les combles perdus. Une isolation sur plancher semble compromise en raison de la présence de nombreux appareil CVC. Une isolation en plénum au dernier étage semble plus facile à mettre en œuvre. | | |

| Combles perdus 2 | | | |
|---|---|-----------------------|--------------------------|
| Composition de la paroi | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) |
| | Laine de verre (déroulée) | 15,00 | 3,00 |
| Photo | Béton | 15,00 | 0,08 |
| | Total | 30,00 | |
|  | Type d'isolation | U _{TH} paroi | |
| | Isolation extérieure (sur plancher) | 0,305 W/m².K | |
| | Type d'isolant | Surface | |
| | Isolant déroulé | 197 m² | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Combles perdus (circulations) | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Isolation par rouleaux de laine déroulée sur les parties circulatoires des combles perdus. Une armature en bois permet de circuler sans dégrader l'isolant. | | |

Combles perdus 3

| | | | | |
|--|---|-----------------------|--------------------------|--|
| Composition de la paroi | Composants | Ep. (cm) | R _{TH} (m².K/W) | |
| | Laine de verre soufflée | 10,00 | 1,67 | |
| | Laine de verre (déroulée) | 15,00 | 3,00 | |
| | Béton | 15,00 | 0,08 | |
| Photo | Total | 40,00 | | |
|  | Type d'isolation | U _{TH} paroi | | |
| | Isolation extérieure (sur plancher) | 0,202 W/m².K | | |
| | Type d'isolant | Surface | | |
| | Isolant déroulé et isolant soufflé | 550 m² | | |
| | Localisation | Performance | État | |
| | Combles perdus | ✓ | ≈ | |
| | Commentaire : | | | |
| | L'isolation des extrémités des combles est réalisée en deux couches distinctes. Tout d'abord, une couche de laine de verre en rouleaux d'une épaisseur de 150 mm est installée, suivie d'une deuxième couche constituée de laine de verre soufflée d'une épaisseur de 100 mm. | | | |

7.4.5 Menuiseries vitrées

| Code vitrage | Cadre | Vitrage | Occultant | U_w/U_{jn} [W/m².K] | Nombre | Surface totale | Performance | État |
|--------------|-----------|---------------|-------------------------|--------------------------|--------|----------------|-------------|------|
| B1-FE1 | Aluminium | 4/6/4 | Absence d'occultant | 3,60 | 2 | 191 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE10 | Aluminium | 4/8/4 | Absence d'occultant | 3,30 | 24 | 39 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE11 | Aluminium | 4/8/4 | Absence d'occultant | 3,30 | 32 | 23 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE12 | Aluminium | 4/6/4 | Absence d'occultant | 3,70 | 2 | 22 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE13 | Aluminium | 4/8/4 | Volets avec ajours | 2,96 | 12 | 12 m² | ≈ | ≈ |
| B1-FE14 | Aluminium | 4/8/4 | Absence d'occultant | 3,30 | 6 | 6 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE2 | Aluminium | Polycarbonate | Absence d'occultant | 5,30 | 1 | 2 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE3 | Aluminium | 4/8/4 | Absence d'occultant | 3,30 | 32 | 126 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE4 | Aluminium | 4/8/4 | Absence d'occultant | 3,30 | 44 | 66 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE5 | Aluminium | 4/8/4 | Absence d'occultant | 3,30 | 72 | 81 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FE6 | Aluminium | 4/8/4 | Volet roulant aluminium | 2,78 | 50 | 197 m² | ≈ | ≈ |
| B1-FE7 | Aluminium | 4/8/4 | Volet roulant aluminium | 2,78 | 36 | 54 m² | ≈ | ≈ |
| B1-FE8 | Aluminium | 4/8/4 | Volet roulant aluminium | 2,78 | 72 | 81 m² | ≈ | ≈ |
| B1-FE9 | Aluminium | 4/8/4 | Volet roulant aluminium | 2,78 | 11 | 54 m² | ≈ | ≈ |
| B1-FR1 | Aluminium | 4/6/4 | Absence d'occultant | 3,70 | 1 | 238 m² | ✗ | ≈ |
| B1-FR2 | Aluminium | 4/8/4 | Absence d'occultant | 3,30 | 1 | 120 m² | ✗ | ≈ |

Commentaire :

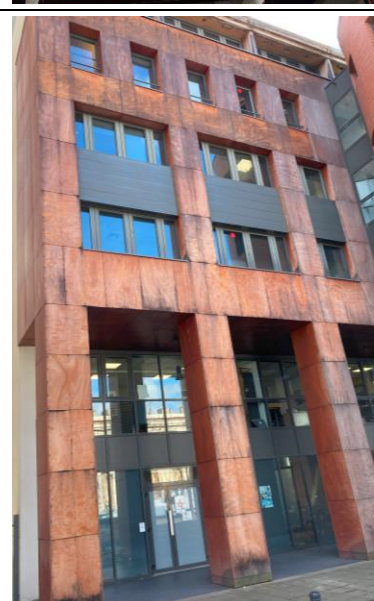
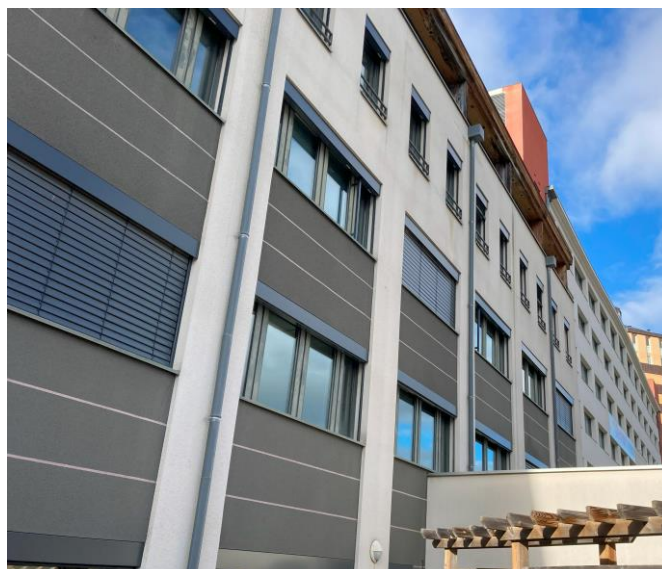
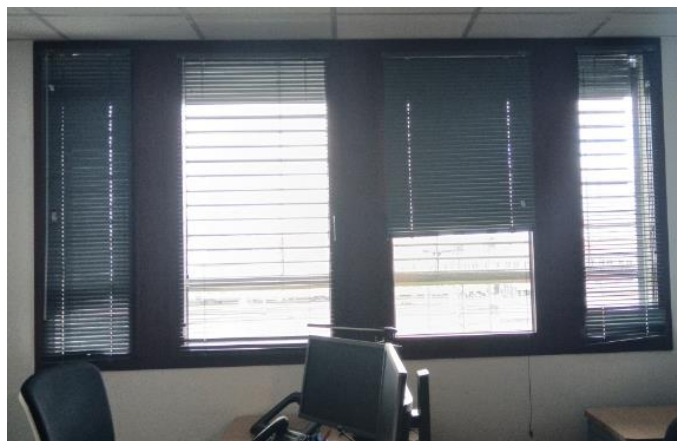
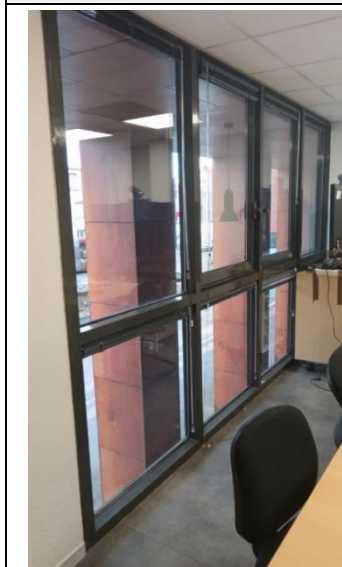
Les menuiseries semblent être d'origine. Bien qu'elles présentent quelques défauts d'étanchéité à l'air, leur état général est satisfaisant. Les façades rideaux situées sur la façade nord au rez-de-chaussée et au 1^{er} étage quant à elles, présentent des défauts d'étanchéité plus importants.



Efficiencies

Pour une rénovation énergétique réussie

Photos complémentaires :



lyon@efficiencies.fr

43 Quai Saint Vincent 69 001 LYON

SAS au capital social de 4000€ - Code NAF : 7490B

SIRET : 878 053 560 00024

7.4.6 Portes pleines

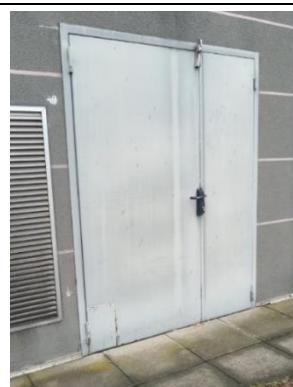
| Code paroi | Cadre | Isolation | U_d [W/m².K] | Nombre | Surface totale | Performance | État |
|------------|-----------|------------|-------------------|--------|----------------|-------------|------|
| B1-PE1 | Aluminium | Isolée | 2 | 3 | 16 m² | ✓ | ✓ |
| B1-PE2 | Aluminium | Non isolée | 5,8 | 2 | 11 m² | ✗ | ✗ |
| B1-PE3 | Aluminium | Non isolée | 4,8 | 1 | 4 m² | ✗ | ✓ |
| B1-PE4 | Aluminium | Isolée | 2 | 2 | 7 m² | ✓ | ✓ |

Commentaire :




Les portes vitrées présentes au rez-de-chaussée permettant un accès au bâtiment et à la terrasse semblent récentes et sont en bon état. La porte d'entrée (porte coulissante), semble d'époque et présente des défauts tant au niveau de l'étanchéité que de la performance.

Les portes métalliques pleines donnant sur les circulations semblent récentes et sont en bon état. Enfin, les portes métalliques des locaux techniques (local CTA, local poubelles) présentent quant à elles des signes de vétusté ainsi que des défauts d'étanchéité à l'air.

Photos complémentaires :




7.4.7 Étanchéité à l'air des ouvrants


| Photo | Localisation | Commentaire | Performance | État |
|---|--|--|-------------|------|
|  | Rez-de-chaussée et 1er étage (façade rideau) | Présence de joints d'étanchéité sur l'ensemble du pourtour des menuiseries, mais ces derniers montrent des signes de vieillissement, ce qui entraîne des défauts d'étanchéité des vitrages. | ≈ | ≈ |
|  | Menuiseries (R+2, R+3, R+3, R+4, R+5) | Présence de joints d'étanchéité sur l'ensemble du pourtour des menuiseries et bonne compression de ceux-ci. | ✓ | ✓ |
|  | Portes de secours | Présence de joints d'étanchéité sur l'ensemble du pourtour des menuiseries mais mauvaise compression de ceux-ci. De plus, des jours entre l'ouvrant et le dormant et entre les deux vantaux de la portes peuvent être constatés. | ✗ | ✗ |

7.5 État des lieux détaillé des systèmes

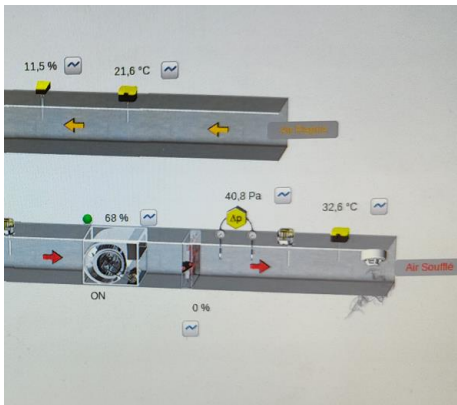
7.5.1 Chauffage/refroidissement

7.5.1.1 Production de chauffage et de refroidissement


| Production 1 | | |
|---|----------------------------|--|
|  | Photo | |
| | Système | Pompe à chaleur Air/Eau |
| | Marque/modèle | Lennox - NAH 380 DNM4M |
| | Mode de production | Chauffage et refroidissement |
| | Régulation | En fonction de la température extérieure |
| | Programmation | Hebdomadaire (GTC) |
| | Puissance nominale (Ch/Fr) | 404,50 kW / 360,90 kW |
| | COP/EER nominal | 3,04 / 2,71 |
| | Année | 2011 |
| | Localisation | Performance |
| Toiture terrasse R+6. | ✓ | ≈ |
| Commentaire : | | |
| La pompe à chaleur assure la production de chauffage et de refroidissement de l'ensemble du bâtiment, en alimentant les batteries à eau des centrales de traitement d'air. De plus, le système actuel présente de nombreux dysfonctionnements, sources d'inconforts pour les usagers. | | |

| Production 2 | | | |
|---|--|---------------------|------|
| Photo | Système | Panneaux rayonnants | |
|  | Marque/modèle | Atlantic - Tatou P | |
| | Mode de production | Chauffage | |
| | Programmation | Thermostat intégré | |
| | Puissance nominale (Ch) | 1,5 kW (x3) | |
| | Localisation | Performance | État |
| | R+2, R+3 et R+4 du phare | ≈ | ≈ |
| | Commentaire : | | |
| | Les convecteurs électriques assurent le chauffage des 3 pièces du phare. | | |


Production 3

| Photo | Système | Batteries électriques | |
|--|---|-----------------------|------|
|  | Mode de production | Chauffage | |
| | Programmation | Hebdomadaire | |
| | Puissance totale installée | 442 kW | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Intégrées au CTAs | ✗ | ≈ |
| | Commentaire : | | |
| | Les batteries électriques, intégrées aux centrales de traitement de l'air, assurent le chauffage de l'air neuf en complément de la pompe à chaleur. Ces dernières sont pilotées par la GTC. Celles-ci sont programmées pour fonctionner uniquement lorsque la température extérieure est inférieure à 5 °C. | | |


Production 4

| Photo | Système | Groupe d'eau glacée | |
|--|--|--|------|
|  | Marque/modèle | Lennox – EAC025ISM4H N | |
| | Mode de production | Refroidissement | |
| | Régulation | En fonction de la température intérieure | |
| | Puissance nominale (Fr) | 22,1 kW | |
| | EER nominal | 2,90 | |
| | Année | 2013 | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Toiture terrasse R+6. | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Le groupe d'eau glacée assure la production de refroidissement de la salle serveur du R+2. | | |

Production 5


| Photo | Système | PAC air/air | |
|--|---|--|------|
|  | Marque/modèle | Mitsubishi – PUAZ ZRP 35 VKA 2 | |
| | Mode de production | Refroidissement | |
| | Régulation | En fonction de la température intérieure | |
| | Puissance nominale (Fr) | 3,6 kW | |
| | EER nominal | 3,83 | |
| | Année | 2020 | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Toiture terrasse R+6. | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Cette pompe à chaleur air/air assure le refroidissement de la salle serveur du R+5. | | |

Production 6




| Photo | Système | PAC air/air | |
|--|--|--|------|
|  | Marque/modèle | Hitachi – RAC 35 WEC (x2) | |
| | Mode de production | Refroidissement | |
| | Régulation | En fonction de la température intérieure | |
| | Puissance nominale (Fr) | 3,5 kW (x2) | |
| | EER nominal | 3,72 | |
| | Année | 2015 | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Rez-de-chaussée (façade sud) | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Ces pompes à chaleur air/air assurent le refroidissement de la salle serveur du R+1. | | |

7.5.1.2 Calorifugeage des réseaux hors volume chauffé


Chaudière 1

| Photo | Calorifugeage des réseaux hydrauliques | |
|--|--|--|
|  | Type d'isolation | Laine minérale (revêtement tôle isoxal) |
| | Classe d'isolation | ≥ Classe 4 |
| | Performance | État |
| | ✓ | ✓ |
| | Présence de coque d'isolation sur les points singuliers | |
| | Circulateur | Non |
| | Vanne et robinetterie | Non |
| | Performance | État |
| | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Le réseau hydraulique de la pompe à chaleur est calorifugé en chaudière (combles perdus) et en extérieur. Cependant, les points singuliers ne sont pas équipés de coque d'isolation. | |

Photos complémentaires :


| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
|---|---|---|

Chaudière 2


| Photo | Calorifugeage des réseaux hydrauliques | |
|--|---|--|
|  | Type d'isolation | Laine minérale (revêtement tôle isoxal) |
| | Classe d'isolation | ≥ Classe 4 |
| | Performance | État |
| | ✓ | ✓ |
| | Circulateur | / |
| | Vanne et robinetterie | Non |
| | Performance | État |
| | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Le réseau du groupe d'eau glacée est calorifugé en chaudière (combles perdus) et en extérieur par des de la laine minérale et de la tôle isoxal. Cependant, les points singuliers ne sont pas équipés de coque d'isolation. | |

7.5.1.3 Distribution et régulation hydraulique


Circuit 1

| Photo | Circulateurs | |
|--|--|--|
|  | Circuit hydraulique | CTAs |
| | Marque/modèle | Emmerson - LSES 160 LUR |
| | Technologie circulateur | Vitesse variable |
| | Régulation | |
| | Actionneur de régulation | Circulateur (circuit direct) |
| | Régulation | En fonction de la température extérieure |
| | Programmation | Hebdomadaire |
| | Performance | État |
| | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Le circulateur assure la distribution d'eau chaude/glacée dans les différentes batteries hydrauliques des quatre centrales de traitement d'air double flux, mais également des centrales simple flux présentes au rez-de-chaussée. | |

7.5.1.4 Emission de chauffage

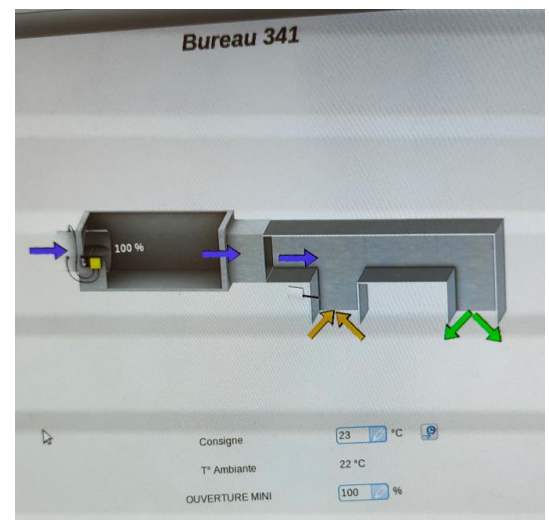
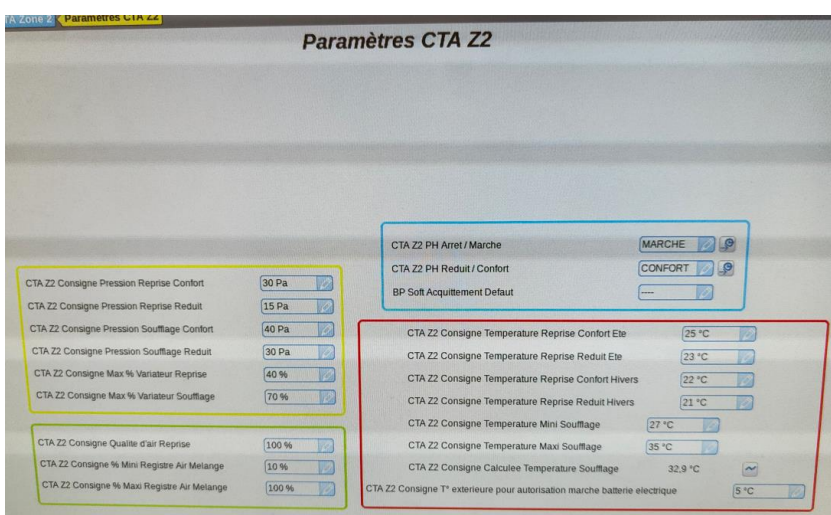
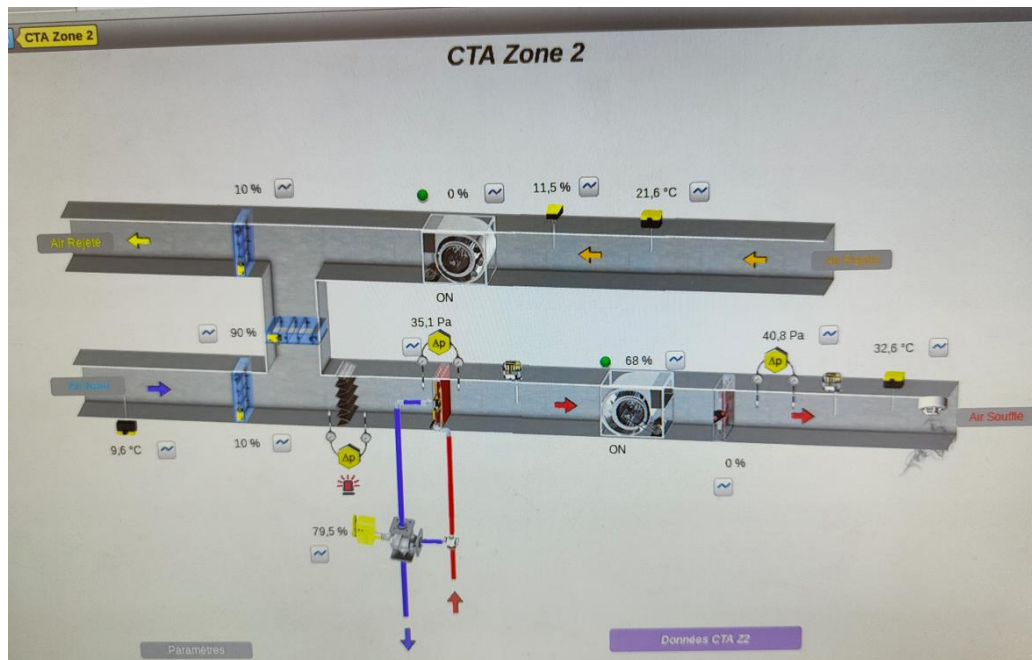
| Émission 1 | | | |
|---|----------------------|---|------|
| Photo | Type d'émetteur | Ventilo-convecteurs | |
|  | Marque/modèle | Spirec – varilair + diffuseurs à fentes | |
| | Mode d'émission | Chauffage et refroidissement | |
| | Régulation terminale | Thermostat d'ambiance | |
| | Année | 2001 | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Bureaux | ≈ | × |
| | Commentaire : | | |
| Le chauffage et le refroidissement du bâtiment sont effectués par diffusion d'air en provenance des différentes centrales de traitement d'air. La régulation est effectuée pièce par pièce grâce à des modules "Varilair", qui ajustent le débit d'air soufflé en fonction des besoins spécifiques de chaque local. Des thermostats d'ambiance sont installés dans chaque pièce pour paramétrer ces besoins de manière précise et individuelle. | | | |

7.5.1.5 Gestion technique centralisée (GTC)

| GTC | | | |
|--|---|---|------|
| Photo | Marque/modèle | Sauter – ModuWeb 500 | |
|  | Usages pris en compte | Chauffage – refroidissement – ventilation | |
| | Appareils connectés | Centrales de traitement d'air et varilair | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Rez-de-chaussée | ✓ | ≈ |
| | Commentaire : | | |
| | Une GTC est mise en place sur ce bâtiment et permet le suivi et le pilotage des systèmes de chauffage et de refroidissement intégrés aux centrales de traitement d'air. Les différents extracteurs d'air ne sont pas reliés à ce système. Des dysfonctionnements sont également observables sur l'interface, et peuvent être à l'origine de dysfonctionnements (température mesurée différente de la température réelle). | | |




Photos complémentaires :






7.5.2 Eau chaude sanitaire

| Eau chaude sanitaire 1 | | | |
|---|------------------------------|--------------------------|------|
| Photo | Système | Chauffe-eau électrique | |
|  | Marque/modèle système | Atlantic | |
| | Puissance | 1,20 kW | |
| | Type d'ECS | Accumulation | |
| | Marque/modèle stockage | Atlantic - Chauffeo 100 | |
| | Volume stockage | 100 L (x3) | |
| | Programmation | Absence de programmation | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Local ménage RdC, R+1 et R+2 | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| Les chauffe-eaux électriques assurent la production d'eau chaude pour les sanitaires des divers étages. | | | |






| Eau chaude sanitaire 2 | | | |
|---|------------------------------|--------------------------|------|
| Photo | Système | Chauffe-eau électrique | |
|  | Marque/modèle système | Atlantic | |
| | Puissance | 1,20 kW | |
| | Type d'ECS | Accumulation | |
| | Marque/modèle stockage | Atlantic - Chauffeo 50 | |
| | Volume stockage | 50 L (x3) | |
| | Programmation | Absence de programmation | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Local ménage R+3, R+4 et R+5 | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| Les chauffe-eaux électriques assurent la production d'eau chaude pour les sanitaires des divers étages. | | | |











| Eau chaude sanitaire 3 | | | |
|---|---|--------------------------|------|
| Photo | Système | Chauffe-eau électrique | |
|  | Marque/modèle système | Atlantic | |
| | Puissance | 1,60 kW | |
| | Type d'ECS | Accumulation | |
| | Marque/modèle stockage | Atlantic - Chauffeo 150 | |
| | Volume stockage | 150 L | |
| | Programmation | Absence de programmation | |
| | Localisation | Performance | État |
| | Douche R+4 | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | | |
| | Le chauffe-eau assure la production d'eau chaude des sanitaires du quatrième étage. Contrairement aux autres sanitaires du bâtiment, ceux-ci sont équipés d'une douche. | | |



7.5.3 Éclairage

7.5.3.1 Éclairage des locaux

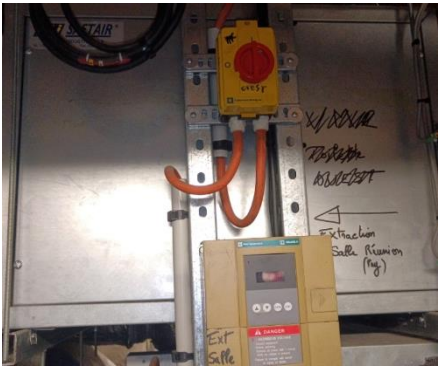

| Photo | Technologie d'éclairage | Type de luminaires | Type de montage | Nombre | Localisation | Performance | État |
|--|-------------------------|--------------------|-----------------|--------|---|-------------|------|
|  | Fluorescent | Ampoule | Encastré | 134 | Bureaux, circulations | ≈ | ✓ |
|  | Fluorescent | Réglette | Applique | 24 | Bureaux | ≈ | ✗ |
|  | Fluorescent | Plafonnier | Encastré | 121 | Circulations, sanitaires, salles de réunion | ≈ | ✓ |
|  | Incandescent | Ampoule | Encastré | 9 | Bureaux et sanitaires | ✗ | ≈ |
|  | LED | Réglette | Libre | 115 | Stockage et circulations (garages) | ✓ | ✓ |

| | | | | | | | |
|--|-----|----------|----------|-----|--|---|---|
|  | LED | Applique | Libre | 72 | Circulations | ✓ | ✓ |
|  | LED | Spot | Encastré | 327 | Stockage, circulations et sanitaires | ✓ | ✓ |
|  | LED | Dalle | Encastré | 303 | Bureaux, stockages, sanitaires et circulations | ✓ | ✓ |
| Commentaire : | | | | | | | |
| Un relamping du bâtiment a été réalisé, mais certains luminaires n'ont à ce jour pas été remplacé. De plus, les luminaires en applique fluocompactes présents dans les bureaux présentent des taux d'éclairement et une efficacité lumineuse (lm/W) très faible. | | | | | | | |





7.5.4 Ventilation

7.5.4.1 Extracteur


| Extracteur 1 | | |
|--|--|------------------------------|
| Photo | Système | Extracteur (simple flux) |
|  | Marque/modèle | Saftair - CT10/7 |
| | Localisation / Zone traitée | Salle de réunion (salle Puy) |
| | Puissance nominale (ventilateur) | 750 W |
| | Programmation | Absence de programmation |
| | Année | 2001 |
| | Performance | État |
| | ✗ | ✓ |
|  | Type de bouches | |
| | Extraction | Grilles de reprise perforées |
| | Performance | État |
| | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Ce système assure l'extraction d'air vicié de la salle de réunion du rez-de-chaussée (salle Puy). Ce dernier n'est pas relié à la GTC. | |




Extracteur 2

| Photo | Système | Extracteur (simple flux) |
|--|--|--------------------------|
|  | Marque/modèle | Saftair - CT20/12 |
| | Localisation / Zone traitée | Sanitaires |
| | Puissance nominale (ventilateur) | 1500 W |
| | Programmation | Absence de programmation |
| | Année | 2001 |
| | Performance | État |
| | × | ✓ |
|  | Type de bouches | |
| | Extraction | Bouches fixes |
| | Performance | État |
| | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Ce système assure le l'extraction d'air de l'ensemble des sanitaires du bâtiment. Ce dernier n'est pas relié à la GTC. | |


Extracteur 3

| Photo | Système | Extracteur (simple flux) |
|--|--|--------------------------|
|  | Marque/modèle | Saftair - VG 250 |
| | Localisation / Zone traitée | Local poubelles (RDC) |
| | Puissance nominale (ventilateur) | 170 W |
| | Programmation | Absence de programmation |
| | Année | 2001 |
| | Performance | État |
| | × | ≈ |
| | Commentaire : | |
| | Cet extracteur assure le renouvellement d'air du local poubelles du RDC. | |




Extracteur 4

| Photo | Système | Extracteur (simple flux) (x7) |
|--|--|-------------------------------|
|  | Marque/modèle | Saftair - AQA61-315 |
| | Localisation / Zone traitée | Locaux archives (R-1 et R-2) |
| | Puissance nominale (ventilateur) | 41 W (x7) |
| | Programmation | Absence de programmation |
| | Année | 2001 |
| | Performance | État |
| | × | ≈ |
| | Commentaire : | |
| | Ces extracteurs permettent le renouvellement d'air du local poubelles du R-1., ainsi que le renouvellement d'air des locaux des archives (R-1 et R-2). | |




Extracteur 5

| Photo | Système | Extracteur de désenfumage (simple flux) (x4) |
|--|---|--|
|  | Marque/modèle | Saftair - DOF 450 |
| | Localisation / Zone traitée | Combles - traitement des bureaux (zones 1 à 4) |
| | Puissance nominale (ventilateur) | 22 kW (x4) |
| | Programmation | Au déclenchement de l'alarme incendie |
| | Performance | État |
| | ≈ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Ces systèmes assurent la fonction de désenfumage du bâtiment lors d'alarme incendie., ou autres accidents. En raison de leur très faible utilisation, ces derniers n'ont pas été modélisés. | |



7.5.4.2 Centrale de traitement d'air

| Centrale de traitement d'air 1 | | |
|--|---|--|
|  | Photo | |
| | Système | CTA (double flux) (x2) |
| | Marque/modèle | Wesper - Wespaclim 125 |
| | Type | Avec recyclage partiel |
| | Traitement d'air | Filtration / Apport d'air neuf / Chauffage / Refroidissement |
| | Échangeur | Absence d'échangeur |
| | Localisation / Zone traitée | Combles- traitement des bureaux (zone 1 et 4) |
| | Puissance nominale (ventilateur) | 7 500 W (x4) (2 ventilateurs par CTA) |
| | Type de batterie | Batterie à eau |
| | Puissance batterie | 135 kW |
| | Programmation | Hebdomadaire |
| | Année | 2001 |
| | Performance | État |
| | ≈ | ✓ |
|   | Type de bouches | |
| | Reprise | Soufflage |
| | Grilles de reprise perforées | Diffuseur à fentes |
| | Performance | État |
| | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Ces centrales de traitement d'air assurent le renouvellement d'air ainsi que le chauffage et le refroidissement des locaux. Le réseau de distribution présente des dysfonctionnements, créant des inconforts. | |



Centrale de traitement d'air 2

| Photo | Système | |
|--|---|------------------------------------|
|  | CTA (double flux) (x2) | |
| | Marque/modèle | |
| | Wesper - Wespaclim 125 | |
| | Type | |
| | Avec recyclage partiel | |
| | Traitement d'air | |
| | Filtration / Apport d'air neuf / Chauffage / Refroidissement | |
| | Échangeur | |
| | Absence d'échangeur | |
| | Localisation / Zone traitée | |
| | Combles- traitement des bureaux (zone 2 et 3) | |
| | Puissance nominale (ventilateur) | |
| | 7 500 W (x4) (2 ventilateurs par CTA) | |
| | Type de batterie | Batterie à eau Batterie électrique |
|   | Puissance batterie | 123 kW 73,5 kW |
| | Programmation | |
| | Hebdomadaire | |
| | Année | |
| | 2001 | |
| | Performance | |
| | État | |
| | ≈ | |
| | ✓ | |
| | Type de bouches | |
| | Reprise | Soufflage |
| | Grilles de reprise perforées | Diffuseur à fentes |
| | Performance | État |
| | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Ces centrales de traitement d'air assurent le renouvellement d'air ainsi que le chauffage et le refroidissement des locaux. Le réseau de distribution présente des dysfonctionnements, créant des inconforts. | |

Centrale de traitement d'air 3







| Photo | Système | | CTA (simple flux - soufflage) | |
|--|--|--------------------|----------------------------------|---------------------|
|  | Marque/modèle | | Wesper - Wespaclim 71 | |
| | Localisation / Zone traitée | | Rez-de-chaussée (Salle Limagnes) | |
| | Puissance nominale (ventilateur) | | 1500 W | |
| | Type de batterie | | Batterie à eau | Batterie électrique |
| | Puissance batterie | | 50,8 kW | 60 kW |
| | Programmation | | Hebdomadaire | |
| | Année | | 2001 | |
| | Performance | | État | |
| | ✗ | | ✓ | |
| |  | Type de bouches | | |
| Soufflage | | Diffuseur à fentes | | |
| Performance | | État | | |
| ✓ | | ✓ | | |
| Commentaire : | | | | |
| Cette centrale de traitement d'air assure l'apport d'air neuf ainsi que le chauffage et le refroidissement de la salle de réunion Limagnes du rez-de-chaussée. Le réseau de distribution présente des dysfonctionnements, créant des inconforts. | | | | |

Centrale de traitement d'air 4

| Photo | Système | CTA (simple flux - soufflage) |
|--|---|-------------------------------|
|  | Marque/modèle | Wesper Wespacлим 35 |
| | Localisation / Zone traitée | Rez-de-chaussée (Salle Puy) |
| | Puissance nominale (ventilateur) | 1500 W |
| | Type de batterie | Batterie à eau |
| | Puissance batterie | 18 kW |
| | Programmation | Hebdomadaire |
| | Année | 2001 |
| | Performance | État |
| | × | ✓ |
| | Type de bouches | |
|  | Soufflage | Diffuseur circulaire |
| | Performance | État |
| | ✓ | ✓ |
| | Commentaire : | |
| | Cette centrale de traitement d'air assure l'apport d'air neuf ainsi que le chauffage et le refroidissement de la salle de réunion Puy du rez-de-chaussée. Le réseau de distribution présente des dysfonctionnements, créant des inconforts. | |










7.5.5 Équipements liés à l'usage

| Photo | Équipement | Nombre | Énergie |
|---|--------------------------|--------|-------------|
|  | Écrans | 292 | Électricité |
|  | Ordinateurs (PC fixe) | 4 | Électricité |
|  | Ordinateur (PC portable) | 152 | Électricité |
|  | Télévisions | 8 | Électricité |
|  | Vidéoprojecteurs | 5 | Électricité |
|  | Imprimantes | 11 | Électricité |
| / | Switchs | 36 | Électricité |





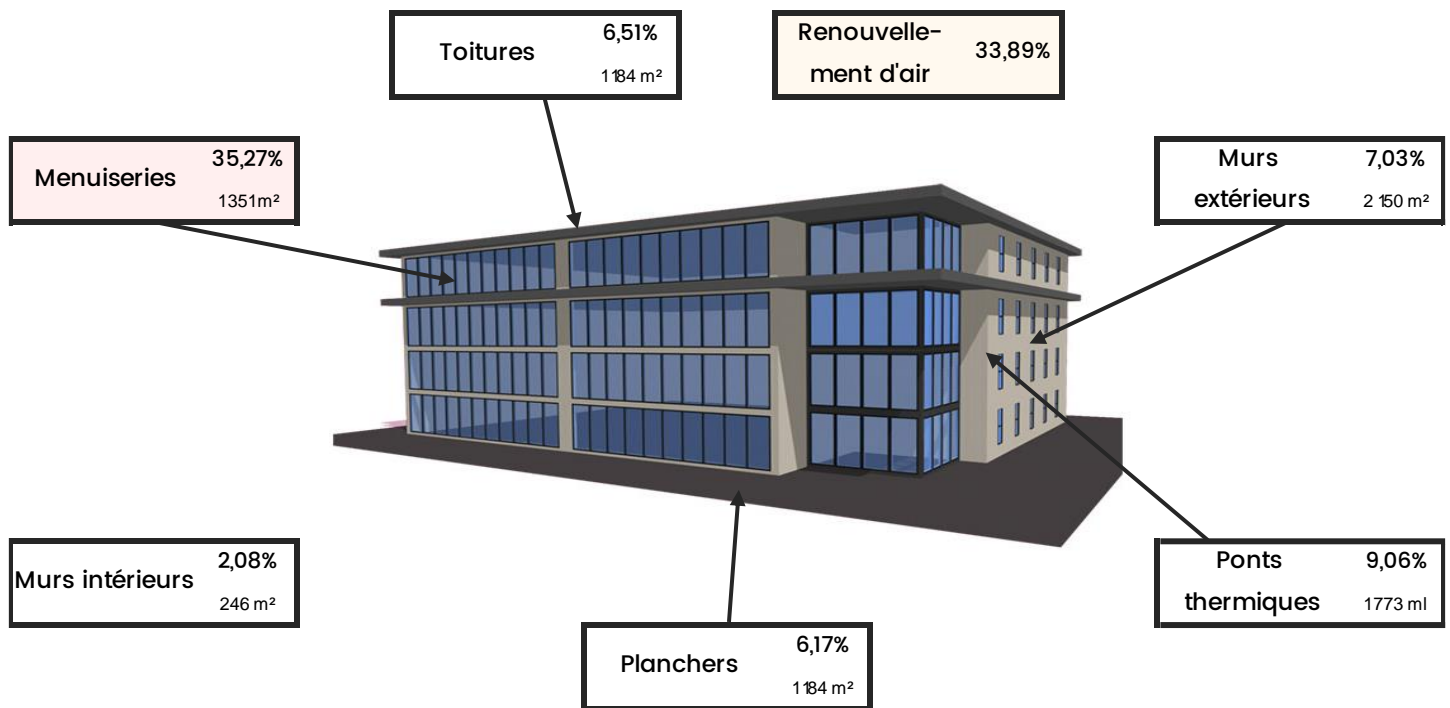
| | | | |
|---|--------------------------|---|-------------|
| / | Serveurs | 9 | Électricité |
|  | Micro-ondes | 6 | Électricité |
|  | Machines à café | 5 | Électricité |
|  | Frigo-congélateur | 6 | Électricité |
|  | Distributeur automatique | 2 | Électricité |
|  | Fontaine à eau | 1 | Électricité |
|  | Lave-vaisselle | 1 | Électricité |
|  | Ascenseurs | 3 | Électricité |



7.6 Analyse du confort d'été

| | Forces (strengths) | Faiblesses (weaknesses) |
|---|---|--|
| | <p>Actuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bâtiment à forte compacité - Possibilité de réaliser une sur-ventilation nocturne (free cooling) en période estivale - Façades est et ouest très faiblement exposées (masques solaires importants) - Présence d'éclairage LED (faible chaleur dissipée) - Présence de brise-soleil orientables (façade sud) | <ul style="list-style-type: none"> - Surfaces vitrées importantes au sud - Présence de menuiseries à fort facteur solaire (menuiseries d'origines) - Isolation des toitures et parois verticales par un isolant à faible déphasage thermique - Bâtiment accueillant une activité à fort apports internes (bureautique) |
| | Opportunités (opportunities) | Menaces (threats) |
| | <p>Futures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'une sur-isolation en plénum (R+5) en matériaux à fort déphasage thermique - Mise en place de menuiseries à faible facteur solaire - Mise en place de systèmes de ventilation équipés de récupérateur d'énergie | <ul style="list-style-type: none"> - Infaisabilité de l'isolation par l'extérieur (bâtiment en périmètre de protection ABF) |
| Commentaire : | | |
| <p>La configuration architecturale et l'orientation du bâtiment lui confèrent un confort estival insatisfaisant. Néanmoins, l'installation de brise-soleil orientables a permis de grandement améliorer le confort des usagers, ainsi que de diminuer les consommations et la dépendances à la climatisation.</p> | | |

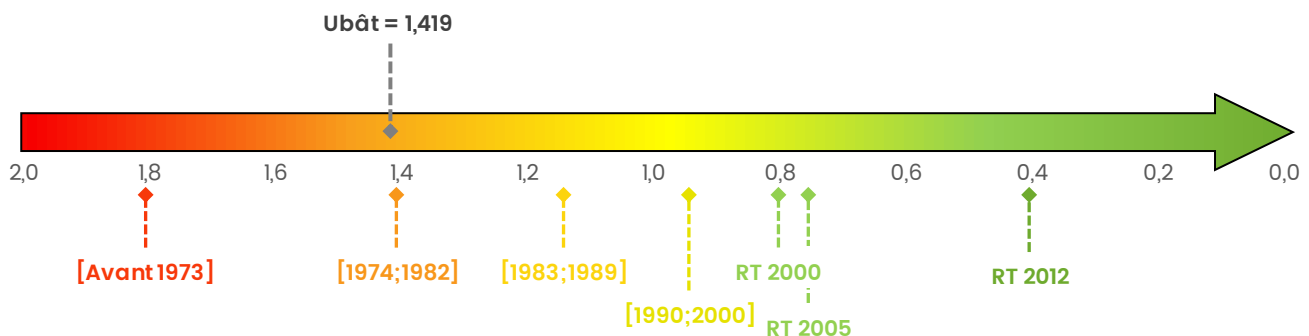
7.7 Déperditions du bâtiment



Les déperditions du bâtiment sont de 323 kW.

Les déperditions du bâtiment sont calculées pour la température extérieure de base du site conformément à la NF EN 12831.

Le coefficient « Ubât » représente la performance énergétique de l'enveloppe d'un bâtiment en mesurant les déperditions thermiques (à l'exclusion du renouvellement d'air) pour un écart de 1 degré Celsius entre l'intérieur et l'extérieur par m² de surfaces déperditives (exprimé en $W/m^2SD.^{\circ}C$). Cet indicateur offre la possibilité de comparer l'efficacité énergétique du bâtiment avec celle de constructions conventionnelles d'autres époques ou conformément aux différentes réglementations thermiques.

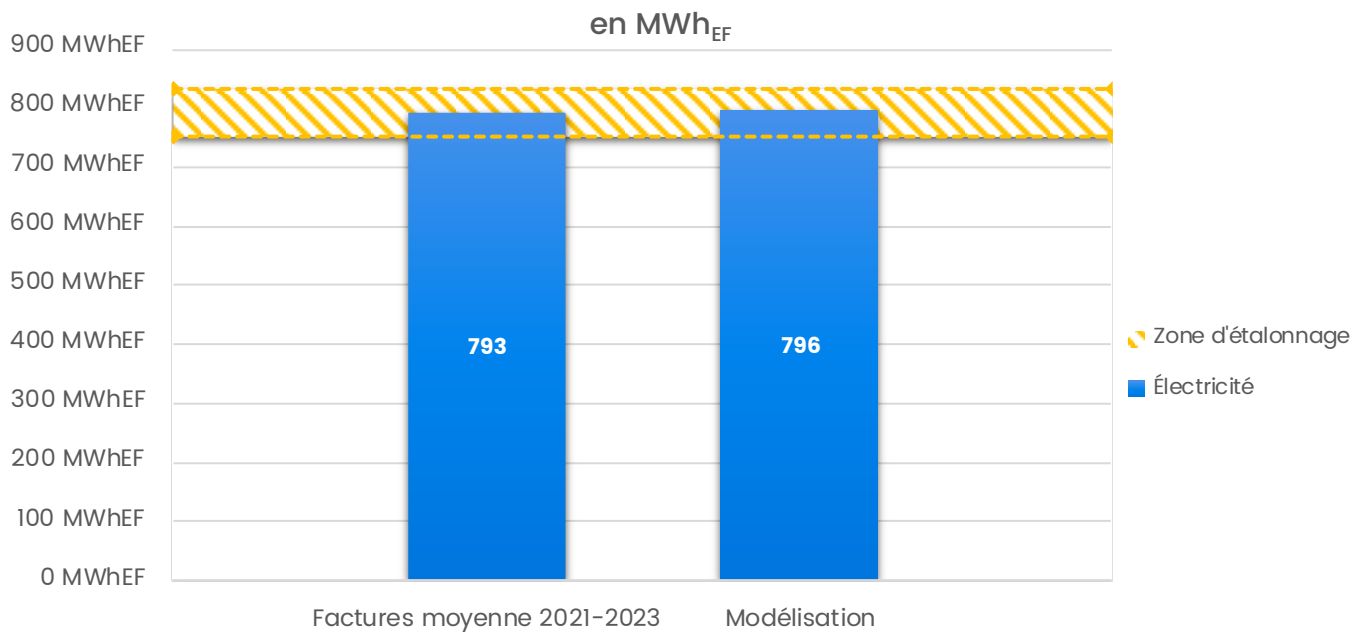




8 RÉSULTATS DE L'ÉTAT INITIAL

8.1 Calibrage du modèle

Calibrage du modèle



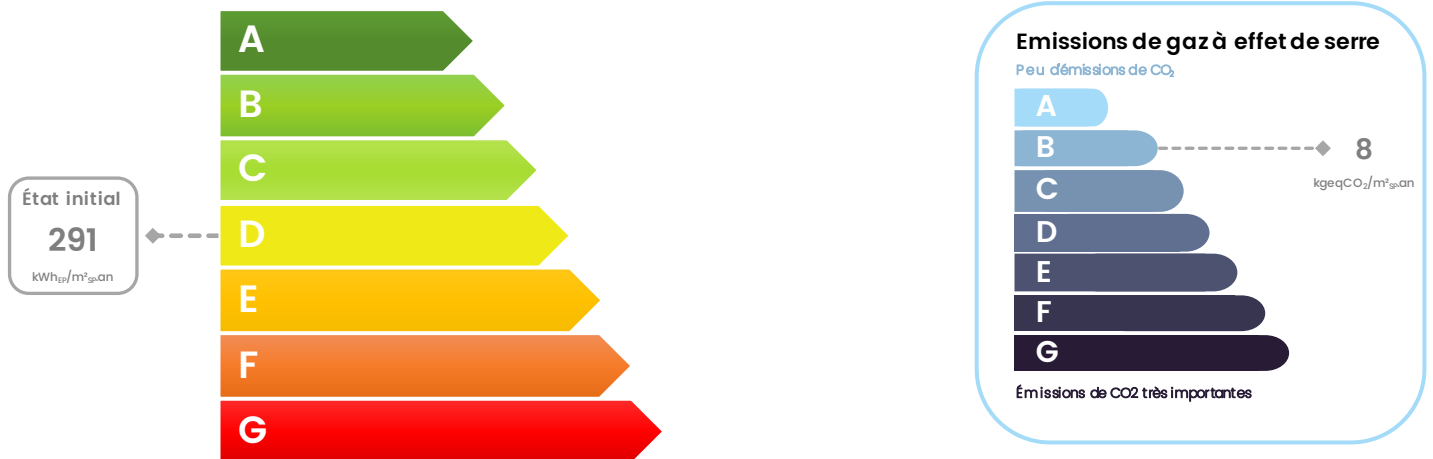
| Énergie | Factures (moyenne 2021-2023) [MWh _{EF}] | Modélisation [MWh _{EF}] | Écart [%] |
|-------------|---|--------------------------------------|--------------|
| Électricité | 793 | 796 | -0,3% |

Afin de se rapprocher au mieux des conditions réelles, Efficiencies veille à ce que la différence entre les consommations des factures énergétiques et la modélisation informatique ne dépasse pas 5 % pour chaque type d'énergie présente sur le site. Cette approche garantit la cohérence entre les données factuelles et la représentation informatique, contribuant ainsi à proposer des plans de travaux pertinents.





8.2 Consommations du site



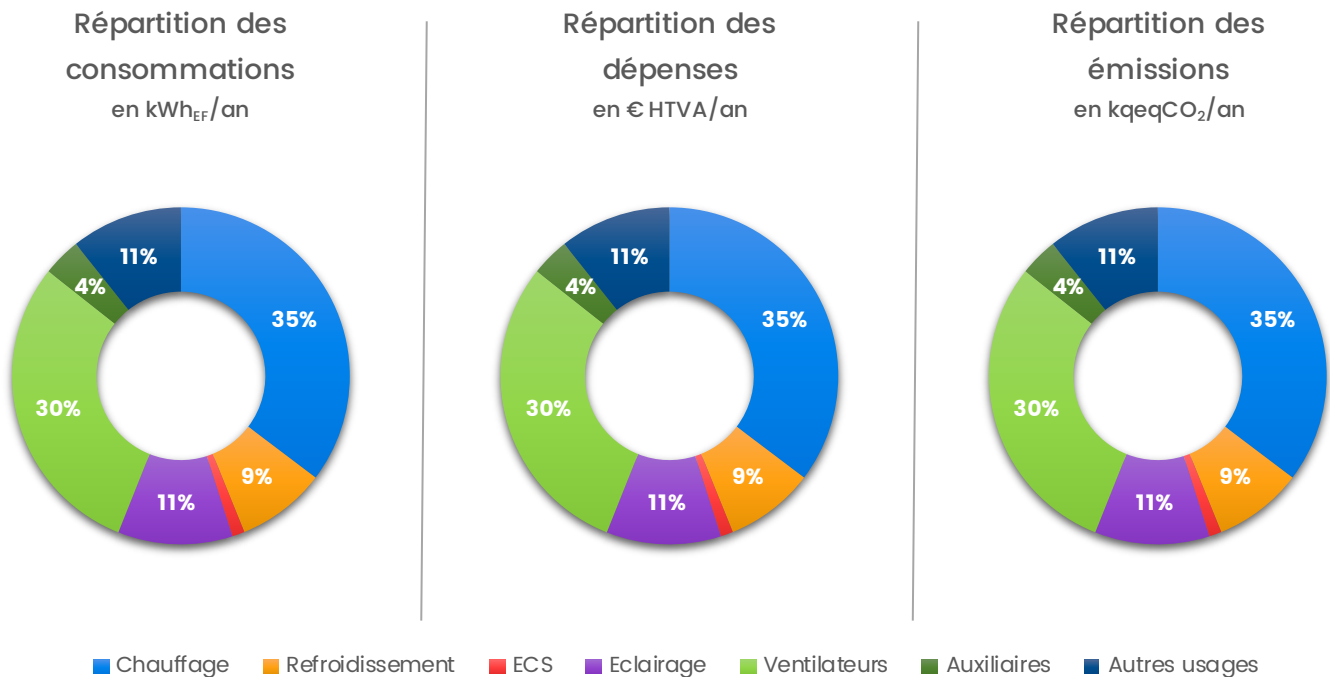
Calculs effectués selon la méthode de calcul STSm sous 5 usages (chauffage, refroidissement, ECS, éclairage, auxiliaires) et en additionnant les consommations des usages spécifiques (prises de courants, électroménager, informatique, etc.) selon la surface de plancher.

| Usages | Énergie | Consommations énergétiques | | Dépenses énergétiques | Émissions de G.E.S |
|----------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | kWh _{EF} /an | kWh _{EP} /an | € HTVA/an | kgeqCO ₂ /an |
| Chauffage | Électricité | 280 982 | 646 258 | 53 864 | 17 983 |
| Climatisation | Électricité | 68 083 | 156 590 | 13 051 | 4 357 |
| Eau chaude sanitaire | Électricité | 9 447 | 21 728 | 1 811 | 605 |
| Eclairage | Électricité | 87 409 | 201 041 | 16 756 | 5 594 |
| Ventilateurs | Électricité | 235 622 | 541 931 | 45 169 | 15 080 |
| Auxiliaires | Électricité | 29 106 | 66 944 | 5 580 | 1 863 |
| Usages spécifiques | Électricité | 85 002 | 195 505 | 16 295 | 5 440 |
| Total | | 710 649 | 1 634 492 | 152 526 | 45 482 |



8.2.1 Répartition selon les usages

Les graphiques ci-dessous représentent les résultats de l'état initial selon l'usage :



Le bâtiment étudié n'étant alimenté que par une seule source d'énergie (électricité), la répartition des consommations, des dépenses ainsi que des émissions de gaz à effet de serre est identique.

8.3 Préconisations

8.3.1 Préconisation d'amélioration de l'enveloppe

P1

Isolation du plancher bas en contact avec le garage

P1 : Isolation plancher bas (garage)

Description de la solution



L'isolation des planchers est fréquemment négligée. Pourtant, lorsque les murs et les toitures sont isolés, le plancher devient la principale source de déperditions thermiques du bâtiment. Il devient donc impératif de l'isoler de manière efficace. L'isolation en sous-face de plancher consiste à appliquer des panneaux isolants sur la partie inférieure du plancher, assurant ainsi une performance thermique optimale sur l'ensemble de sa surface.

P1 : Isolation plancher bas (garage)

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



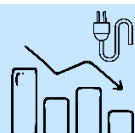
Coût estimatif des travaux

44 861 €HT
7,1 €HT/m²SP



Montant de CEE

17 372 €
2,8 €/m²SP



Gains en énergie finale

12 330 kWhEF/an
2,0 kWhEF/m²SP.an



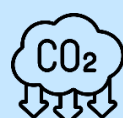
Gains en énergie primaire

28 359 kWhEP/an
4,5 kWhEP/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

2 364 €HTVA
0,4 €HTVA/m²SP



Réduction des émissions CO₂

789 kgeqCO₂
0,1 kgeqCO₂/m²SP.an



Rentabilité

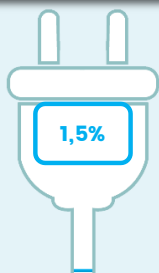
275 kWhEF/k€ investi



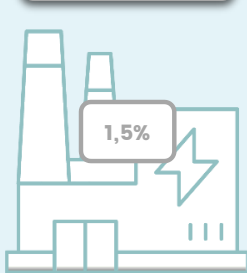
Temps de retour sur investissement

11 ans

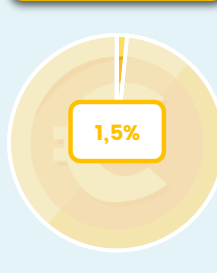
**ÉCONOMIES EN
ÉNERGIE FINALE**



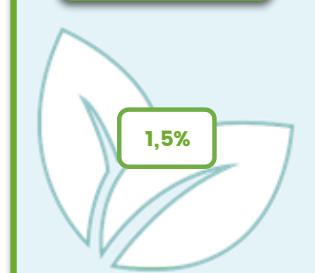
**ÉCONOMIES EN
ÉNERGIE PRIMAIRE**



**ÉCONOMIES
FINANCIÈRES**



**RÉDUCTION DES
ÉMISSIONS DE G.E.S**





| P1 : Isolation plancher bas (garage) | Descriptif technique de la solution |
|--------------------------------------|--|
| Parois à isoler | Plancher bas en contact avec le garage |
| Surface approximative à isoler [m²] | 928 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 3 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de roche ($\lambda = 0,035$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 115 mm |
| Confort d'été | Performance moyenne |

| P1 : Isolation plancher bas (garage) | Commentaires |
|--------------------------------------|--------------|
|--------------------------------------|--------------|

La préconisation porte sur le remplacement de l'isolation existante (20 mm), par une isolation plus performante (115 mm).

| P1 : Isolation plancher bas (garage) | Description de la mise en œuvre |
|--------------------------------------|---------------------------------|
|--------------------------------------|---------------------------------|

La mise en œuvre d'une isolation du plancher en sous face s'articule autour de plusieurs phases, détaillées comme suit :

- Étape 1 : Vérifier l'état du plancher et faire redescendre les luminaires si besoin.
- Étape 2 : Fixer les panneaux aux plafonds en commençant dans un angle perpendiculairement aux poutrelles hourdis.
- Étape 3 : Serrer les chevilles sans compresser la laine et sans percer les poutrelles.
- Étape 4 : Penser à traiter les obstacles en prenant les côtes de ces derniers et en les reportant sur les panneaux. Puis découper les morceaux d'isolants adéquats.
- Étape 5 : Pose de l'adhésif de finition

La durée de cette mise en œuvre peut varier de quelques jours à quelques semaines, selon la complexité et la surface de plancher à isoler.





P1 : Isolation plancher bas (garage)

Conseil de mise en œuvre



Pour limiter les ponts thermiques, il est conseillé de positionner des chutes de laine au-dessus des tuyaux en contact avec le plancher.



Des attentions doivent être portées lors du traitement des points singuliers tels que retombées de poutres, rives de plancher, trémies, pénétrations diverses, etc.

P1 : Isolation plancher bas (garage)

Travaux induits



Il sera nécessaire de faire appel à un électricien en cas d'abaissement des luminaires.



P2

Isolation des planchers en contact avec l'extérieur (décrochés)

P2 : Isolation planchers extérieurs (décrochés)

Description de la solution



L'isolation des planchers est fréquemment négligée. Pourtant, lorsque les murs et les toitures sont isolés, le plancher devient la principale source de déperditions thermiques du bâtiment. Il devient donc impératif de l'isoler de manière efficace. L'isolation en sous-face de plancher consiste à appliquer des panneaux isolants sur la partie inférieure du plancher, assurant ainsi une performance thermique optimale sur l'ensemble de sa surface.

P2 : Isolation planchers extérieurs (décrochés)

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



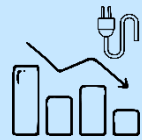
Coût estimatif des travaux

11 457 €HT
1,8 €HT/m²SP



Montant de CEE

4 437 €
0,7 €/m²SP



Gains en énergie finale

1 924 kWhEF/an
0,3 kWhEF/m²SP.an



Gains en énergie primaire

4 425 kWhEP/an
0,7 kWhEP/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

369 €HTVA
0,1 €HTVA/m²SP



Réduction des émissions CO₂

123 kgeqCO₂
0,0 kgeqCO₂/m²SP.an



Rentabilité

168 kWhEF/k€ investi



Temps de retour sur investissement

19 ans

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE

0,2%

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE

0,2%

ÉCONOMIES FINANCIÈRES

0,2%

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S

0,2%



P2 : Isolation planchers extérieurs (décrochés)

Descriptif technique de la solution

| | |
|-------------------------------------|--|
| Parois à isoler | Plancher bas en contact avec l'extérieur (décrochés) |
| Surface approximative à isoler [m²] | 237 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 3 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de roche ($\lambda = 0,035$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 115 mm |
| Confort d'été | Performance moyenne |

P2 : Isolation planchers extérieurs (décrochés)

Commentaires

La préconisation porte sur la sur-isolation des planchers bas en contact avec l'extérieur au niveau des décrochés.

P2 : Isolation planchers extérieurs (décrochés)

Description de la mise en œuvre

La mise en œuvre d'une isolation du plancher en sous face s'articule autour de plusieurs phases, détaillées comme suit :

- Étape 1 : Vérifier l'état du plancher et faire redescendre les luminaires si besoin.
- Étape 2 : Fixer les panneaux aux plafonds en commençant dans un angle perpendiculairement aux poutrelles hourdis.
- Étape 3 : Serrer les chevilles sans compresser la laine et sans percer les poutrelles.
- Étape 4 : Penser à traiter les obstacles en prenant les côtes de ces derniers et en les reportant sur les panneaux. Puis découper les morceaux d'isolants adéquats.
- Étape 5 : Pose de l'adhésif de finition

La durée de cette mise en œuvre peut varier de quelques jours à quelques semaines, selon la complexité et la surface de plancher à isoler.





P2 : Isolation planchers extérieurs (décrochés)

Conseil de mise en œuvre



Pour limiter les ponts thermiques, il est conseillé de positionner des chutes de laine au-dessus des tuyaux en contact avec le plancher.



Des attentions doivent être portées lors du traitement des points singuliers tels que retombées de poutres, rives de plancher, trémies, pénétrations diverses, etc.

P2 : Isolation planchers extérieurs (décrochés)

Travaux induits



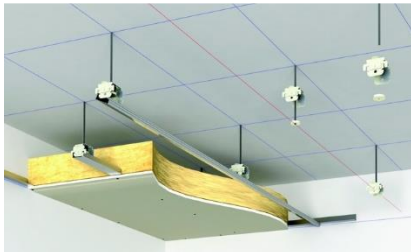
Il sera nécessaire de faire appel à un électricien en cas d'abaissement des luminaires.

P3

Isolation en plénum en contact avec les combles perdus (zones techniques)

P3 : Isolation en plénum

Description de la solution



L'espace entre le plafond suspendu et le plancher intermédiaire au-dessus, appelé plénum, peut être rempli de matériau d'isolation, qu'il soit composé d'une ossature métallique ou d'une structure en bois. La solution proposée consiste donc à mettre en place des rouleaux d'isolant dans ces espaces afin d'améliorer la performance thermique, réduire la transmission acoustique et minimiser le risque de propagation du feu.

P3 : Isolation en plénum

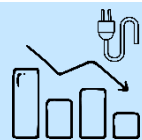
Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



Coût estimatif des travaux

7 151 €HT

1,1 €HT/m²SP



Gains en énergie finale

12 878 kWhEF/an

2,0 kWhEF/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

2 469 €HTVA

0,4 €HTVA/m²SP



Rentabilité

1 801 kWhEF/k€ investi



Montant de CEE

/

/



Gains en énergie primaire

29 620 kWhEP/an

4,7 kWhEP/m²SP.an



Réduction des émissions CO₂

824 kgeqCO₂

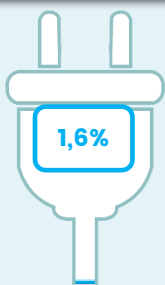
0,1 kgeqCO₂/m²SP.an



Temps de retour sur investissement

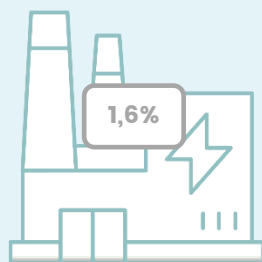
2 ans

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE



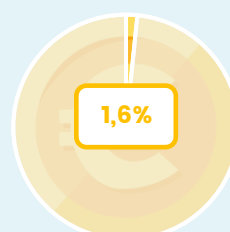
1,6%

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE



1,6%

ÉCONOMIES FINANCIÈRES



1,6%

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S.



1,6%



| P3 : Isolation en plénum | Descriptif technique de la solution |
|-------------------------------------|---|
| Parois à isoler | Plafond en contact avec les combles perdus (zones techniques) |
| Surface approximative à isoler [m²] | 164 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 5 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de chanvre ($\lambda = 0,04$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 200 mm |
| Confort d'été | Performant |

| P3 : Isolation en plénum | Commentaires |
|--------------------------|--------------|
|--------------------------|--------------|

La préconisation porte sur la mise en place d'une isolation en plénum de toiture se trouvant en contact avec les combles perdus et sous les zones techniques, accueillants les centrales de traitements d'air (200mm).

| P3 : Isolation en plénum | Description de la mise en œuvre |
|--------------------------|---------------------------------|
|--------------------------|---------------------------------|

La mise en œuvre d'une isolation des plénums s'articule autour de plusieurs phases, détaillées comme suit :

- Étape 1 : Retirer les dalles de faux plafond.
- Étape 2 : Dérouler les rouleaux de laine de chanvre.
- Étape 3 : Découper ces derniers et poser l'isolant entre les solives métalliques en s'assurant de la bonne continuité de l'isolant.
- Étape 4 : Fixer l'isolant en place en utilisant des agrafes métalliques ou du ruban adhésif spécialement conçu pour l'isolation.
- Étape 5 : Poser les dalles de faux plafond précédemment retirées.

La durée de cette mise en œuvre peut varier de quelques jours à quelques semaines, selon la complexité et la surface de faux plafond à isoler.





P3 : Isolation en plénum

Conseil de mise en œuvre



Pensez à conserver un espace d'air essentiel à une bonne isolation : il faut laisser 1/3 du volume vide à minima et remplir le reste avec l'isolant choisi.



Prenez en compte les lumières et la ventilation : utilisez un cutter standard pour effectuer les ajustements dans l'isolation pour les spots lumineux et les points de ventilation.



Vérifier la nécessité ou non d'un pare-vapeur (toujours orienté vers l'ambiance la plus chaude).

Si un pare-vapeur est nécessaire, veiller à ne pas l'intercaler entre la laine et le parement ajouré pour ne pas altérer les performances absorbantes du produit.

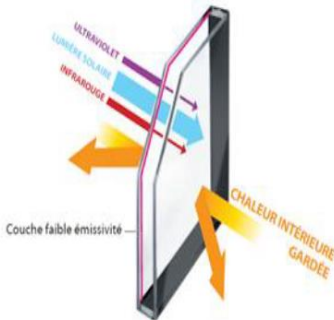


P4

Remplacement des portes et menuiseries

P4 : Remplacement des portes et menuiseries

Description de la solution



Le remplacement des menuiseries entraîne non seulement une amélioration du confort thermique, mais également une amélioration du confort acoustique. En effet, les menuiseries actuelles sont conçues avec des matériaux modernes et des techniques avancées visant à minimiser les pertes de chaleur, à renforcer l'étanchéité et à accroître la sécurité du bâtiment.

P4 : Remplacement des portes et menuiseries

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



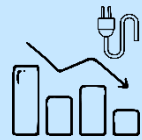
Coût estimatif des travaux

1 686 825 €HT
268,4 €HT/m²SP



Montant de CEE

25 758 €
4,1 €/m²SP



Gains en énergie finale

80 063 kWhEF/an
12,7 kWhEF/m²SP.an



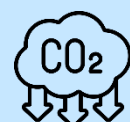
Gains en énergie primaire

184 145 kWhEP/an
29,3 kWhEP/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

15 348 €HTVA
2,4 €HTVA/m²SP



Réduction des émissions CO₂

5 124 kgeqCO₂
0,8 kgeqCO₂/m²SP.an



Rentabilité

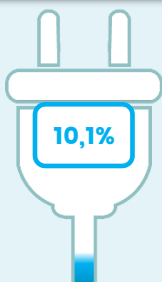
47 kWhEF/k€ investi



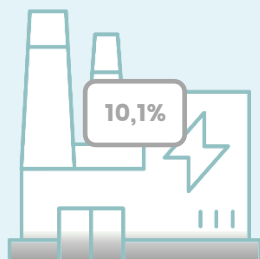
Temps de retour sur investissement

108 ans

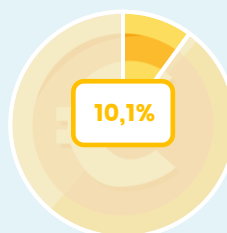
ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE



ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE



ÉCONOMIES FINANCIÈRES



RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S





P4 : Remplacement des portes et menuiseries

Descriptif technique de la solution

| | |
|---|--|
| Menuiseries à remplacer | Remplacement de l'entièreté des menuiseries. |
| Surface de menuiseries à remplacer | 1350 |
| Coefficient de transmission $[W/m^2.K]$ selon NF EN 14 351-1+A3 | $U_w \leq 1,3$ |
| Facteur solaire selon XP P 50-779 | $Sw \leq 0,35$ |
| Matériaux | Aluminium |

P4 : Remplacement des portes et menuiseries

Commentaires

La préconisation porte sur le remplacement de la totalité des menuiseries : fenêtres, façade rideau, porte métalliques pleines et lanterneaux.

P4 : Remplacement des portes et menuiseries

Description de la mise en œuvre

Le remplacement des menuiseries s'articule autour de plusieurs phases, détaillées comme suit :

- Étape 1 : Dépose des anciennes menuiseries,
- Étape 2 : Positionnement et fixation solide du dormant sur la façade, en prenant les bonnes mesures,
- Étape 3 : Contrôle de la rectitude du cadre pour une bonne ouverture des battants,
- Étape 4 : Utilisation d'un joint d'étanchéité à l'eau et à l'air,
- Étape 5 : Utilisation de pattes de scellement ou de chevilles pour fixer le cadre selon le type de menuiserie (bois, PVC, etc.),
- Étape 6 : Pose des vantaux sur leur cadre, installation des joints d'étanchéité à l'intérieur et à l'extérieur.

La durée de cette mise en œuvre prend de manière générale une à deux heures par menuiseries.



P4 : Remplacement des portes et menuiseries

Conseil de mise en œuvre



Lorsque l'amélioration de l'enveloppe d'un bâtiment est effectuée sans tenir compte de l'importance de la ventilation, il existe un risque que le bâtiment devienne excessivement étanche. Cette étanchéité peut entraver la circulation de l'air et son renouvellement régulier à l'intérieur de l'habitat. Ce phénomène peut engendrer divers inconvénients, voire présenter des dangers potentiels sur la santé des occupants. Ainsi, il est crucial de trouver le juste équilibre entre une enveloppe performante et une ventilation efficace.



Dans le contexte d'un projet d'isolation des murs, il est crucial de procéder au remplacement des menuiseries avant d'entreprendre ces travaux. Cette ordre garantira un retour d'isolant de qualité autour des menuiseries. Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, il est recommandé de positionner les fenêtres au niveau du nu extérieur, ou d'installer un retour d'isolant si cette disposition n'est pas possible.



Les règles de mise en œuvre des menuiseries extérieures sont détaillées dans le DTU 36.5. En cas de sinistre ou de litige, le DTU sera utilisé comme référence par les experts des assurances et les tribunaux.

P4 : Remplacement des portes et menuiseries

Phasage

La répartition par façade des menuiseries à remplacer est répertoriée ci-dessous :

| Façades | Surface de menuiseries à remplacer [m²] | Nombre | Coût estimatif [€] |
|---------|---|--------|--------------------|
| Nord | 662.7 | 189 | 828 044 |
| Sud | 481,5 | 196 | 601 634 |

8.3.2 Préconisations d'amélioration de la régulation

P5

Mise en place d'une horloge de programmation sur l'extracteur des sanitaires

P5 : Horloge (extracteur sanitaire)

Description de la solution



Les horloges de programmation, ou interrupteurs horaires, offrent la possibilité de planifier l'allumage et l'extinction d'appareils électriques (l'éclairage, les caissons de ventilation, les chauffe-eaux électriques, etc.) en fonction de plages horaires prédéfinies. Les programmes peuvent être élaborés sur une base quotidienne, hebdomadaire, ou annuelle, en fonction des besoins et de l'utilisation du site.

P5 : Horloge (extracteur sanitaire)

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



Coût estimatif des travaux

486 €HT

0,1 €HT/m²SP



Montant de CEE

/

/



Gains en énergie finale

9 857 kWhEF/an

1,6 kWhEF/m²SP.an



Gains en énergie primaire

22 672 kWhEP/an

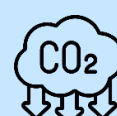
3,6 kWhEP/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

1 890 €HTVA

0,3 €HTVA/m²SP



Réduction des émissions CO₂

631 kgeqCO₂

0,1 kgeqCO₂/m²SP.an



Rentabilité

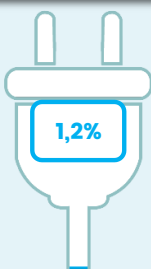
20 296 kWhEF/k€ investi



Temps de retour sur investissement

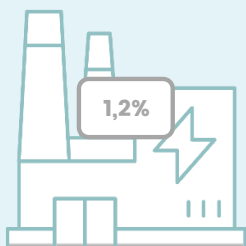
1 an

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE



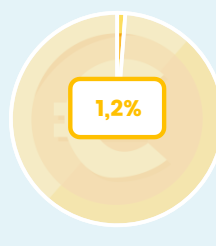
1,2%

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE



1,2%

ÉCONOMIES FINANCIÈRES



1,2%

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S



1,2%



P5 : Horloge (extracteur sanitaire)

Descriptif technique de la solution

Programmation

Hebdomadaire

Nombre

1

P5 : Horloge (extracteur sanitaire)

Commentaires

La préconisation porte sur la mise en place d'une horloge horaire permettant de réduire les débits d'extraction d'air de la ventilation des sanitaires, en période d'inoccupation.

P5 : Horloge (extracteur sanitaire)

Description de la mise en œuvre

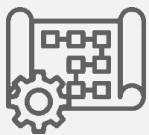
Un interrupteur horaire est assez simple à mettre en œuvre :

- Étape 1 : Mise hors tension du tableau électrique,
- Étape 2 : Installation de l'interrupteur sur le rail DIN et raccordement électrique,
- Étape 3 : Raccordement de l'équipement à programmer,
- Étape 4 : Remise en tension de l'installation,
- Étape 5 : Réalisation des programmes,

La durée de cette mise en œuvre est d'environ une heure pour un professionnel confirmé.

P5 : Horloge (extracteur sanitaire)

Conseil de mise en œuvre



La mise en place de systèmes électriques doit impérativement respecter les exigences de la norme française NF C 15-100, qui régit les installations basse tension.



8.3.3 Préconisations d'améliorations des systèmes

P6

Remplacement des centrales de traitement d'air par des systèmes équipés d'échangeur

P6 : Remplacement des CTA

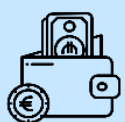
Description de la solution



La ventilation par caisson double flux offre une solution efficace pour renouveler l'air vicié tout en récupérant sa chaleur pour préchauffer l'air neuf avant son introduction dans le bâtiment. Cette approche élimine le besoin d'entrées d'air sur les fenêtres des pièces de vie. L'air entrant, filtré et réchauffé, est ensuite distribué dans les locaux à travers des bouches d'insufflation. Bien que son coût initial soit plus élevé, cette méthode permet de réduire considérablement les pertes de chaleur liées à la ventilation, entraînant des économies d'énergie sur le chauffage du logement.

P6 : Remplacement des CTA

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



Coût estimatif des travaux

316 000 €HT

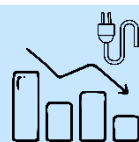
50,3 €HT/m²SP



Montant de CEE

15 900 €

2,5 €/m²SP



Gains en énergie finale

112 246 kWhEF/an

17,9 kWhEF/m²SP.an



Gains en énergie primaire

258 165 kWhEP/an

41,1 kWhEP/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

21 518 €HTVA

3,4 €HTVA/m²SP



Réduction des émissions CO₂

7 184 kgeqCO₂

1,1 kgeqCO₂/m²SP.an



Rentabilité

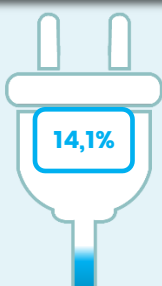
355 kWhEF/k€ investi



Temps de retour sur investissement

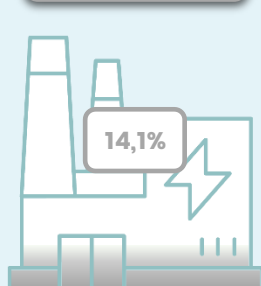
13 ans

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE



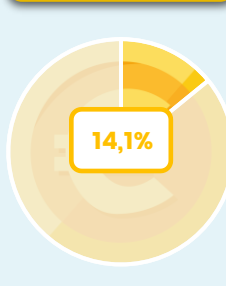
14,1%

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE



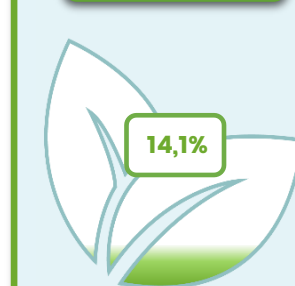
14,1%

ÉCONOMIES FINANCIÈRES



14,1%

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S



14,1%



| P6 : Remplacement des CTA | Descriptif technique de la solution |
|---|---|
| Système à remplacer | Centrales de traitement d'air |
| Débit nominal [m ³ /h] | 12000 |
| Puissance des ventilateurs au débit nominal [W] | Extraction : 2 900 W Soufflage : 2 990 W |
| Rendement de l'échangeur | Rendement été : 77,56% Rendement hiver : 80,47% |
| Régulation | Débit variable en fonction du taux de CO ₂ et/ou de l'humidité |
| Option disponible | Batterie électrique / eau chaude / change-over / détente direct |

| P6 : Remplacement des CTA | Commentaires |
|---------------------------|--------------|
|---------------------------|--------------|

La préconisation porte sur le remplacement des 4 centrales de traitement d'air à recyclage, par des systèmes équipés d'échangeurs, permettant une récupération optimale des calories de l'air extrait.

Ces systèmes sont compatibles avec un fonctionnement en recyclage, en positionnant l'échangeur thermique en amont du mélange pour l'air neuf, et en aval de celui-ci pour l'air extrait.

| P6 : Remplacement des CTA | Description de la mise en œuvre |
|---------------------------|---------------------------------|
|---------------------------|---------------------------------|

La mise en œuvre d'un caisson de ventilation double flux s'articule autour de plusieurs phases, détaillées comme suit :

- Étape 1 : Réfléchir à l'emplacement des bouches d'extraction et d'insufflation.
- Étape 2 : Prévoir le passage des conduits et gaines constituant le système de ventilation.
- Étape 3 : Installation du caisson double flux et installation des conduits.
- Étape 4 : Vérifications et ajustement.

La durée de cette mise en œuvre peut prendre quelques jours à quelques semaines, selon la taille de l'installation.





P6 : Remplacement des CTA

Conseil de mise en œuvre



Il n'est pas nécessaire que chaque bouche soit individuellement reliée au caisson VMC en direct. Il est possible de créer un réseau en série pour certaines bouches, en effectuant des repiquages.



Tout système de ventilation nécessite un entretien régulier et, parfois, des maintenances curatives. Il faut donc prévoir une place suffisante pour intervenir au besoin.



Le code du travail fixe des règles en matière de ventilation, d'aération et d'assainissement de l'air aux employeurs pour les locaux où le personnel intervient, personnel salarié. D'après l'article R222-1 du code du travail, dans les locaux où les travailleurs sont appelés à séjourner, l'air doit être renouvelé de telle sorte à atteindre des seuils de renouvellement d'air minimum définies par la loi. Il faudra se renseigner en détail sur ces règles pour définir précisément les débits à imposer par pièces.

P6 : Remplacement des CTA

Entretien



L'entretien consiste à procéder à des inspections régulières des bouches d'extraction et de soufflage ainsi que de retirer la poussière accumulée pour maintenir le bon fonctionnement du système. Pour un entretien optimal, prévoyez le remplacement des filtres de ventilation tous les 3 à 6 mois. Cela garantira une qualité de l'air intérieur optimale.

La montant anuel d'entretien est de : **800 € HT/u**



P7

Remplacement de la pompe à chaleur

P7 : Remplacement de la pompe à chaleur

Description de la solution



Le principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur est de capter l'énergie d'une source dite "chaude" et de la restituer à une source dite "froide". Fonctionnant à l'aide de fluides frigorigènes aux propriétés physiques adaptées, une pompe à chaleur puise l'énergie de l'air extérieur par évaporation puis restitue l'énergie à l'intérieur du bâtiment par condensation.

Le présent chiffrage prend en compte la mise en place d'une PAC air/eau avec conservation des émetteurs de chaleur et du réseau existant.

P7 : Remplacement de la pompe à chaleur

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



Coût estimatif des travaux

126 200 €HT
20,1 €HT/m²SP



Montant de CEE

17 197 €
2,7 €/m²SP



Gains en énergie finale

117 682 kWhEF/an
18,7 kWhEF/m²SP.an



Gains en énergie primaire

270 669 kWhEP/an
43,1 kWhEP/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

22 560 €HTVA
3,6 €HTVA/m²SP



Réduction des émissions CO₂

7 532 kgeqCO₂
1,2 kgeqCO₂/m²SP.an



Rentabilité

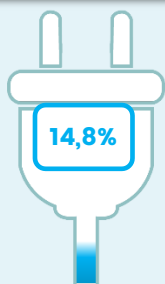
933 kWhEF/k€ investi



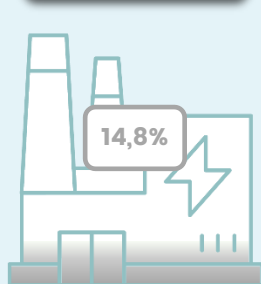
Temps de retour sur investissement

4 ans

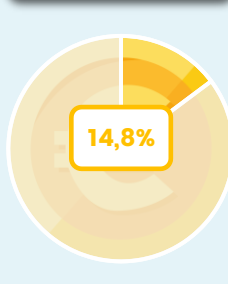
ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE



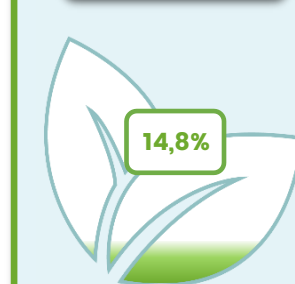
ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE



ÉCONOMIES FINANCIÈRES



RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S





| P7 : Remplacement de la pompe à chaleur | | Descriptif technique de la solution |
|---|--|-------------------------------------|
| Système à remplacer | | Pompe à chaleur actuelle |
| Puissance (chauffage / refroidissement) | | 441 kW / 413 kW |
| COP / EER nominal | | 3,80 / 2,81 |

| P7 : Remplacement de la pompe à chaleur | Commentaires |
|---|--------------|
|---|--------------|

La préconisation porte sur le remplacement de la pompe à chaleur actuelle par un système plus récent, à efficacité énergétique légèrement supérieur. Cette préconisation présente également l'avantage de pouvoir quasiment entièrement s'affranchir de l'utilisation des batteries électriques en période hivernale.



P8

Remplacement des éclairages incandescents et fluocompacts par des éclairages LED

P8 : Relamping LED

Description de la solution



Le « relamping » ou « relampage » LED implique le remplacement des luminaires existants par des ampoules LED à la pointe de la technologie. La LED permet une réelle amélioration de la qualité d'éclairage; plus diffus, plus efficace, plus fiable, favorisant le bien-être au travail tout en consommant moins d'énergie que les ampoules fluorescentes compactes, halogènes et incandescentes. Cette méthode intervient dans un souhait de modernisation, de réduction des coûts d'utilisation, dans un souci d'éco-responsabilité ou encore une recherche de diminution de frais de maintenance.

P8 : Relamping LED

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



Coût estimatif des travaux

84 000 €HT

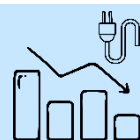
13,4 €HT/m²SP



Montant de CEE

3 150 €

0,5 €/m²SP



Gains en énergie finale

17 722 kWhEF/an

2,8 kWhEF/m²SP.an



Gains en énergie primaire

40 762 kWhEP/an

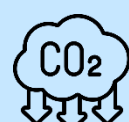
6,5 kWhEP/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

3 397 €HTVA

0,5 €HTVA/m²SP



Réduction des émissions CO₂

1 134 kgeqCO₂

0,2 kgeqCO₂/m²SP.an



Rentabilité

211 kWhEF/k€ investi



Temps de retour sur investissement

23 ans

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE

2,2%

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE

2,2%

ÉCONOMIES FINANCIÈRES

2,2%

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S

2,2%



| P8 : Relamping LED | | Descriptif technique de la solution |
|---|--|--|
| Luminaires à remplacer | | Éclairages incandescents et fluocompacts |
| Efficacité lumineuse [lm/W] | | ≥ 120 lm/W |
| Indice de rendu des couleurs selon NF EN 62717 [IRC] | | ≥ 90 |
| Indice de protection aux chocs selon NF EN 62262 [IK] | | ≥ 10 |
| Durée de vie selon EN 62722-2-1 [h] | | ≥ 50 000 h |

| P8 : Relamping LED | Commentaires |
|--------------------|--------------|
|--------------------|--------------|

La préconisation porte sur le remplacement des éclairages peu performants actuels par des éclairages LED moins énergivores.

| P8 : Relamping LED | Description de la mise en œuvre |
|--------------------|---------------------------------|
|--------------------|---------------------------------|

La mise en œuvre d'un relamping LED s'articule autour de plusieurs phases, détaillées comme suit :

- Étape 1 : Recenser les ampoules, éclairages et systèmes de mise en marche de ce dernier (interrupteurs, détecteurs de présence).
- Étape 2 : Trouver les équivalences LED des ampoules à remplacer.
- Étape 3 : Remplacer l'éclairage actuel par les nouvelles LED.
- Étape 4 : Remplacer les interrupteurs par des détecteurs de présence dans les zones à occupations discontinues.
- Étape 5 : Recycler les anciennes ampoules.

La durée de cette mise en œuvre peut prendre quelques jours, selon la complexité et le nombre de modifications nécessaires.





P8 : Relamping LED

Conseil de mise en œuvre



Sans nécessiter un remplacement complet du système d'éclairage, il est possible de mettre en place des solutions d'automatisation pour améliorer le contrôle de la consommation énergétique, telles que l'installation de systèmes de détection de présence. Il est également envisageable de réduire simplement le nombre de luminaires en fonction des besoins spécifiques.



La mise en place de systèmes électriques doit impérativement respecter les exigences de la norme française NF C 15-100, qui régit les installations basse tension.

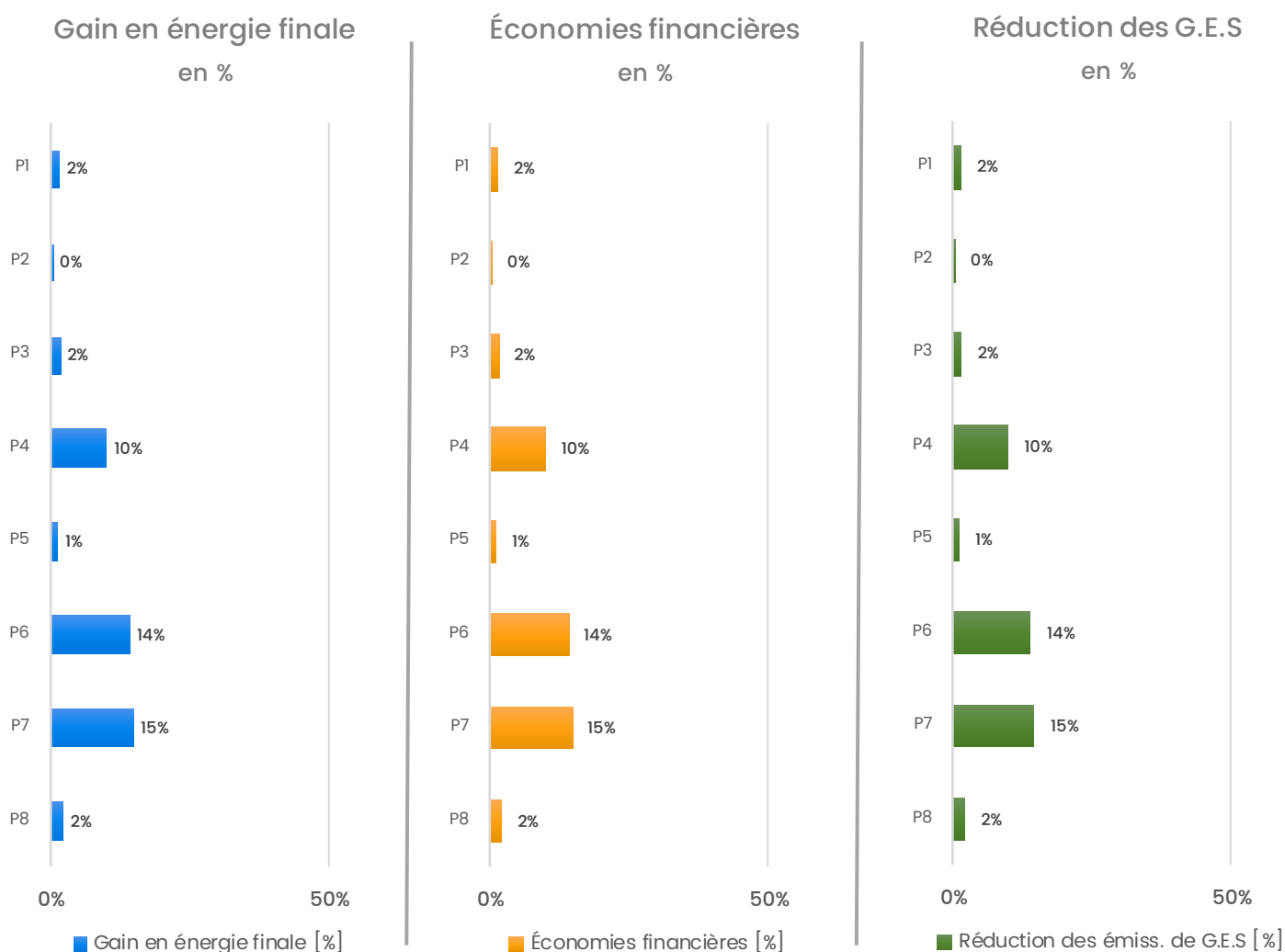




8.4 Synthèse des préconisations

| N° | Dénomination | Gain en énergie finale [%] | Économies financières [%] | Réduction des émissions de G.E.S [%] | Montant des travaux aides déduites [€HT] | Temps de retour sur investissement [Année] |
|----|---|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--|--|
| P1 | Isolation du plancher bas en contact avec le garage | 1,5% | 1,5% | 1,5% | 27 489 | 11 |
| P2 | Isolation des planchers en contact avec l'extérieur (décrochés) | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 7 020 | 19 |
| P3 | Isolation des combles perdus (zones techniques) | 1,6% | 1,6% | 1,6% | 6 218 | 2 |
| P4 | Remplacement des portes et menuiseries | 10,1% | 10,1% | 10,1% | 1 661 067 | 108 |
| P5 | Mise en place d'une horloge de programmation sur l'extracteur des sanitaires | 1,2% | 1,2% | 1,2% | 486 | 1 |
| P6 | Remplacement des centrales de traitement d'air par des systèmes équipés d'échangeur | 14,1% | 14,1% | 14,1% | 300 100 | 13 |
| P7 | Remplacement de la pompe à chaleur | 14,8% | 14,8% | 14,8% | 109 003 | 4 |
| P8 | Remplacement des éclairages incandescents et fluocompactes par des éclairages LED | 2,2% | 2,2% | 2,2% | 80 850 | 23 |





Le bâtiment étudié n'étant alimenté que par une seule source d'énergie (électricité), la répartition des gains énergétiques, des gains financiers ainsi que des réductions des émissions de gaz à effet de serre est identique.





9 PRÉSENTATION DES SCÉNARIOS

9.1 Méthodologie

Pour rappel, l'objectif de cet audit énergétique est de proposer des scénarios de travaux visant à mettre le bâtiment en conformité vis-à-vis du décret tertiaire. Étant donné que la méthode des pourcentages a été retenue, les objectifs des différents scénarios seront les suivants :

- Scénario 1 : Travaux permettant une réduction de 40 % des consommations par rapport à l'année de référence.
- Scénario 2 : Travaux permettant une réduction de 50 % des consommations par rapport à l'année de référence.
- Scénario 3 : Travaux permettant une réduction de 60 % des consommations par rapport à l'année de référence.

Vous trouverez le détail de ces trois scénarios ci-dessous.

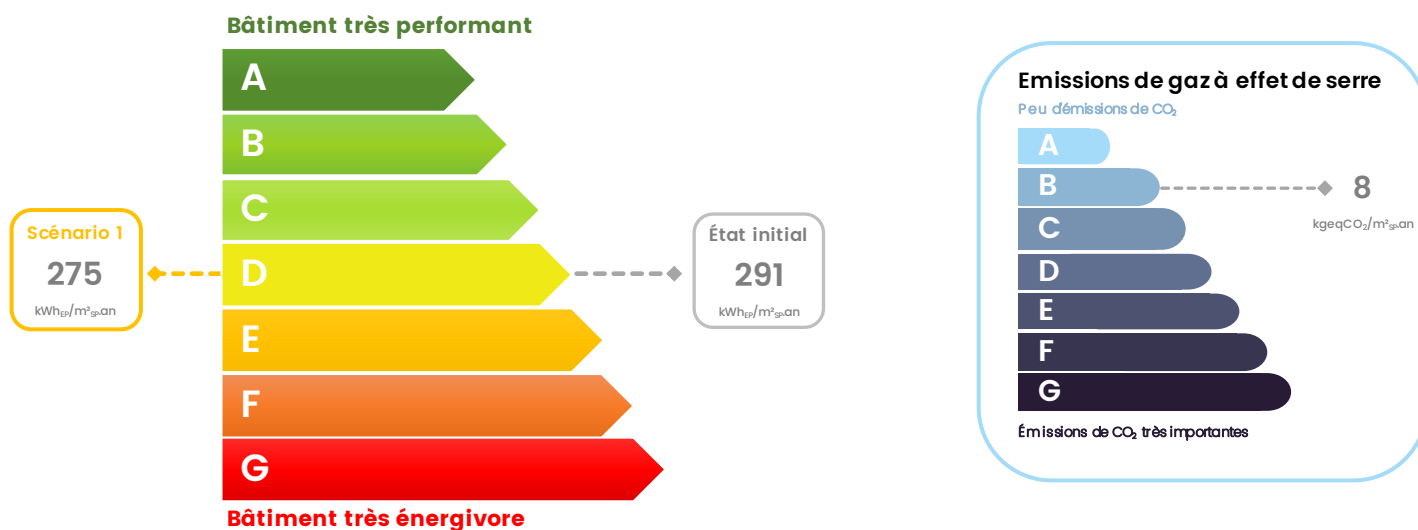




9.2 Scénario 1 : Objectif 2030 : -40%

Scénario 1 - Objectif 2030 : -40%

Fiche scénario



Calculs effectués selon la méthode de calcul STSm sous 5 usages (chauffage, refroidissement, ECS, éclairage, auxiliaires), en additionnant les consommations des usages spécifiques (prises de courant, électroménager, informatique, etc.) en fonction de la surface de plancher. Il est important de noter que le graphique ci-dessus ne constitue pas un diagnostic de performance énergétique.

Le scénario est prévu en une seule étape. Il regroupe les préconisations suivantes :

- P1 : Isolation du plancher bas en contact avec le garage
- P2 : Isolation des planchers en contact avec l'extérieur (décrochés)
- P3 : Isolation en plénum en contact avec les combles perdus (zones techniques)
- P8 : Remplacement des éclairages incandescents et fluocompactes par des éclairages LED

Scénario 1 - Objectif 2030 : -40%

Commentaire

Le scénario 1 comprend la mise en place d'une isolation des parois non isolées, la sur-isolation des parois faiblement isolées, ainsi qu'au remplacement des derniers équipements lumineux non-LED.

Ce scénario ne représente pas un investissement important mais permet de respecter l'objectif 2030 du décret tertiaire.





Scénario 1 – Objectif 2030 : -40%

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



Dépéditions

316 kW

50 W/m²SP



Coût estimatif des travaux

146 536 €HT

23,3 €HT/m²SP



Gains en énergie finale

44 966 kWhEF/an

7,2 kWhEF/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

8 620 €HTVA

1,4 €HTVA/m²SP



Rentabilité

307 kWhEF/k€ investi



Consommation en énergie finale

750 685 kWhEF/an

119,4 kWhEF/m²SP.an



Montant de CEE

24 959 €

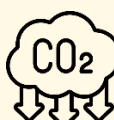
4,0 €/m²SP



Gains en énergie primaire

103 421 kWhEP/an

16,5 kWhEP/m²SP.an



Réduction des émissions CO2

2 878 kgeqCO2

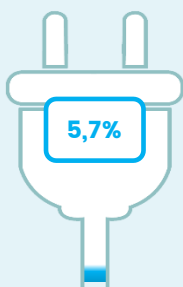
0,5 kgeqCO2/m²SP.an



Temps de retour sur investissement

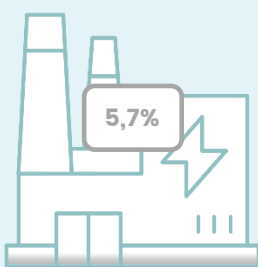
14 ans

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE



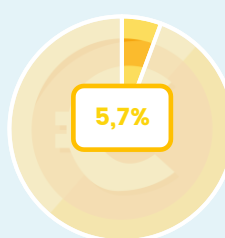
5,7%

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE



5,7%

ÉCONOMIES FINANCIÈRES



5,7%

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S



5,7%





Scénario 1 - Objectif 2030 : -40%

Bilan financier

| Nature des coûts | Montant total | Montant annuel ¹ |
|---|--------------------|-----------------------------|
| Cout estimatif du projet [€ HT] | 146 536 €HT | 14 654 €HT |
| Montant estimatif de subventions [€ HT] | 24 959 €HT | 2 496 €HT |
| Cout estimatif du projet subventions déduites [€ HT] | 121 577 €HT | 12 158 €HT |

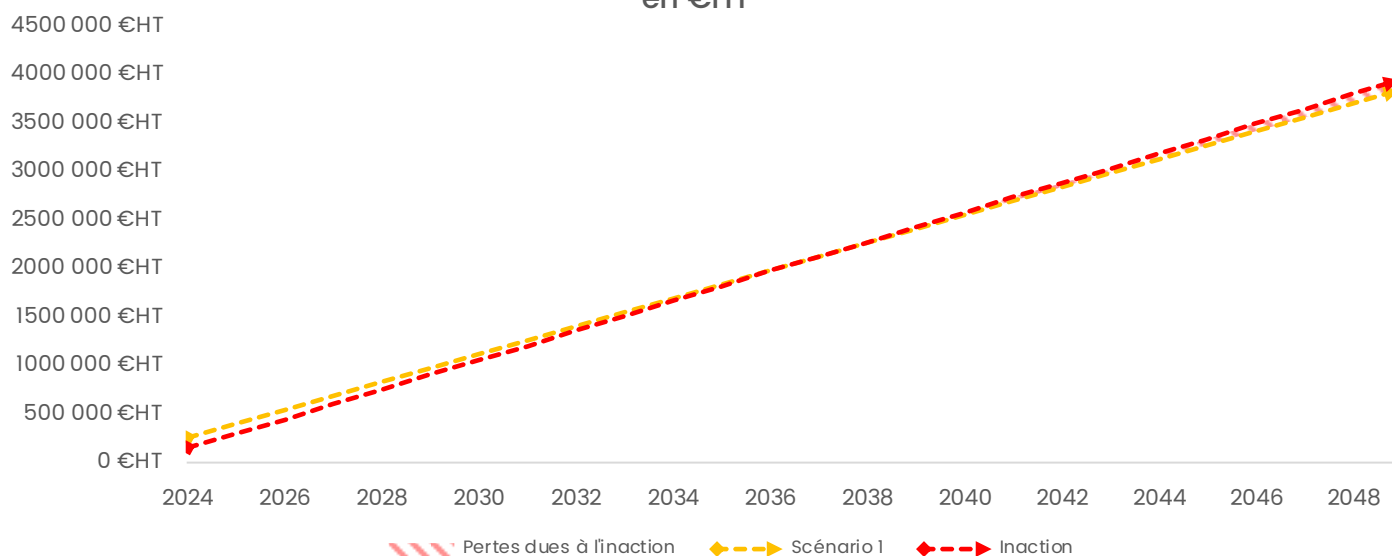
¹ Bilan financier réalisé sur 10 ans.

Scénario 1 - Objectif 2030 : -40%

Coût de l'inaction

Coût de l'inaction

en €HT



| Coût cumulé sur 25 ans | Scénario 1 | Inaction | Pertes dû à l'inaction |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| Investissement (CAPEX) ¹ | 121 577 €HT | | |
| Factures énergétiques ² | 3 741 564 €HT | 3 965 682 €HT | -224 118 €HT |
| Total | 3 863 140 €HT | 3 965 682 €HT | -102 541 €HT |

¹ Investissement (CAPEX) : Représente le coût d'investissement du scénario, de la conception à la mise en service.

² Factures énergétiques : Représente le montant des factures énergétiques, cumulé sur une période de 25 ans.





Scénario 1 – Objectif 2030 : -40%

Descriptif technique des solutions retenues

| P1 Isolation plancher bas (garage) | |
|-------------------------------------|--|
| Parois à isoler | Plancher bas en contact avec le garage |
| Surface approximative à isoler [m²] | 928 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 3 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de roche ($\lambda = 0,035$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 115 mm |
| Confort d'été | Performance moyenne |

| P2 Isolation planchers extérieurs (décrochés) | |
|---|--|
| Parois à isoler | Plancher bas en contact avec l'extérieur (décrochés) |
| Surface approximative à isoler [m²] | 237 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 3 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de roche ($\lambda = 0,035$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 115 mm |
| Confort d'été | Performance moyenne |

| P3 Isolation en plénum | |
|-------------------------------------|--|
| Parois à isoler | Plafond en contact avec les combles (zones techniques) |
| Surface approximative à isoler [m²] | 164 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 5 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de chanvre ($\lambda = 0,04$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 200 mm |
| Confort d'été | Performant |

| P8 Relamping LED | |
|---|--|
| Luminaires à remplacer | Éclairages incandescents et fluocompacts |
| Efficacité lumineuse [lm/W] | ≥ 120 lm/W |
| Indice de rendu des couleurs selon NF EN 62717 [IRC] | ≥ 90 |
| Indice de protection aux chocs selon NF EN 62262 [IK] | ≥ 10 |
| Durée de vie selon EN 62722-2-1 [h] | ≥ 50 000 h |
| | |

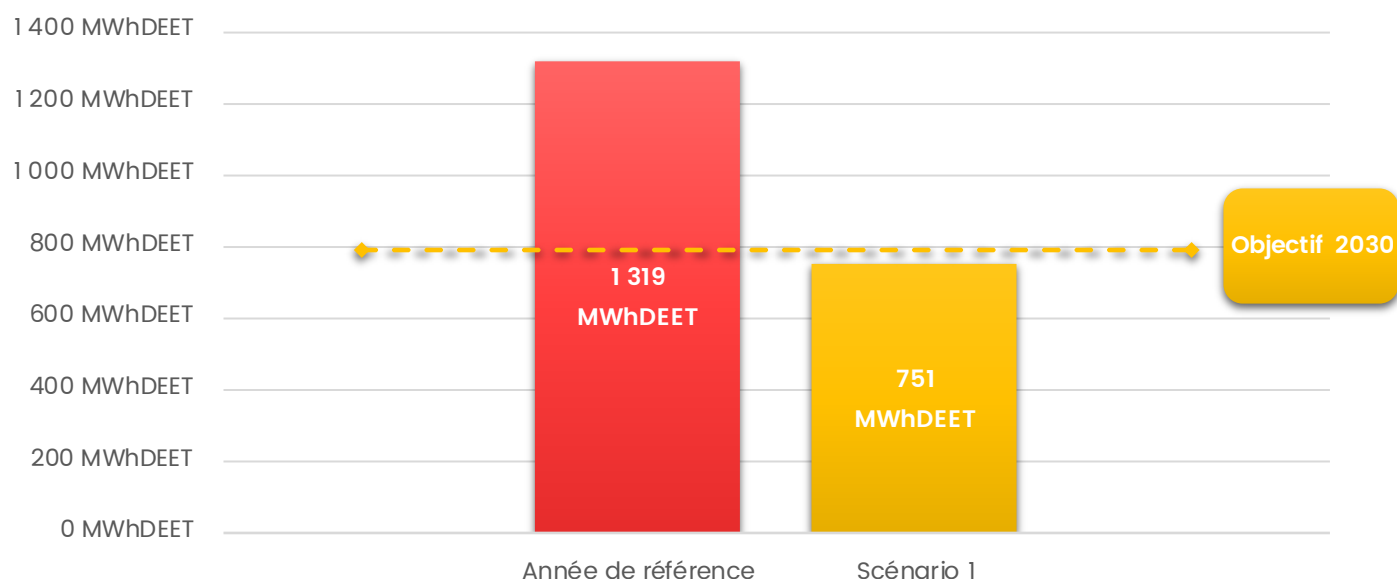




Scénario 1 – Objectif 2030 : -40%

Fiche Décret Tertiaire

Objectif du scénario selon le Décret Tertiaire en MWhDEET



| Exigences du décret tertiaire : | Respect de l'exigence : |
|--|-------------------------------------|
| Atteinte de l'objectif 2030 selon la méthode de détermination des objectifs choisie préalablement : | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La réalisation des travaux ne doit pas entraîner une augmentation des émissions de gaz à effet de serre (Article 16) : | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La réalisation des travaux ne doit pas entraîner une diminution du recours aux énergies renouvelables (Article 16) : | <input checked="" type="checkbox"/> |

Ce scénario respecte l'ensemble des exigences nécessaires à l'atteinte de l'objectif 2030 du Dispositif Éco Énergie Tertiaire.

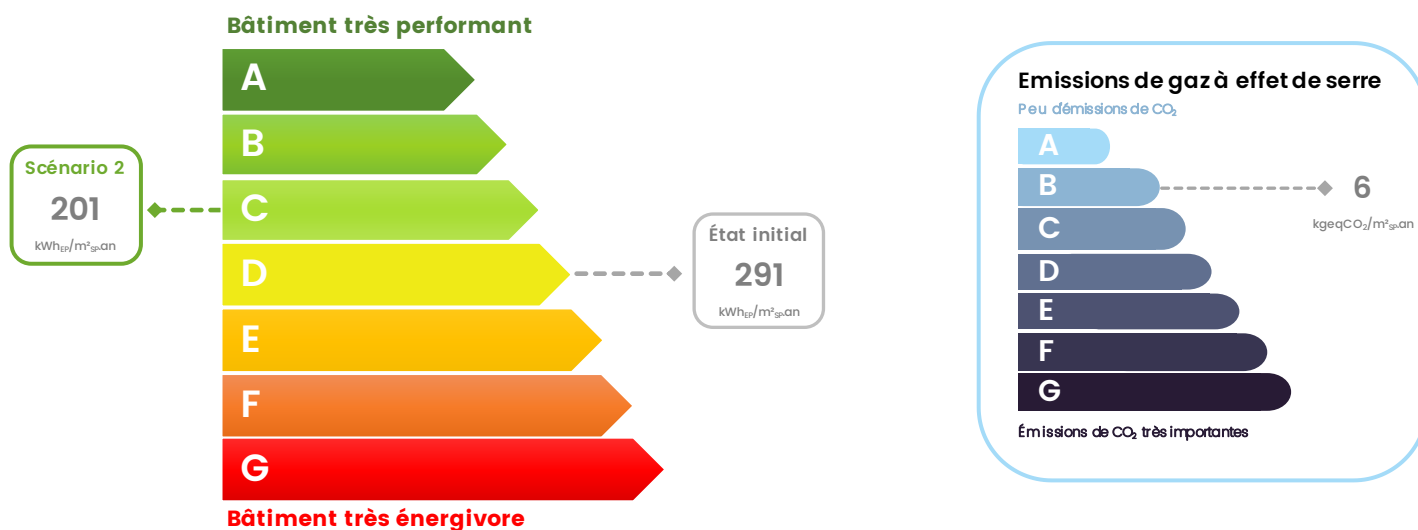




9.3 Scénario 2 : Objectif 2040 : -50%

Scénario 2 - Objectif 2040 : -50%

Fiche scénario



Calculs effectués selon la méthode de calcul STSm sous 5 usages (chauffage, refroidissement, ECS, éclairage, auxiliaires), en additionnant les consommations des usages spécifiques (prises de courant, électroménager, informatique, etc.) en fonction de la surface de plancher. Il est important de noter que le graphique ci-dessus ne constitue pas un diagnostic de performance énergétique.

Le scénario est prévu en une seule étape. Il regroupe les préconisations suivantes :

- P1 : Isolation du plancher bas en contact avec le garage
- P2 : Isolation des planchers en contact avec l'extérieur (décrochés)
- P3 : Isolation en plénum en contact avec les combles perdus (zones techniques)
- P4 : Remplacement des portes et menuiseries
- P5 : Mise en place d'une horloge de programmation sur l'extracteur des sanitaires
- P6 : Remplacement des centrales de traitement d'air par des systèmes équipés d'échangeur
- P8 : Remplacement des éclairages incandescents et fluocompacts par des éclairages LED

Scénario 2 - Objectif 2040 : -50%

Commentaire

Le scénario 2, plus ambitieux, reprend les préconisations du premier scénario, en allant plus loin sur l'enveloppe, avec le remplacement des menuiseries actuelles. Il élargit également les travaux aux systèmes, notamment en ajoutant une programmation à l'extracteur des sanitaires du bâtiment, et en remplaçant les centrales de traitement d'air.

Ce scénario représente un investissement conséquent, et nous permet de respecter les objectifs 2040 du décret tertiaire.





Scénario 2 – Objectif 2040 : -50%

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



Déperditions

203 kW

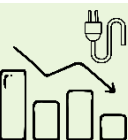
32 W/m²SP



Coût estimatif des travaux

2 149 846 €HT

342,0 €HT/m²SP



Gains en énergie finale

245 784 kWhEF/an

39,1 kWhEF/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

47 117 €HTVA

7,5 €HTVA/m²SP



Rentabilité

114 kWhEF/k€ investi



Consommation en énergie finale

549 867 kWhEF/an

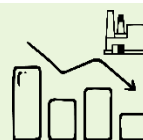
87,5 kWhEF/m²SP.an



Montant de CEE

66 617 €

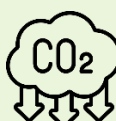
10,6 €/m²SP



Gains en énergie primaire

565 303 kWhEP/an

89,9 kWhEP/m²SP.an



Réduction des émissions CO2

15 730 kgeqCO2

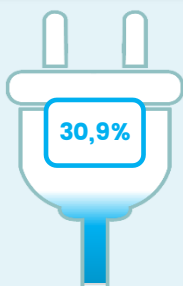
2,5 kgeqCO2/m²SP.an



Temps de retour sur investissement

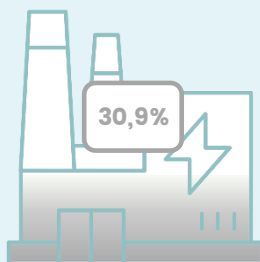
44 ans

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE



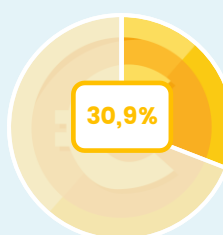
30,9%

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE



30,9%

ÉCONOMIES FINANCIÈRES



30,9%

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S



30,9%





Scénario 2 - Objectif 2040 : -50%

Bilan financier

| Nature des coûts | Montant total | Montant annuel ¹ |
|---|----------------------|-----------------------------|
| Cout estimatif du projet [€ HT] | 2 149 846 €HT | 214 985 €HT |
| Montant estimatif de subventions [€ HT] | 66 617 €HT | 6 662 €HT |
| Cout estimatif du projet subventions déduites [€ HT] | 2 083 229 €HT | 208 323 €HT |

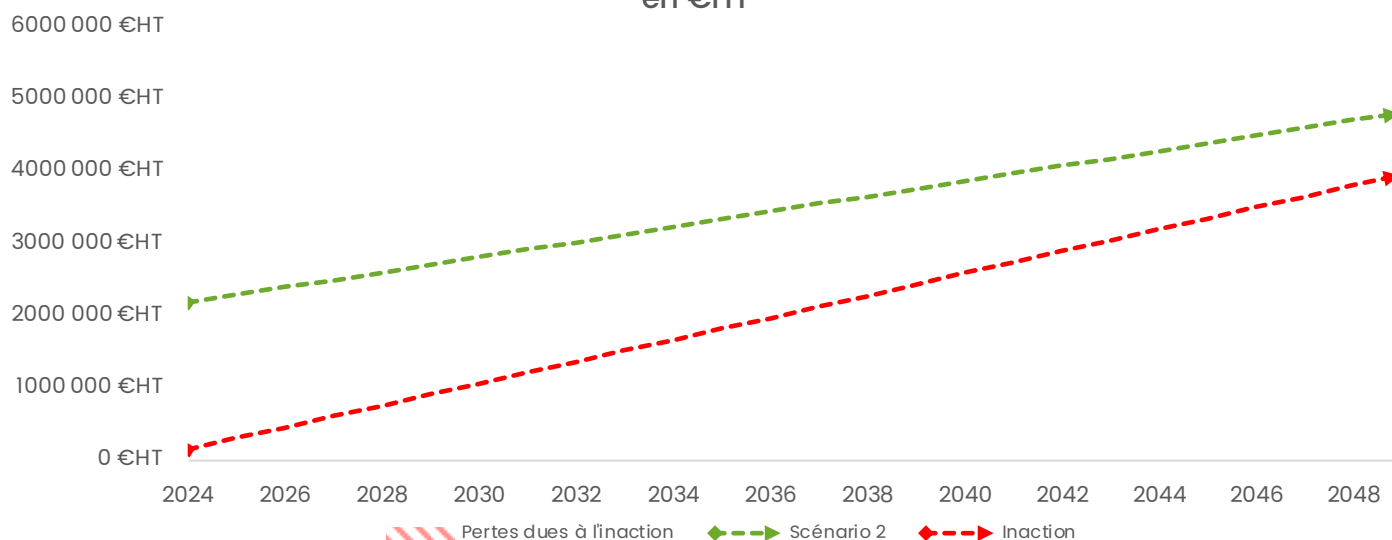
¹ Bilan financier réalisé sur 10 ans.

Scénario 2 - Objectif 2040 : -50%

Coût de l'inaction

Coût de l'inaction

en €HT



| Coût cumulé sur 25 ans | Scénario 1 | Inaction | Pertes dû à l'inaction |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| Investissement (CAPEX) ¹ | 2 083 229 €HT | | |
| Factures énergétiques ² | 2 740 645 €HT | 3 965 682 €HT | -1 225 037 €HT |
| Total | 4 823 874 €HT | 3 965 682 €HT | 858 192 €HT |

¹ Investissement (CAPEX) : Représente le coût d'investissement du scénario, de la conception à la mise en service.

² Factures énergétiques : Représente le montant des factures énergétiques, cumulé sur une période de 25 ans.





Scénario 2 – Objectif 2040 : -50%

Descriptif technique des solutions retenues

| P1 Isolation plancher bas (garage) | |
|-------------------------------------|--|
| Parois à isoler | Plancher bas en contact avec le garage |
| Surface approximative à isoler [m²] | 928 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 3 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de roche ($\lambda = 0,035$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 115 mm |
| Confort d'été | Performance moyenne |

| P2 Isolation planchers extérieurs (décrochés) | |
|---|--|
| Parois à isoler | Plancher bas en contact avec l'extérieur (décrochés) |
| Surface approximative à isoler [m²] | 237 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 3 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de roche ($\lambda = 0,035$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 115 mm |
| Confort d'été | Performance moyenne |

| P3 Isolation en plénum | |
|-------------------------------------|--|
| Parois à isoler | Plafond en contact avec les combles (zones techniques) |
| Surface approximative à isoler [m²] | 164 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 5 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de chanvre ($\lambda = 0,04$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 200 mm |
| Confort d'été | Performant |

| P4 Remplacement des portes et menuiseries | |
|--|--|
| Menuiseries à remplacer | Remplacement de l'entièreté des menuiseries. |
| Nombre de menuiseries à remplacer | 1350 |
| Coefficient de transmission [W/m².K] selon NF EN 14 351-1+A3 | $U_w \leq 1,3$ |
| Facteur solaire selon XP P 50-779 | $Sw \leq 0,35$ |
| Matériaux | Aluminium |

| P5 Horloge (extracteur sanitaire) | |
|-----------------------------------|--------------|
| Programmation | Hebdomadaire |
| Nombre | 1 |
| | |
| | |
| | |
| | |

| P6 Remplacement des CTA | |
|---|---|
| Système à remplacer | Centrales de traitement d'air |
| Débit nominal [m³/h] | 12000 |
| Puissance des ventilateurs au débit nominal [W] | Extraction : 2 900 W Soufflage : 2 990 W |
| Rendement de l'échangeur | Rendement été : 77,56% Rendement hiver : 80,47% |
| Régulation | Débit variable en fonction du taux de CO2 et/ou de l'humidité |
| Option disponible | Batterie électrique / eau chaude / change-over / détente direct |





| P8 Relamping LED | |
|---|---|
| Luminaires à remplacer | Éclairages incandescents et fluocompactes |
| Efficacité lumineuse [lm/W] | ≥ 120 lm/W |
| Indice de rendu des couleurs selon NF EN 62717 [IRC] | ≥ 90 |
| Indice de protection aux chocs selon NF EN 62262 [IK] | ≥ 10 |
| Durée de vie selon EN 62722-2-1 [h] | ≥ 50 000 h |

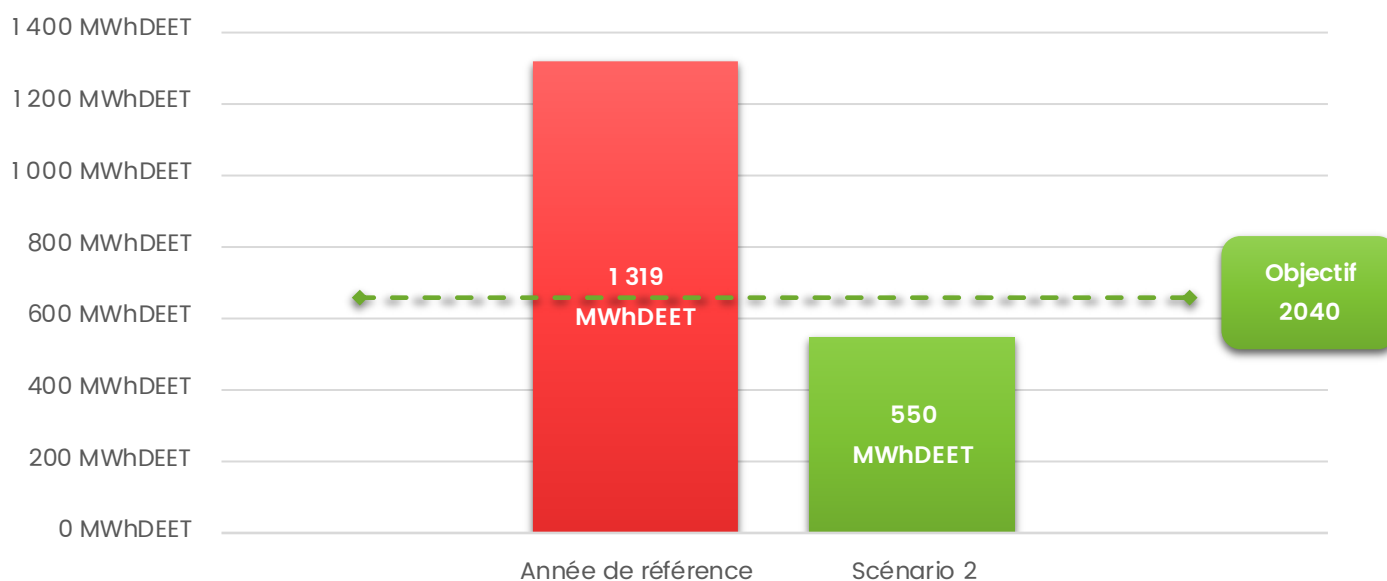




Scénario 2 – Objectif 2040 : -50%

Fiche Décret Tertiaire

Objectif du scénario selon le Décret Tertiaire en MWhDEET



| Exigences du décret tertiaire : | Respect de l'exigence : |
|--|-------------------------------------|
| Atteinte de l'objectif 2040 selon la méthode de détermination des objectifs choisie préalablement : | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La réalisation des travaux ne doit pas entraîner une augmentation des émissions de gaz à effet de serre (Article 16) : | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La réalisation des travaux ne doit pas entraîner une diminution du recours aux énergies renouvelables (Article 16) : | <input checked="" type="checkbox"/> |

Ce scénario respecte l'ensemble des exigences nécessaires à l'atteinte de l'objectif 2040 du Dispositif Éco Énergie Tertiaire.

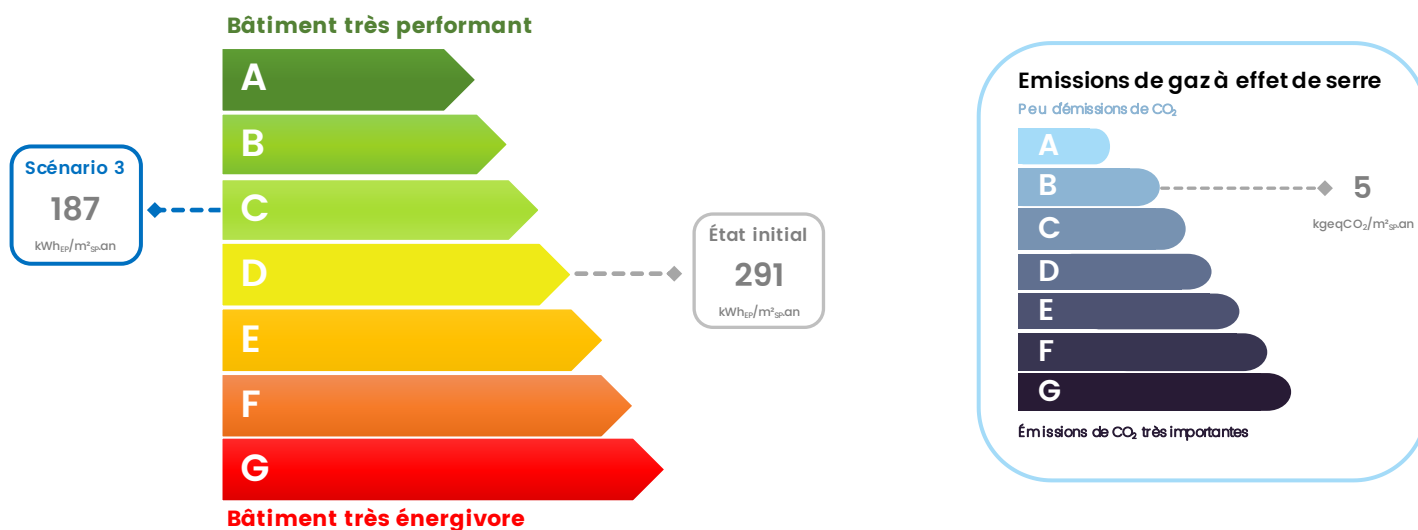




9.4 Scénario 3 : Objectif 2050 : -60%

Scénario 3 - Objectif 2050 : -60%

Fiche scénario



Calculs effectués selon la méthode de calcul STSm sous 5 usages (chauffage, refroidissement, ECS, éclairage, auxiliaires), en additionnant les consommations des usages spécifiques (prises de courant, électroménager, informatique, etc.) en fonction de la surface de plancher. Il est important de noter que le graphique ci-dessus ne constitue pas un diagnostic de performance énergétique.

Le scénario est prévu en une seule étape. Il regroupe les préconisations suivantes :

- P1 : Isolation du plancher bas en contact avec le garage
- P2 : Isolation des planchers en contact avec l'extérieur (décrochés)
- P3 : Isolation en plénum en contact avec les combles perdus (zones techniques)
- P4 : Remplacement des portes et menuiseries
- P5 : Mise en place d'une horloge de programmation sur l'extracteur des sanitaires
- P6 : Remplacement des centrales de traitement d'air par des systèmes équipés d'échangeur
- P7 : Remplacement de la pompe à chaleur
- P8 : Remplacement des éclairages incandescents et fluocompacts par des éclairages LED

Scénario 3 - Objectif 2050 : -60%

Commentaire

Le scénario 3, enfin, reprend les préconisations des deux premiers scénarios, auxquelles est ajouté le remplacement de la pompe à chaleur actuelle. Ce scénario représente un investissement conséquent.

Ce scénario nous permet de respecter les objectifs 2050 du décret tertiaire.





Scénario 3 – Objectif 2050 : -60%

Résultats énergétiques, environnementaux et financiers



Déperditions

203 kW

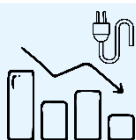
32 W/m²SP



Coût estimatif des travaux

2 276 979 €HT

362,3 €HT/m²SP



Gains en énergie finale

285 807 kWhEF/an

45,5 kWhEF/m²SP.an



Economies financières moyennes sur 20 ans

54 789 €HTVA

8,7 €HTVA/m²SP



Rentabilité

126 kWhEF/k€ investi



Consommation en énergie finale

509 844 kWhEF/an

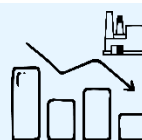
81,1 kWhEF/m²SP.an



Montant de CEE

83 814 €

13,3 €/m²SP



Gains en énergie primaire

657 356 kWhEP/an

104,6 kWhEP/m²SP.an



Réduction des émissions CO2

18 292 kgeqCO2

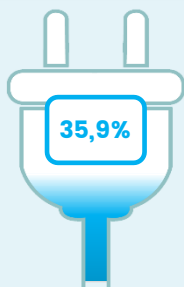
2,9 kgeqCO2/m²SP.an



Temps de retour sur investissement

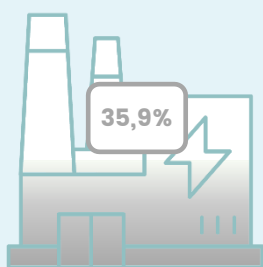
40 ans

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE FINALE



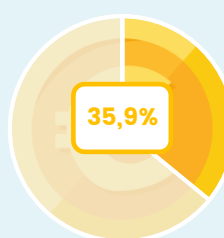
35,9%

ÉCONOMIES EN ÉNERGIE PRIMAIRE



35,9%

ÉCONOMIES FINANCIÈRES



35,9%

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE G.E.S



35,9%





Scénario 3 - Objectif 2050 : -60%

Bilan financier

| Nature des coûts | Montant total | Montant annuel ¹ |
|---|----------------------|-----------------------------|
| Cout estimatif du projet [€ HT] | 2 276 979 €HT | 227 698 €HT |
| Montant estimatif de subventions [€ HT] | 83 814 €HT | 8 381 €HT |
| Cout estimatif du projet subventions déduites [€ HT] | 2 193 165 €HT | 219 317 €HT |

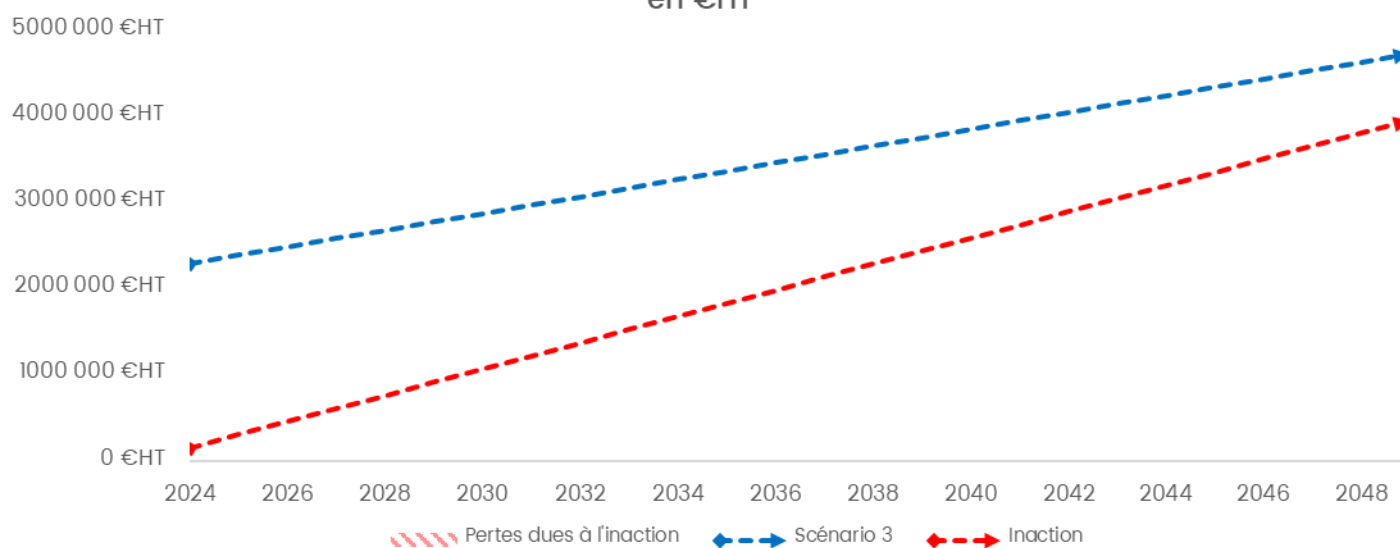
¹ Bilan financier réalisé sur 10 ans.

Scénario 3 - Objectif 2050 : -60%

Coût de l'inaction

Coût de l'inaction

en €HT



| Coût cumulé sur 25 ans | Scénario 1 | Inaction | Pertes dû à l'inaction |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| Investissement (CAPEX) ¹ | 2 193 165 €HT | | |
| Factures énergétiques ² | 2 541 163 €HT | 3 965 682 €HT | -1 424 519 €HT |
| Total | 4 734 328 €HT | 3 965 682 €HT | 768 464 €HT |

¹ Investissement (CAPEX) : Représente le coût d'investissement du scénario, de la conception à la mise en service.

² Factures énergétiques : Représente le montant des factures énergétiques, cumulé sur une période de 25 ans.





Scénario 3 – Objectif 2050 : -60%

Descriptif technique des solutions retenues

| P1 Isolation plancher bas (garage) | |
|-------------------------------------|--|
| Parois à isoler | Plancher bas en contact avec le garage |
| Surface approximative à isoler [m²] | 928 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 3 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de roche ($\lambda = 0,035$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 115 mm |
| Confort d'été | Performance moyenne |

| P2 Isolation planchers extérieurs (décrochés) | |
|---|--|
| Parois à isoler | Plancher bas en contact avec l'extérieur (décrochés) |
| Surface approximative à isoler [m²] | 237 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 3 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de roche ($\lambda = 0,035$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 115 mm |
| Confort d'été | Performance moyenne |

| P3 Isolation en plénum | |
|-------------------------------------|--|
| Parois à isoler | Plafond en contact avec les combles (zones techniques) |
| Surface approximative à isoler [m²] | 164 m² |
| Résistance thermique [m².K/W] | ≥ 5 m².K/W |
| Matériaux isolant | Laine de chanvre ($\lambda = 0,04$) |
| Épaisseur de l'isolant [mm] | 200 mm |
| Confort d'été | Performant |

| P4 Remplacement des portes et menuiseries | |
|--|--|
| Menuiseries à remplacer | Remplacement de l'entièreté des menuiseries. |
| Nombre de menuiseries à remplacer | 1350 |
| Coefficient de transmission [W/m².K] selon NF EN 14 351-1+A3 | $U_w \leq 1,3$ |
| Facteur solaire selon XP P 50-779 | $Sw \leq 0,35$ |
| Matériaux | Aluminium |
| | |

| P5 Horloge (extracteur sanitaire) | |
|-----------------------------------|--------------|
| Programmation | Hebdomadaire |
| Nombre | 1 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| P6 Remplacement des CTA | |
|---|---|
| Système à remplacer | Centrales de traitement d'air |
| Débit nominal [m³/h] | 12000 |
| Puissance des ventilateurs au débit nominal [W] | Extraction : 2 900 W Soufflage : 2 990 W |
| Rendement de l'échangeur | Rendement été : 77,56% Rendement hiver : 80,47% |
| Technologie ventilateur | |
| Régulation | Débit variable en fonction du taux de CO2 et/ou de l'humidité |
| Option disponible | Batterie électrique / eau chaude / change-over / détente direct |





| P7 Remplacement de la pompe à chaleur | |
|---|---|
| Système à remplacer | Pompe à chaleur LENNOX NAH 380D NM4M |
| Puissance (chauffage / refroidissement) (kW) | 441 / 413 |
| COP / EER nominal | 3,8 / 2,81 |
| | |
| | |

| P8 Relamping LED | |
|--|--|
| Luminaires à remplacer | Éclairages incandescents et fluocompactes |
| Efficacité lumineuse [lm/W] | ≥ 120 lm/W |
| Indice de rendu des couleurs selon NF EN 62717 [IRC] | ≥ 90 |
| Indice de protection aux chocs selon NF EN 62262 [IK] | ≥ 10 |
| Durée de vie selon EN 62722-2-1 [h] | ≥ 50 000 h |

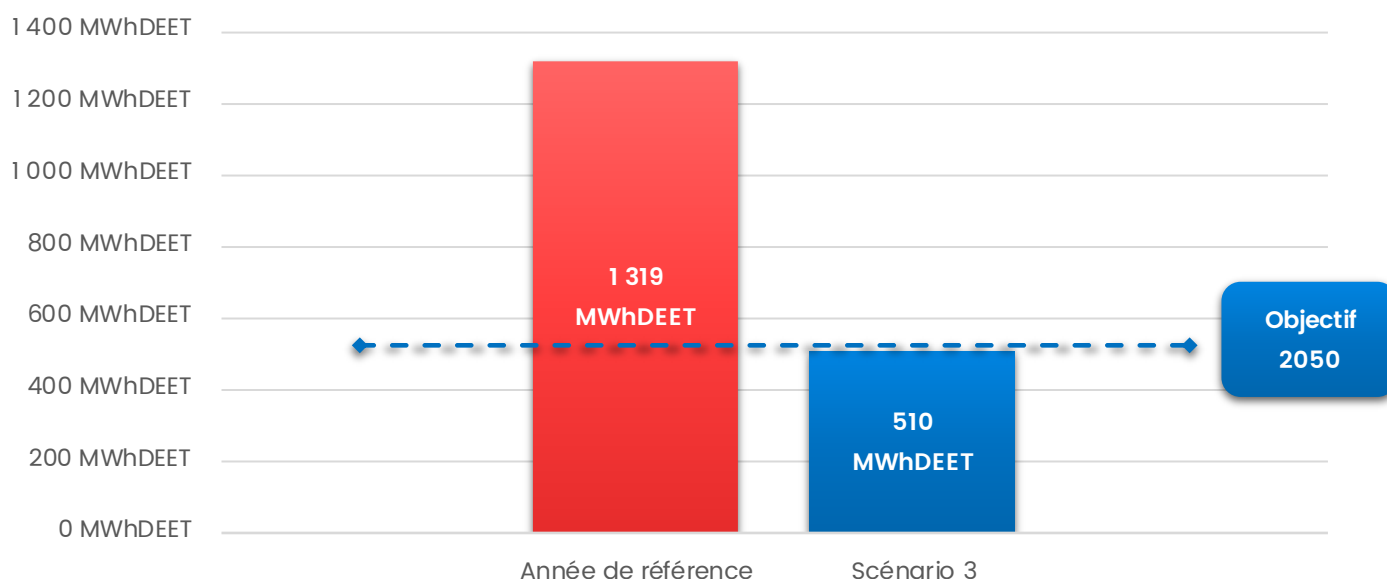




Scénario 3 – Objectif 2050 : -60%

Fiche Décret Tertiaire

Objectif du scénario selon le Décret Tertiaire en MWhDEET



| Exigences du décret tertiaire : | Respect de l'exigence : |
|--|-------------------------------------|
| Atteinte de l'objectif 2050 selon la méthode de détermination des objectifs choisie préalablement : | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La réalisation des travaux ne doit pas entraîner une augmentation des émissions de gaz à effet de serre (Article 16) : | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La réalisation des travaux ne doit pas entraîner une diminution du recours aux énergies renouvelables (Article 16) : | <input checked="" type="checkbox"/> |

Ce scénario respecte l'ensemble des exigences nécessaires à l'atteinte de l'objectif 2050 du Dispositif Éco Énergie Tertiaire.





10 SYNTHÈSE DES ATTEINTES RÉGLEMENTAIRES

| Réglementation | État initial | Scénario 1 Objectif 2030 : -40% | Scénario 2 Objectif 2040 : -50% | Scénario 3 Objectif 2050 : -60% |
|---|--------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| DEET : Objectif 2030 | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ |
| DEET : Objectif 2040 | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ |
| DEET : Objectif 2050 | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Décret BACS | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Loi ENR : Photovoltaïque ou toiture végétalisée | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Calorifugeage et régulation par pièce | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Commentaire :

Nous pouvons remarquer que les trois scénarios présentés permettent de respecter les réglementations liées au décret BACS ainsi qu'au décret tertiaire. En revanche, ces derniers ne permettent pas d'obtenir une conformité vis-à-vis de la loi ENR. Le bâtiment se trouvant en périmètre de protection des ABF aux titres des abords de monuments historiques, une demande auprès de cet organisme est nécessaire afin de statuer sur la pertinence d'une installation de cette nature ou d'une dérogation.





11 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

INFORMATIONS CONCERNANT L'AUDITEUR

| | |
|--------------------|--|
| Raison sociale | Efficiencies (SAS) |
| Adresse | 43 Quai Saint Vincent, 69001 LYON |
| SIRET | 87 805 356 000 024 |
| Contact | Mail : lyon@efficiencies.fr - Téléphone : 04 65 84 00 74 |
| Qualification | OPQIBI RGE Audit Énergétique 1905 n° 20 12 4107 |
| Logiciel utilisé | PERRENOUD - BAO Evolution SED - Version : V.2.0.74 du 14/02/2024 |
| Méthode de calcul | STSm |
| Version de l'audit | 2 |
| Date de l'étude | 27/03/2024 |

INFORMATIONS CONCERNANT LE MAÎTRE D'OUVRAGE

| | |
|----------------------|--|
| Maître d'ouvrage | Direction Interdépartementale des Routes du Massif Central |
| Adresse MOA | 60 avenue de l'union soviétique, Clermont Ferrand 63000 |
| Contact MOA | Damien FALGOUX (responsable du bureau finances, budget, moyens généraux) |
| Mail - Téléphone | damien.falgoux@developpement-durable.gouv.fr - 06 66 06 24 25 |
| Référence de l'audit | N°24-7 - Direction Interdépartementale des Routes - Clermont Ferrand |

INFORMATIONS CONCERNANT LE SITE

| | |
|---------------------|--|
| Nom du site | Direction Interdépartementale des Routes du Massif Central |
| Adresse du site | 60 avenue de l'union soviétique, Clermont Ferrand 63000 |
| Surface de plancher | 10 364 m²SP |



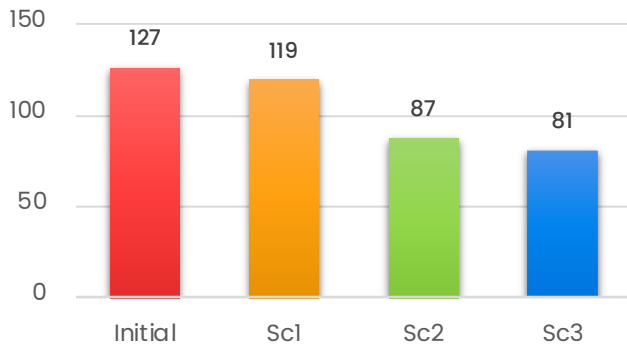


| SYNTHÈSE | ÉTAT INITIAL | SCÉNARIO 1 | SCÉNARIO 2 | SCÉNARIO 3 |
|---|--------------|------------|------------|------------|
| RÉSULTATS ÉNERGÉTIQUES | | | | |
| Etiquette énergétique | D | D | C | C |
| Cep [kWhEP/m² _{SP.an}] | 291 | 275 | 201 | 187 |
| Cef [kWhEF/m² _{SP.an}] | 127 | 119 | 87 | 81 |
| Réduction des consommations en énergie primaire [% _{EP}] | | 6% | 31% | 36% |
| Réduction des consommations en énergie finale [% _{EF}] | | 6% | 31% | 36% |
| RÉSULTATS ENVIRONNEMENTAUX | | | | |
| Classe d'émission de gaz à effet de serre | B | B | B | B |
| Émissions de gaz à effet de serre [kgeqCO ₂ /m² _{SP.an}] | 8 | 8 | 6 | 5 |
| Réduction des émissions de gaz à effet de serre [%kgeqCO ₂] | | 6% | 31% | 36% |
| RÉSULTATS FINANCIERS | | | | |
| Facture énergétique annuelle A0 [€ HTVA] | 152 526 | 143 906 | 105 409 | 97 737 |
| Economies financières [% _{CHT}] | | 6% | 31% | 36% |
| Montant du projet [€ HT] | | 146 536 | 2 149 846 | 2 276 979 |
| Montant des subventions [€] | | 24 959 | 66 617 | 83 814 |
| Temps de retour sur investissement [année] | | 14 | 44 | 40 |

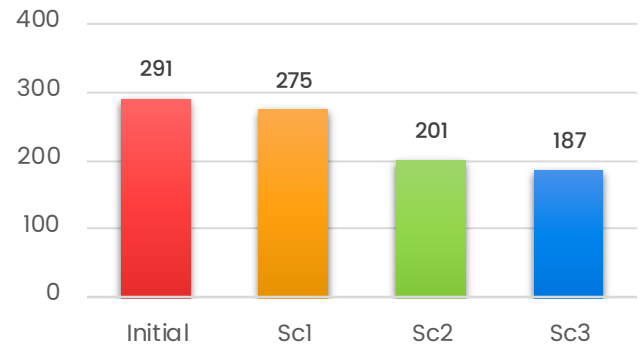




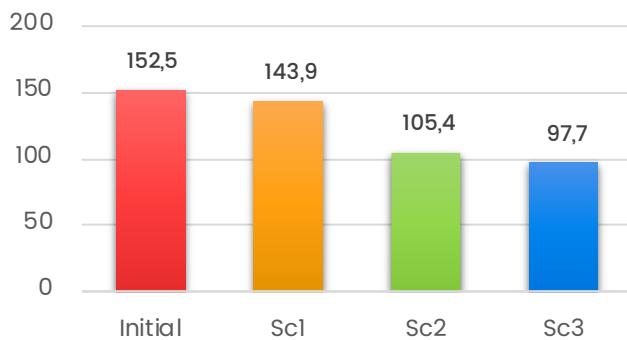
Cef
en kWhEF/m².an



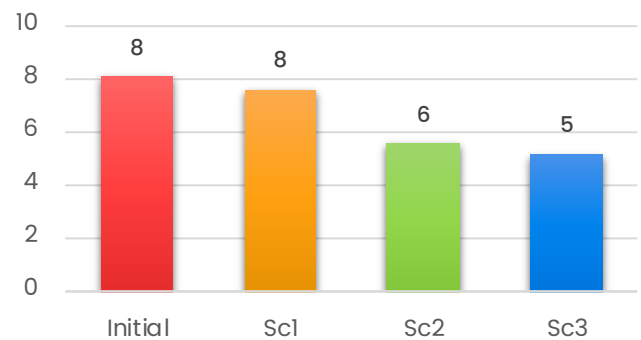
Cep
en kWhEP/m².an



Factures énergétiques
en k€ HTVA

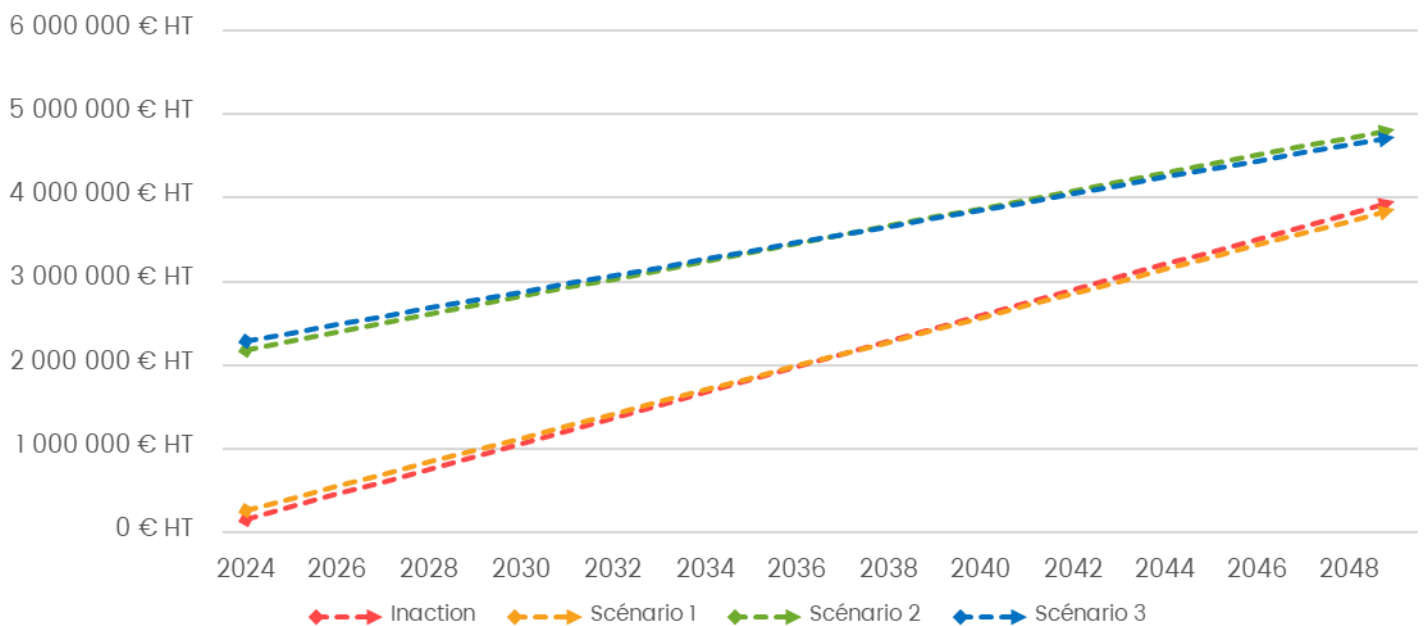


Émissions de G.E.S
en kgeqCO₂/m².an



Synthèse économique

en € HT





| SYNTHÈSE | ÉTAT INITIAL | SCÉNARIO 1 | SCÉNARIO 2 | SCÉNARIO 3 |
|--------------------|--------------|--|--|--|
| DÉTAIL DES TRAVAUX | | | | |
| Détail des travaux | | Isolation plancher bas (garage) | Isolation plancher bas (garage) | Isolation plancher bas (garage) |
| | | Isolation planchers extérieurs (décrochés) | Isolation planchers extérieurs (décrochés) | Isolation planchers extérieurs (décrochés) |
| | | Isolation des combles perdus | Isolation des combles perdus | Isolation des combles perdus |
| | | Relamping LED | Remplacement des portes et menuiseries | Remplacement des portes et menuiseries |
| | | | Horloge (extracteur sanitaire) | Horloge (extracteur sanitaire) |
| | | | Remplacement des CTA | Remplacement des CTA |
| | | | Relamping LED | Remplacement de la pompe à chaleur |
| | | | | Relamping LED |





12 GLOSSAIRE

| | | |
|-----------------------------------|---|--|
| Arrêté du 15 septembre 2006 | : | Diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments ou parties de bâtiment autres que d'habitation existants proposés à la vente en France métropolitaine |
| Articles R4222 du code du travail | : | Aération, assainissement (Articles R4222-1 à R4222-26) |
| ISO 50 001 | : | Norme internationale visant à réduire l'impact sur le climat à travers le management de l'énergie. |
| NF C 15-100 | : | Norme française obligatoire qui réglemente les installations électriques basse tension. |
| NF EN 12831 | : | Systèmes de chauffage dans les bâtiments - Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base |
| RE 2020 | : | Réglementation Environnementale 2020 |
| RSDT | : | Règlement Sanitaire Départemental Type |
| RT 2000 | : | Réglementation Thermique 2000 |
| RT 2005 | : | Réglementation Thermique 2005 |
| RT 2012 | : | Réglementation Thermique 2012 |
| UE N° 813/2013 | : | Règlement européen définissant les exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage des locaux |





13 ANNEXE

13.1 Annexe 1 : Certificat de qualification OPQIBI



104, rue Réaumur
75002 PARIS
Tél. : 01 55 34 96 30
Email : opqibi@opqibi.com
Site web : www.opqibi.com

N° dossier : 4393 I
liste : 070 CA3

Certificat de Qualification N° 20 12 4107

Période du : 01/12/2023 au 01/12/2024

Nom ou dénomination : EFFICIENCIES
Adresse : 43 Quai Saint Vincent

Code postal, ville : 69001 LYON
Téléphone : 0662876387
Télécopie :

Forme juridique : SAS (Sté par Actions Simplifiée)
Registre du commerce : 878053560 LYON
Capital social en € : 4 000
Apparement : SAS ENERGYGO 60%

E-mail : theo.vasquez@efficiencies.fr
Site internet : www.efficiencies.fr
N° siren : 878053560
N° siret : 878053560 00024
Code NAF : 7490B
Assurance(s) : AXA FRANCE IARD

Chiffre d'affaires Total H.T. pour 2022 en K€ : 400
Chiffre d'affaires Ingénierie H.T. pour 2022 en K€ : 400
Effectifs permanents déclarés pour 2022 : 6
Personne(s) ayant le pouvoir d'engager la structure :
Monsieur VASQUEZ-HERBERT Théo

Fonction :
Président

Qualification(s) attribuée(s) sur la base du référentiel de l'OPQIBI
valable(s) jusqu'au : 01/12/2024
(Sous réserve des contrôles annuels effectués par l'Organisme)

Performance énergétique

Date d'effet

1905 Audit énergétique des bâtiments (tertiaires et/ou habitations collectives)

14/12/2022

Signature du Responsable

Cachet de l'OPQIBI

Le Président de l'OPQIBI

OPQIBI
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
104 rue Réaumur
75002 PARIS
☎ 01 55 34 96 30 - 📠 01 42 36 51 90

François Guillot





13.2 Annexe 2 : Réglementation en vigueur et leurs échéances

