



Services en **efficacité énergétique** des Bâtiments

25 avril 2023



Rapport Audit énergétique

Décret Tertiaire

Saclay

Írta

Certificat de Qualification

n° 32429 - 7

Organisme qualifié :

GADS

Adresse :

**16 rue Edouard Nieuport
92150 - SURESNES
FRANCE**

Forme juridique :

Société par actions simplifiée (SAS)

Nom du responsable légal du
qualifié :

M. Maxime PERTHU (Président)

Compagnie d'assurance auprès
de laquelle le qualifié est assuré :

SwissLife

**Le LNE atteste que l'organisme qualifié, désigné ci-dessus,
satisfait à l'ensemble des critères définis dans
le référentiel LNE de qualification
des prestataires d'audits énergétiques**

Domaines de la (ou des) qualification(s) attribuée(s) :

Transport
Procédés Industriels
Bâtiments

**Lieu de rattachement des référents techniques :
16 rue Edouard Nieuport - 92150 SURESNES**

Date d'effet : 21 octobre 2021

Date d'échéance du certificat : 22 octobre 2022

Durée de validité de la qualification : 4 ans (jusqu'au 22/10/2023)

(sous réserve des contrôles annuels effectués par l'Organisme de qualification)



Renouvelle le certificat 32429-6



Pour le Directeur Général

Responsable du Pôle Certification Environnement, Sécurité et
Performance

00 . SOMMAIRE

Audit Energétique Décret Tertiaire - INRIA Saclay

1. CONTEXTE DE LA MISSION (P.4)

2. SYNTHÈSE IMMOBILIÈRE ET ENERGETIQUE (P.7)

3. VOLET ANALYSE ENERGETIQUE DU SITE (P.11)

- 3.1. Informations sur le site
- 3.2. Répartitions des consommations énergétiques
- 3.3. Evolution de la consommation
- 3.4. Analyse des puissances souscrites et de la facture d'électricité
- 3.5. Inventaire technique du site
- 3.6. Avis sur les équipements
- 3.7. Avis sur le contrat de maintenance
- 3.8. Réglementation F-GAS

4. VOLET THERMIQUE DU SITE (P.23)

- 4.1. Simulation Thermique Dynamique
- 4.2. Hypothèses et Scénarios
- 4.3. Composition des parois opaques et vitrées
- 4.4. Répartition des déperditions thermiques
- 4.5. Analyse du confort
- 4.6. Besoin thermique par zone
- 4.7. Synthèse thermique par zone
- 4.8. Action de performance thermique

5. VOLET ELECTRIQUE (P.36)

- 5.1. Extrapolation annuelle
- 5.2. Potentiel d'économies par usages
- 5.3. Analyse des courbes de charges
- 5.4. Actions de performance énergétique
- 5.5. Plan d'action global
- 5.6. Scénario total

6. ANNEXES (P.65)

- 6.1. Méthodologique d'extrapolation des mesures
- 6.2. Récapitulatif des gains par usages
- 6.3. Glossaires Décret Tertiaire et Technique



L'INRIA a mandaté l'entreprise Citron® afin d'approfondir la **stratégie d'efficacité énergétique de ses activités** et répondre à l'obligation de mettre en œuvre des actions d'améliorations énergétiques.

L'INRIA cherche à atteindre les objectifs de gains énergétiques réglementaires conformément au **Décret Tertiaire** du 23 juillet 2019, à l'Arrêté dit « Méthode » du 10 Avril 2020, et à l'Arrêté dit « Valeur Absolues I », relatifs aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans les collèges et bâtiments départementaux à usage tertiaire.

Une **première phase** permet de :

- Définir le périmètre du Décret Tertiaire en fonction de l'activité de Recherche
- Définir les années de références par site et commune à tous les sites
- Réaliser les déclarations OPERAT

La **seconde phase** permet de :

- Consolider des études énergétiques précédentes via les audits et les simulations thermiques
- Etudier de manière approfondie les systèmes CVC
- Identifier des actions d'économies d'énergies afin de cibler un plan d'action de travaux dans le cadre du Décret Tertiaire

La **troisième phase** permet de :

- Consolider la stratégie Décret Tertiaire grâce aux études
- Élaboration d'un schéma directeur énergie et plan budgétaire travaux
- Renseignement OPERAT

Les textes de lois sortis au 06 avril 2022 ne mentionnent pas de méthode parfaite pour définir le périmètre lorsque plusieurs activités sont imbriquées sur le même site. Dans le cas de l'INRIA : la complexité est élevée de part les **mouvements récurrents des activités** au sein des sites, et à la **proximité** des activités tertiaires et de recherches, complexifiant le **comptage des consommations**.

Citron® vous propose une **analyse des textes** de lois à date, une **méthodologie pragmatique** de sélection du périmètre, puis une analyse site par site afin de retenir le **périmètre assujéti** au décret tertiaire

CONTEXTE



La mission confié par l'INRIA à Citron® sur l'aspect technique du projet se décompose en **plusieurs étapes** :

- La **consolidation des études énergétiques** réalisées entre 2017 et 2018 pour les rapprocher des arrêtés du Décret Tertiaire ;
- Une **étude énergétique complète** et conforme aux arrêtés du Décret Tertiaire pour le site de Sophia ;
- Un **état des lieux** des organes techniques : maintenance et exploitation ;
- Une identification de l'ensemble des **actions d'amélioration** de la performance énergétique du patrimoine
- Des **programmes d'actions** échelonnés via des budgets annuels et cohérents avec les objectifs du Maître d'Ouvrage permettant d'atteindre les objectifs ;
- Toutes les notes techniques justifiant la **modulation des objectifs**.

Citron® et Sage Energie utiliseront les résultats de leurs nouvelles visites pour approfondir l'inventaire technique en incluant un bilan réglementaire des installations et les spécificités du Décret Tertiaire telles que la répartition des équipements et des activités sur le site. Ces visites mettront aussi en évidence de nouvelles actions à intégrer au plan d'actions existant et les consommations à surveiller afin de suivre les dérives, les gains de la mise en place d'actions ou encore de dissocier ces postes des objectifs à atteindre.

CONTEXTE



L'entreprise INRIA a mandaté l'entreprise Citron afin de réaliser un audit énergétique de ses bâtiments dans le cadre du Décret Tertiaire.

Le présent rapport d'audit suit la norme NF EN 16247 et suit le domaine d'application des bâtiments. Il concerne l'étude des consommations énergétiques des bâtiments situés Rue Honoré d'Estienne d'Orves 91120 Palaiseau. L'ensemble du patrimoine INRIA sera audité par Citron au cours de l'été 2022, sur toute la France. Les calculs relatifs aux objectifs décret tertiaire sont basés sur la réglementation en vigueur au 31 Août 2021.

Les factures d'électricité servant de référence à l'audit et pour le calcul de l'année de référence ont été récupérées via la plateforme Citron® Energie, les données récupérées sur site et les données fournies par les distributeurs d'énergies.

Ce rapport est délivré par Citron le 31/08/2022. Il repose sur une campagne de mesures des consommations énergétiques du site. La campagne de mesures a été réalisée aux dates suivantes :

| Site | Date de visite technique |
|--------|--------------------------|
| Saclay | 15/03/2022 |

L'ingénieur spécialisé en efficacité énergétique des bâtiments en charge du projet, Benoit Morin a ainsi pu en dégager les points forts et les points à améliorer. Cet auditeur est rattaché au référent Vincent Constant.

L'ingénieur en charge de l'audit s'est également rendu sur site afin de récolter l'ensemble des informations sur les équipements des sites. En effet, tous les types de matériels concernés par les usages relevés ont été répertoriés en parcourant le site et permettront ainsi d'avoir une vision claire de la puissance développée au sein des sites.

INRIA

Nom : Catherine Fourot-Stamm

Tel : 06 77 63 07 79

E-mail : catherine.fourot-stamm@inria.fr

SAGE ENERGIE

Nom : Alexandre Mazeline

Fonction : Ingénieur Energie

Tél : 06 87 14 33 23

E-mail : amazeline@sage-energie.fr

Citron®

Nom : Benoit Morin

Fonction : Energy Manager

Tél : 06 35 28 76 75

E-mail : b.morin@citron.io

2. Synthèse énergétique



QUESTIONS SOULEVÉES

- Quelle est la performance globale du Centre INRIA Saclay
- Quelles sont les informations clés ?

Les deux tranches du bâtiment de l'INRIA Saclay possèdent de très **bonnes caractéristiques thermiques** et des **équipements performants**.

La **production de chaleur** est assurée par deux sous-stations du réseau de chaleur relié à l'école Polytechnique.

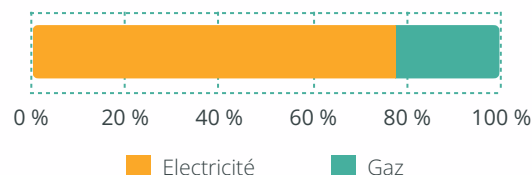
La **distribution de chaleur** des bureaux de DIGITEO 1 est réalisée via des **radiateurs eau chaude** reliés à la **sous-station** de cette tranche. La distribution sur DIGITEO 2 se fait via des **dalles actives réversibles** (chaud et froid) reliées à la sous-station pour le chaud et au **Groupe Froid pour le rafraîchissement**. Les bureaux ne sont pas climatisés, cependant, les salles de réunions du site sont équipées de **Splits alimentés via les VRV** en toiture.

INFORMATIONS SUR LE SITE

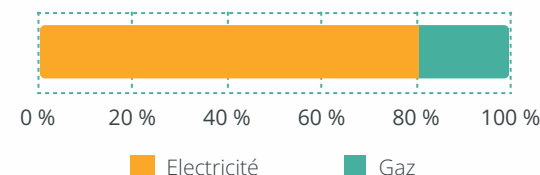
Volumes annuels de consommations énergétiques

Janvier - Décembre 2021

2 122 386 MWh_{EF}



199 334,4 €_{TTC}



Nota : Concernant le décret tertiaire, il est stipulé à l'article 16 (mesures particulières) de l'arrêté du 24 novembre 2020 que " *en raison du contexte sanitaire rencontré au cours de l'année 2020, les données de consommations énergétiques de l'année 2020 ne peuvent être considérées comme représentatives.*" aussi, nous avons privilégié de réaliser l'étude des consommations sur l'année 2021.



ADRESSE

Le site est situé 1 Rue Estiennes d'Orves, 91120 Palaiseau



SURFACE PLANCHER

DIGITEO 1 : 6 064 m²
DIGITEO 2 : 4 844 m²



ACTIVITÉ

Bureaux de recherche
ouverts du lundi au
vendredi de 7h30 à 20h30



BÂTIMENT

Le bâtiment est constitué de deux tranches construites en 2012 (DIGITEO 1) et 2016 (DIGITEO 2)



OCCUPATION

Effectif de 2021 : 546
occupants dont 137
personnes de la structure
hébergée ALIX



RÉGLEMENTATION

Le bâtiment est assujéti au
Décret tertiaire

Synthèse Décret Tertiaire



CARACTÉRISTIQUES DU SITE :

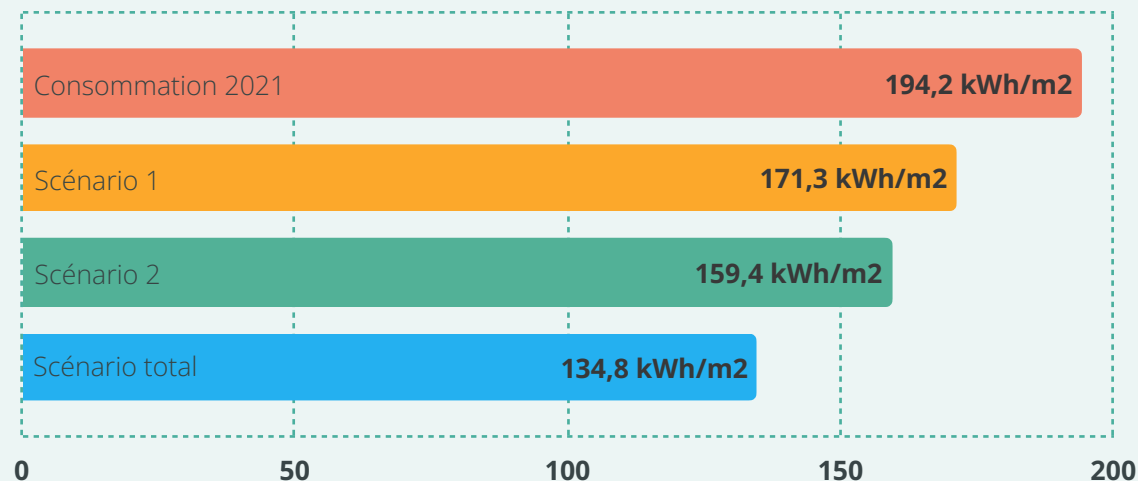
Site situé : 1 Rue Honoré d'Estienne d'Orves, 91120 Palaiseau

- Impact environnemental en 2021 : **81,24 tCO₂**
- Surface de plancher : **10 908 m²**
- Date de construction : **2012**
- Horaires de présence
Lundi au vendredi : **7h30 à 21h30**
- Occupant : **INRIA, LIX/DIX**

Cabs = Objectif en Valeur Absolue déterminé selon le type d'activité, la zone climatique et l'altitude du site

Crelat = Objectif en Valeur Relative déterminé à partir d'un pourcentage de la consommation de référence (40% en 2030 / 50% en 2040 / 60% en 2050)

SCÉNARIO AUDIT ÉNERGÉTIQUE



DÉTERMINATION DE L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE

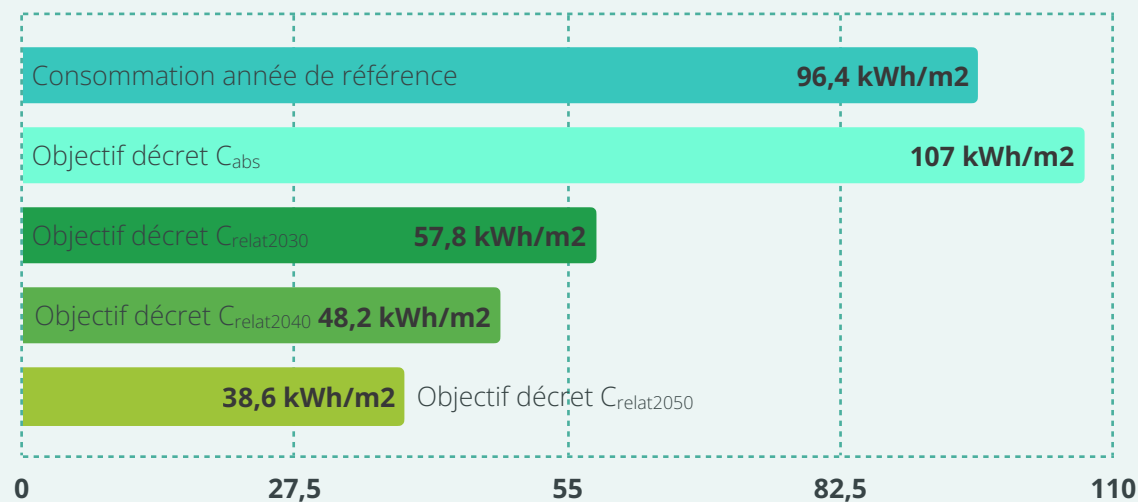
Année de référence $C_{réf}$ calculée : **2019**

Consommation de référence brute : **1 882 069 kWh**

Consommation de référence ajustée Tertiaire : **156 558 kWh**

Surface Tertiaire : **1 592 m²** surface de plancher

MARCHE RESTANTE DÉCRET TERTIAIRE



RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIES

| Désignation | Source | Usage | Type d'énergie | Gains annuels | | | | | Budget (€) TTC | TRI Hors CEE | CEE (€) | TRI Brut |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|---------------|-----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|---------|-----------------|
| | | | | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso du fluide | % conso totale | Impact carbone | | | | |
| Action A : Sensibilisation à l'utilisation des prises de courant | Citron® | Prises de courant | Électricité | 33 641 kWh | 2 396 € | 2,0 % | 2,0 % | 2,2 tCO2 | - | Immédiat | - | Immédiat |
| Action B : Ajustement des consignes | STD | Chauffage | Gaz | 38 824 kWh | 7 365 € | 7 % | 2,0 % | 8,4 tCO2 | - | Immédiat | - | Immédiat |
| | | Climatisation | Électricité | 28 074 kWh | 9 562 € | 2,4 % | 1,1 % | 1,82 tCO2 | - | Immédiat | - | Immédiat |
| Action C : Finalisation du remplacement de la GTC | SAGE Énergie | Tous | Electricité | 21 042 kWh | 4 208 € | 4 % | 1,0 % | 4,8 tCO2 | - | Immédiat | - | Immédiat |
| Action D : Conduite liée à la mise en place d'un intéressement | SAGE Énergie | - | Gaz | 10 521 kWh | 2 104 € | 2 % | 0,5 % | 2,4 tCO2 | 2 000 € | 2 mois | - | 2 mois |
| | | - | Électricité | 32 882 kWh | 11 838 € | 2 % | 1,5 % | 2,1 tCO2 | | | | |
| Action E : Pilotage des dalles actives via la GTC | STD | Chauffage | Électricité | 49 581 kWh | 3 498 € | 3 % | 2,3 % | 3,2 tCO2 | 1 120 € | 4 mois | - | 4 mois |
| Action F : Mise en place d'une plage horaire sur l'utilisation des VMC | SAGE Énergie | Ventilation | Électricité | 2 637 kWh | 949 € | 0,2 % | 0,1 % | 0,2 tCO2 | 1 000 € | 1 an et 1 mois | - | 1 an et 1 mois |
| Action G : Installation de détecteurs de présence | Citron® | Éclairage | Électricité | 42 986 kWh | 3 085 € | 2,6 % | 0,9 % | 2,8 tCO2 | 6 000 € | 1 an et 11 mois | - | 1 an et 11 mois |
| Action H : Mise en place de calorifuge sur les désemboueurs | SAGE Énergie | Chauffage | Gaz | 5 261 kWh | 1 052 € | 1 % | 0,2 % | 1,2 tCO2 | 3 200 € | 3 ans | - | 3 ans |
| Action I : Asservissement du taux d'air neuf au CO2 | SAGE Énergie | CTA | Gaz | 1 261kWh | 252 € | 0,2 % | 0,1 % | 0,3 tCO2 | 2 982 € | 4 ans et 5 mois | - | 4 ans et 5 mois |
| | | | Électricité | 1 165 kWh | 420 € | 0,1 % | 0,1 % | 0,1 tCO2 | | | | |

A noter que la combinaison des actions impactant le même usage ne peut s'obtenir en sommant les actions individuellement

RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIES

| Désignation | Source | Usage | Type d'énergie | Gains annuels | | | | | Budget (€) TTC | TRI Hors CEE | CEE (€) | TRI Brut |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------|---------------|-----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|-------------------|
| | | | | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso du fluide | % conso totale | Impact carbone | | | | |
| Action J : Équilibrage des réseaux hydrauliques | SAGE Énergie | Chauffage | Électricité | 10 521 kWh | 2 104 € | 2 % | 0,5 % | 2,4 tCO2 | 10 000 € | 4 ans et 9 mois | - | 4 ans et 9 mois |
| Action K : Remplacement du groupe de froid à eau perdue par une machine à absorption | SAGE Énergie | Production de froid | Électricité | 80 346 kWh | 28 924 € | 4,9 % | 3,7 % | 5,1 tCO2 | 150 000 € | 5 ans et 2 mois | - | 5 ans et 2 mois |
| Action L : Installation de panneaux photovoltaïque | Citron® | Tous | Électricité | 112 900 kWh | 40 673 € | 7 % | 5,3 % | 3,7 tCO2 | 288 721 € | 7 ans | - | 7 ans |
| Action M : Installation d'un kit adiabatique | Citron® | Production de froid | Électricité | 27 671 kWh | 1 953 € | 1,7 % | 1,3 % | 1,8 tCO2 | 15 000 € | 7 ans et 8 mois | - | 7 ans et 8 mois |
| Action N : Mise en place de variateurs de vitesse et de sondes CO2 sur les CTA DIG1 | SAGE Énergie | CTA | Gaz | 7 035 kWh | 1 407 € | 1,3 % | 0,3 % | 1,6 tCO2 | 32 000 € | 10 ans et 4 mois | - | 10 ans et 4 mois |
| | | | Electricité | 4 662 kWh | 1 678 € | 0,3 % | 0,2 % | 0,3 tCO2 | | | | |
| Action O : Relamping LED | Citron® | Éclairage | Électricité | 79 714 kWh | 5 722 € | 4,8 % | 3,8 % | 5,2 tCO2 | 66 667 € | 11 ans et 8 mois | 3 210 € | 11 ans et 1 mois |
| Action P : Mise en place d'une ventilation double flux à la place de la ventilation naturelle | SAGE Énergie | Ventilation | Gaz | 56 423 kWh | 10 041 € | 12,2 % | 3,0 % | 14,1 tCO2 | 200 000 € | 19 ans et 11 mois | - | 19 ans et 11 mois |
| Action R : Réaliser un retrofit des CTA | Citron® | CTA | Électricité | 15 880 kWh | 1 129 € | 1 % | 0,7 % | 1,0 tCO2 | 125 000 € | 110 ans et 8 mois | - | 110 ans et 8 mois |

A noter que la combinaison des actions impactant le même usage ne peut s'obtenir en sommant les actions individuellement

Volet

Analyse énergétique

du site

3.1. État des lieux énergétique

CARACTÉRISTIQUES DU SITE :

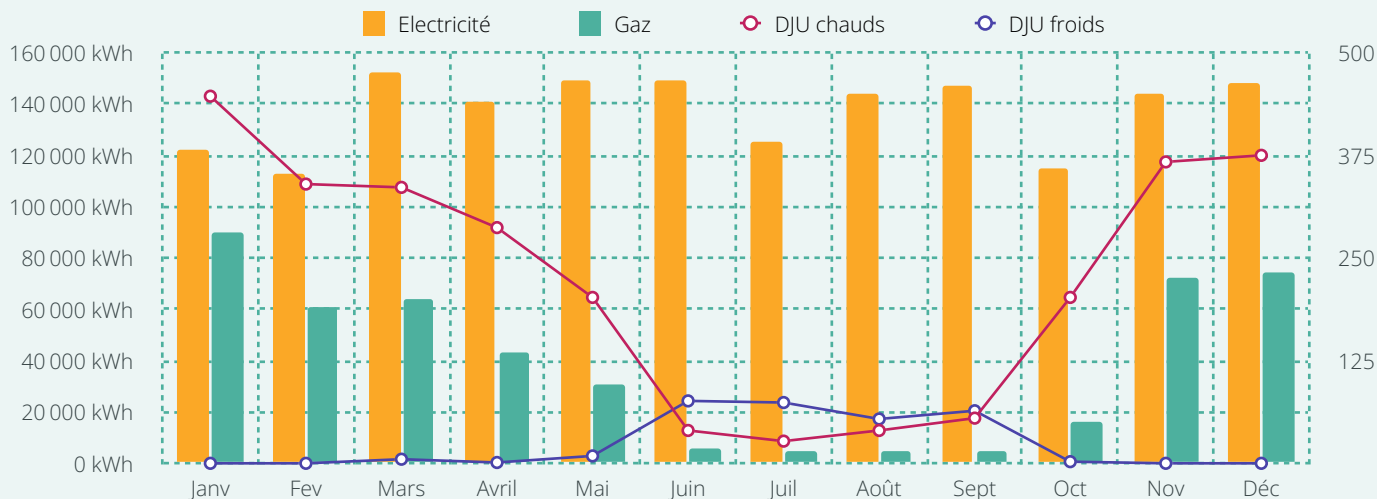
Site situé : 1 Rue Honoré d'Estienne d'Orves, 91120 Palaiseau

- Impact environnemental en 2021 : **81,24 tCO₂**
- Surface de plancher : **10 908 m²**



3.1.1 ANALYSE DE FACTURES

PÉRIODE D'ÉTUDE 2021



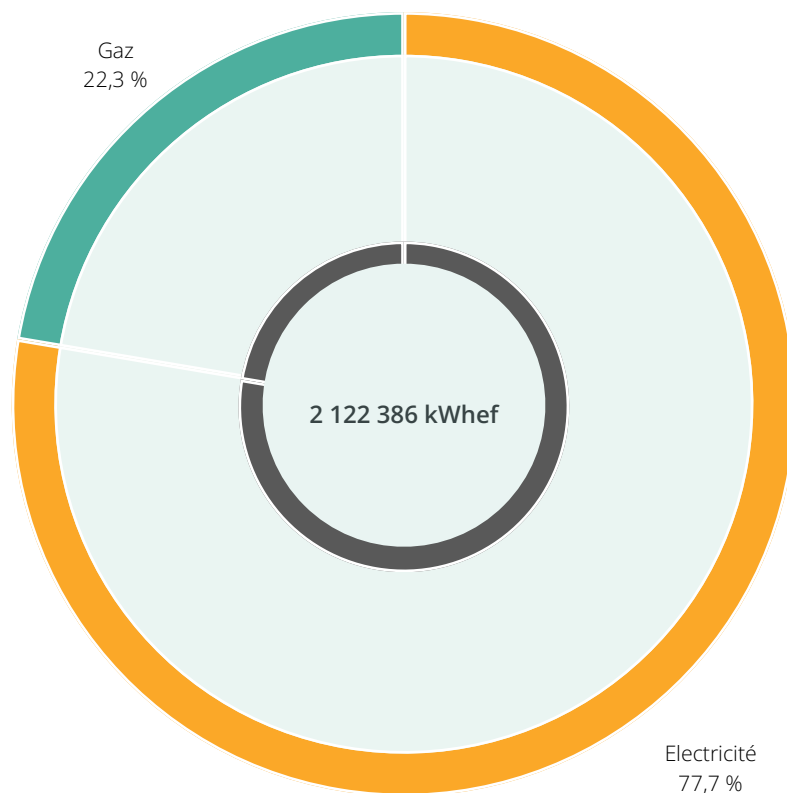
- Un point de livraison électrique chez le fournisseur ENGIE en Tarif HTA à 5 plages temporelles à point fixe, Segment C2 en Longue utilisation.
- 2 sous-stations Réseau de Chaleur Urbain repris à l'école POLYTECHNIQUE.
- Les factures énergétiques varient en fonction des paramètres climatique et de l'occupation

2 122 386
kWh

199 334,4
€ TTC

194,57
kWh/m²/an

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE TOTALE EN ÉNERGIE FINALE



AVIS SUR LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE

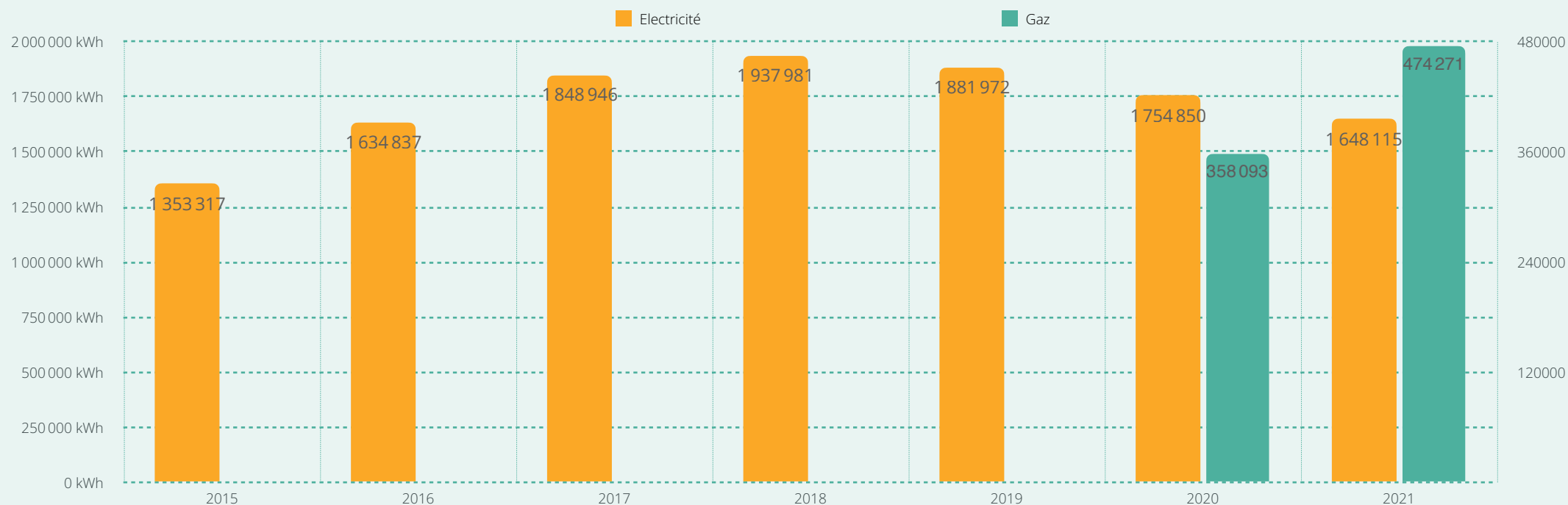
Le point de livraison électrique est situé dans le TGBT. De nombreux sous-compteurs électriques et calorifiques sont en place et télé-relevés via la GTB.

La distribution électrique des différents étages est répartie sur les deux bâtiments DIG 1 et DIG 2. En effet, DIG1 possède 2 Tableaux Divisionnaires par étage (RDC, R+1 et R+2) et DIG en possèdent 4 répartis par zone. Ces zones ne peuvent pas être définies comme une zone de recherche ou administrative, notamment dû à la mobilité régulière des équipes de l'INRIA.

De plus, des compteurs ont été placés dans les armoires onduleurs, local serveur, réseau ondulé de DIG 1 et DIG 2 afin de distinguer les consommations liées au réseau ondulé et salles serveurs des chercheurs.

Sur l'ensemble des TD, il existe des sous-compteurs par usage (Éclairage, PC, CVC). Les CTA, sous-stations et l'ensemble des départs calorifiques est également sous-comptés. Cela est très pertinent afin d'observer les dérives de consommation et cibler les usages énergivores du site.

EVOLUTION DES CONSOMMATIONS DE 2015 À 2021



OBSERVATIONS

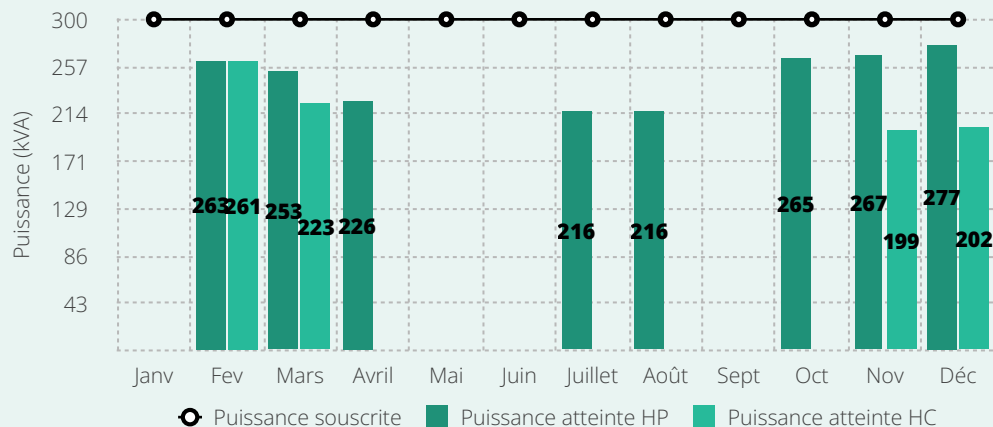
Les consommations électriques annuelles de 2015 à 2021 montrent une hausse de 2015 à 2018. Le bâtiment DIG2 a été construit en 2015 et n'était pas encore en exploitation complète cette année-là. Cela est également dû à la hausse de l'effectif sur le site. En effet, lors de l'audit sur l'année d'étude 2016, l'effectif était compris entre 200 et 300 personnes, alors qu'en 2021 il y a 546 personnes.

L'année 2018 a été une année très consommatrice, puis les consommations ont été réduites entre 2018 et 2021. Des actions de performances énergétiques ont engendré des baisses de consommation, comme un meilleur pilotage des usages via la GTB par exemple.

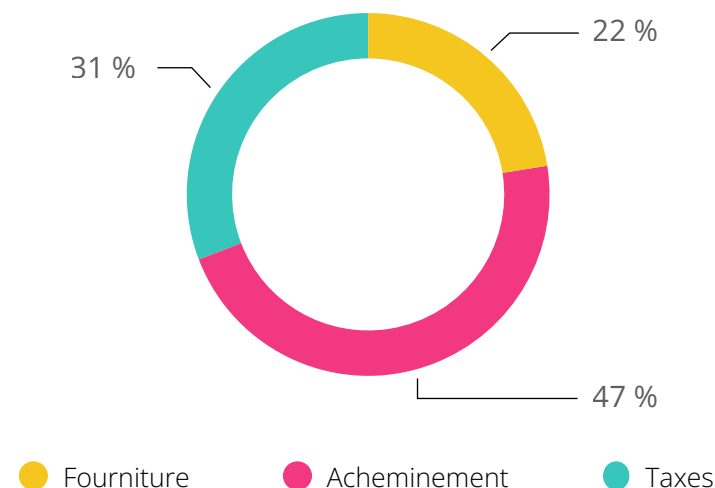
L'année 2020 est une année particulière avec le contexte sanitaire Covid-19, cependant, elle reste assez consommatrice malgré les confinements et le télétravail. On observe de manière logique une hausse de la consommation de gaz en 2021.

COMPARAISON DES PUISSANCES ATTEINTES ET SOUSCRITES

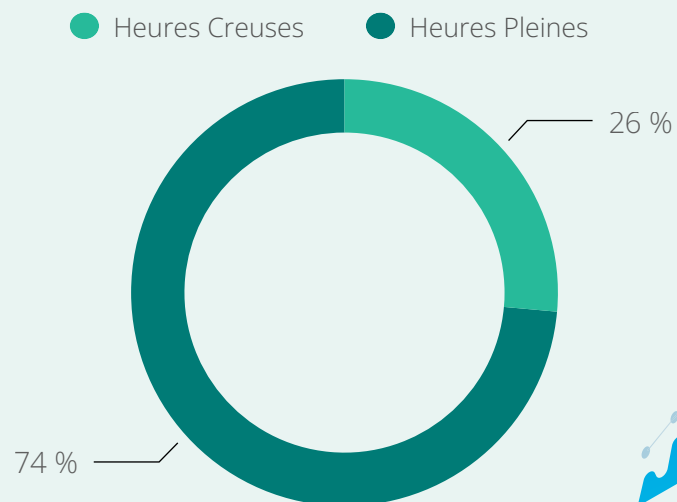
PDL N° 50033140368635



RÉPARTITION DES COÛTS SUR LA FACTURE



RÉPARTITION HEURES PLEINES - HEURES CREUSES



CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DES FACTURES

L'analyse des puissances atteintes sur la période de Janvier 2021 à Décembre 2021 a permis de mettre en évidence l'élément suivant :

- L'analyse des puissances atteintes montre que le contrat d'électricité est bien dimensionné par rapport au besoin. Certaines factures d'électricité sont en consommation « estimée » et donc ne présente pas de puissances atteintes sur ces dernières.
- **26 % des consommations** ont lieu en heures creuses, qui sont des périodes d'inoccupation.
- Cette consommation électrique en heures creuses correspond principalement à l'activité des serveurs, onduleurs et la climatisations de ces zones.

3.5.1 INVENTAIRE TECHNIQUE - CVC DIG 2



| Equipement | Nombre | Zone desservie | Marque | Modèle | Puissance | Etat | Commentaire |
|----------------------|--------|----------------|-----------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| CTA | 4 | DIG 2 | TRANE | CCEB 2-3 CEEB 2-3 CCEB 2-2 | 7 500 m3/h | Bon Bon Moyen | Batteries chaudes CTA Est et Ouest + Batterie froide CTA amphi |
| Groupe de pompe | 7 | DIG 2 | SALMSON | SIRIUX D 32-60 SIRIUX D 40-80 SIRIUX D 65-80 | - | Bon | - |
| V3V+Servomoteur | 13 | DIG 2 | BELIMO | SR24A-SR LR24A-SR SR230A-5 NV24A-SZ-TPC NR24A-SR | - | Bon | - |
| Echangeur | 3 | DIG 2 | CIAT | PWB 11 11 033H00 PWB 11 033L00 | 215 kW 300 kW 100 kW | Bon | - |
| Vase d'expansion | 3 | DIG 2 | CIMM | 300 L 50 L 35 L | - | Moyen | - |
| Variateur de vitesse | 3 | DIG 2 | SCHNEIDER | HVAC | - | Bon | - |



| Equipement | Nombre | Zone desservie | Marque | Modèle | Puissance frigorifique | Etat | Commentaire |
|--------------|--------|----------------|--------|----------|------------------------|------|-------------|
| Dry Cooler | 1 | DIG 2 | TRANE | BDC078m | 74,2 kW | Bon | - |
| Groupe Froid | 2 | DIG 2 | TRANE | CGAM 035 | 91 KW | Bon | - |

3.5.1 INVENTAIRE TECHNIQUE - CVC DIG 1



| Equipement | Nombre | Zone desservie | Marque | Modèle | Puissance | Etat | Commentaire |
|------------------|--------|----------------|--------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------------------------|
| CTA | 5 | DIG 1 | TRANE | CCEB 2-25 CCEB 1.5 | 3 780 m3/h 4 845 m3/h | Moyen | Batteries chaudes + Batterie froides |
| Groupe de pompe | 5 | DIG 1 | GRUNDFOS | MAGNA D32 120 MAGNA D50 120 MAGNA D40 120 UPSD 65 180 | - | Moyen | - |
| V3V+Servomoteur | 16 | DIG 1 | BELPORTS BELIMO | 250U42 100U49 LR24A-SR | - | Moyen | - |
| Echangeur | 3 | DIG 1 | CIAT | PWB 11 11 033H00 | 309 kW | Bon Moyen | - |
| Vase d'expansion | 1 | DIG 1 | CIMM | 300 L | - | Moyen | - |
| VMC | 1 | DIG 1 | ADLES | TVEC1 C1 | - | Moyen | - |
| Pompe simple | 1 | DIG 1 | SALMSON | SIL204-17/5,5 | - | Bon | - |



| Equipement | Nombre | Zone desservie | Marque | Modèle | Puissance frigorifique | Etat | Commentaire |
|--------------|--------|----------------|---------------|--------------|------------------------|-------|-------------|
| Dry Cooler | 2 | DIG 1 | ARCOM TANE | - BDC078m | - 74,2 kW | Moyen | - |
| Groupe Froid | - | DIG 1 | LG | - | - | Moyen | - |

3.5.2 INVENTAIRE TECHNIQUE - ECLAIRAGE



| Equipement | Nombre | Puissance cumulée | Localisation | Etat des lieux |
|-------------------------|--------|-------------------|--------------|-----------------------------------------------------|
| Projecteur L17 3/Mât | 7 | - | Mâts ATRIUM | Bon état mais optimisation vers une technologie LED |
| Tube T5 2x26W | 5 | 260 W | Parking | |
| Reglette étanche 2x28W | 58 | 3 248 W | Parking | |
| Reglette étanche 2x54W | 80 | 8 640 W | Parking | |
| Downlight 2x18W | 2 | 72 W | RDC | |
| Downlight 2x26W | 61 | 3 172 W | RDC | |
| Spot 2x13W | 57 | 1 482 W | RDC | |
| Spot 13W | 19 | 247 W | RDC | |
| Tube T5 2x26W | 11 | 572 W | RDC | |
| Réglette 14W | 2 | 28 W | RDC | |
| Réglette 26W | 4 | 104 W | RDC | |
| Reglette étanche 2x28W | 10 | 560 W | RDC | |
| Reglette étanche 54W | 74 | 3 996 W | RDC | |
| Réglette 49W | 82 | 4 018 W | RDC | |
| Réglette 2x36W | 15 | 1 080 W | RDC | |
| Réglette 35W | 33 | 1 155 W | RDC | |
| Réglette 49W | 116 | 5 682 W | R+1 | |
| Réglette 35W | 12 | 420 W | R+1 | |
| Réglette 2x28W | 8 | 448 W | R+1 | |

3.5.2 INVENTAIRE TECHNIQUE - ECLAIRAGE



| Equipement | Nombre | Puissance cumulée | Localisation | Etat des lieux |
|------------------------|--------|-------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|
| Réglette étanche 54W | 12 | 648 W | R+1 | Bon état mais optimisation vers une technologie LED |
| Réglette 54W | 149 | 8 046 W | R+1 | |
| Spot 35W | 261 | 9 135 W | R+1 | |
| Réglette 35W | 43 | 1 505 W | R+2 | |
| Réglette 49W | 110 | 5 390 W | R+2 | |
| Downlight 32W | 10 | 320 W | R+2 | |
| Réglette 54W | 146 | 7 884 W | R+2 | |
| Spot 35W | 220 | 7 700 W | R+2 | |
| Tubes 2x36W | 10 | 720 W | Terrasse | |
| Réglette étanche 2x28W | 12 | 672 W | Terrasse | |
| Réglette étanche 1x54W | 16 | 864 W | Terrasse | |
| Borne | 13 | - | Eclairage extérieur | |
| Spot | 9 | - | Eclairage extérieur | |
| Mural | 9 | - | Eclairage extérieur | |
| Réglette étanche 35W | 18 | 630 W | Eclairage extérieur | |

3.6. AVIS SUR LE MATÉRIEL

La **production de chaud** est assurée par deux sous-stations distinguant DIG 1 et DIG 2. Les départs du réseau d'eau chaudes desservent les **batteries chaude des CTA, le plancher chauffant de l'Atrium, les radiateurs (DIG1) et les dalles actives réversibles (DIG2)**. Le réseau d'eau chaude et les échangeurs sont très bien calorifugés et les pompes de distributions sont à débits variables contrôlables via la GTB.

Un échangeur de récupération de chaleur sur les dry des groupes froids et armoires clim des salles serveurs est en place afin d'alimenter le plancher chauffant de l'Atrium.

Un **système de GTB** est en place sur le site de Saclay. Il permet de piloter les systèmes de CVC par des plannings horaires et de températures. Des alarmes permettent d'être remontées en cas de défaillance ou panne d'un équipement. Une télé-relève est en place en récoltant les données des sous-compteurs électriques et calorifiques de chaque Tableau Divisionnaire, départs de chaleur, départs de froid et chaque usage des bâtiments.

L'émission de chaud du bâtiment DIG 1 est assuré par des **radiateurs eau chaude** dans les bureaux. Les salles de réunions sont toutes équipées de split délivrant la **climatisation via les VRV en toiture**. Il serait intéressant de les piloter afin d'éviter qu'ils restent allumés en période inoccupées. Quant au bâtiment DIG 2, **l'émission de chaud et froid est assurée par les dalles actives réversibles**. Cependant, ces dernières sont en fonctionnement 24h/24 et représentent la part d'émission de chauffage et de la climatisation la plus importante du site (données de la GTB). Il est donc pertinent d'optimiser le pilotage des dalles actives via la GTB grâce à des vannes automatique afin de couper l'arrivée d'eau chaud ou froide vers les bureaux.

Le **production froid confort** sur le bâtiment DIG 2 est géré par des **VRV en toiture** pour les salles de réunions et par **deux groupes froids** avec leurs dry cooler alimentant les **batteries froides de la CTA amphithéâtre et dalles actives des bureaux**. Le fluide frigorigène des groupes froids et de plusieurs VRV ne sont plus aux normes F-Gaz avec un fluide R410A.

La production de froid de la salle serveur de DIG 1 est gérée par 3 armoires climatisation dont deux en fonctionnement avec comme température de consigne 20,1°C et 21,1°C.

L'**éclairage** est globalement d'ancienne génération. Nous avons pu observer quelques passages en LED, notamment dans les bureaux de la DDFiP. Nous préconisons d'étendre ce **relamping LED** à l'ensemble du bâtiment.

3.7. AVIS SUR LE CONTRAT DE MAINTENANCE

| Désignation | Etat | Commentaire |
|--------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Type de marché | PF | Le contrat est de type Prestation et Forfait, il ne contient pas d'intéressement. L'exploitant n'est pas engagé sur la réalisation d'économie d'énergie |
| Poste | P2 + BPU | Prestation d'entretien forfaitaire avec un BPU pour des prestations complémentaires, absence de poste P3 de type garantie totale |
| Durée du marché | 2 +1 +1 ans | Le marché dure 2 ans avec la possibilité de reconduire d'un an deux fois |
| Périmètre | OUI | Le périmètre des prestations est bien défini |
| Pénalité | OUI | Le marché comprend des pénalités pour tous les cas de figures |
| Suivi des énergies | Mensuel | Le marché impose à l'exploitant un suivi des consommations |
| Astreinte | OUI | Le marché comprend les interventions en astreinte |
| Délais | OUI | Les délais d'intervention sont basés sur un niveau de criticité |
| GMAO | OUI | Le marché impose la mise en place d'une GMAO |
| Suivi du marché | Mensuel | Une réunion mensuel est prévue à minimum |
| Rapport annuel | OUI | L'exploitant doit rendre un rapport annuel |

Le marché cadre l'ensemble des prestations, il est précis et bien écrit. Le type de marché (PF) ne permet pas l'engagement du candidat sur une maîtrise/diminution des consommations d'énergie. L'ajout d'un intéressement est conseillé. Le marché a une durée maximale de 4 ans. Cette durée est cohérente puisque celui-ci ne présente pas de poste P3. Le P3 permet une garantie totale des installations (réparation immédiate en cas de casse) et le renouvellement des équipements. Le site est récent, il n'y a pas besoin de renouveler les équipements.

Cependant, l'ajout d'un P3 de type garantie totale est conseillé. En cas de casse l'exploitant portera ainsi la responsabilité de la remise en état de l'installation dans le délais imposé.

3.8. Réglementation F-GAS



ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

Les **fluides frigorigènes** utilisés dans les machines de froid ont des impacts sur l'environnement reconnus comme important.

Des premières limitations de ces impacts ont été établies lors des protocoles de Montréal (1987) et de Kyoto (2005). Le règlement (UE) n° 517/2014 appelé F-Gas, entré en vigueur depuis le **1er janvier 2015** et transcrit en droit français par le décret n° 2015-1790 du 28 décembre 2015, établit une feuille de route à suivre **jusqu'à l'horizon 2030**.

Une proposition de révision visant à **accélérer la mise en place du projet en renforçant les restrictions** a été présentée par la Commission Européenne le 5 avril 2022.

Objectif : Réduire les émissions de GES issues des fluides frigorigènes

Avec en fil conducteur le réchauffement climatique et la réduction des gaz à effet de serre, tous les fluides frigorigènes ont été classifiés par un Potentiel de Réchauffement Global (PRG) ou Global Warming Potential (GWP) en anglais.

| Fluide | R-32 | R-488a | R-489a | R-134a | R-407c | R-407f | R-410a | R-452a | R-404a |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| GWP | 675 | 1 273 | 1 397 | 1 430 | 1 774 | 1 825 | 2 088 | 2 140 | 3 922 |

La réglementation prévoit l'interdiction de certains fluides à la fois en neuf, en recharge et en réparation. Un suivi plus strict des installations est également prévu avec des contrôles d'étanchéités en fonction de la catégorie du fluide et de sa charge :

- 2015 : Interdiction de stocker, d'entretenir ou de réparer des installations fonctionnant au R-22.
- 2020 : Interdiction de recharger des installations avec du fluide neuf dont le GWP dépasse 2500 et dont la charge totale est supérieure à 40t éqCO₂.
- 2022 : Interdiction de mettre en vente des centrales frigorifiques (supérieur à 40 kW) utilisant un fluide dont le GWP est supérieur à 150 (sauf pour les cascades dont le GWP est limité à 1500).
- 2025 : Interdiction de mettre en vente des climatiseurs mono-split dont le GWP est supérieur à 750 et la charge inférieure à 3kg.
- 2030 : Interdiction de maintenir ou réparer toutes installations dont le GWP est supérieur à 2500.

| Modèle | Fluide frigorigène | GWP | Charge | Actions | Zone desservie |
|------------|--------------------|-------|----------------|---------|--------------------|
| mitsubishi | R410A | 2 088 | 5,4 / 11,5 / - | - | Dig 2 R+1 et R+2 |
| mitsubishi | R32 | 675 | 4 / 4 | - | Salle 1101 et 1106 |
| LG Multi V | R410A | 2 088 | 3,7 / 6,4 / 5 | - | Nord et TGHQ 5 |
| LG Multi V | R410A | 2 088 | 3,7 / 6,4 / 5 | - | Sud |

Ne pas respecter les interdictions expose à 75000 € d'amende et 2 ans d'emprisonnement.

Des solutions alternatives existent :

- S'orienter vers des systèmes de climatisation à eau glacée plutôt qu'à détente directe
- L'utilisation du CO₂ (R-744) dont le GWP est seulement de 1 :
 - En fonctionnement transcritique pour des centrales frigorifiques moyenne température
 - En fonctionnement subcritique pour des températures allant de -25°C à -40°C

Volet Thermique

4.1.

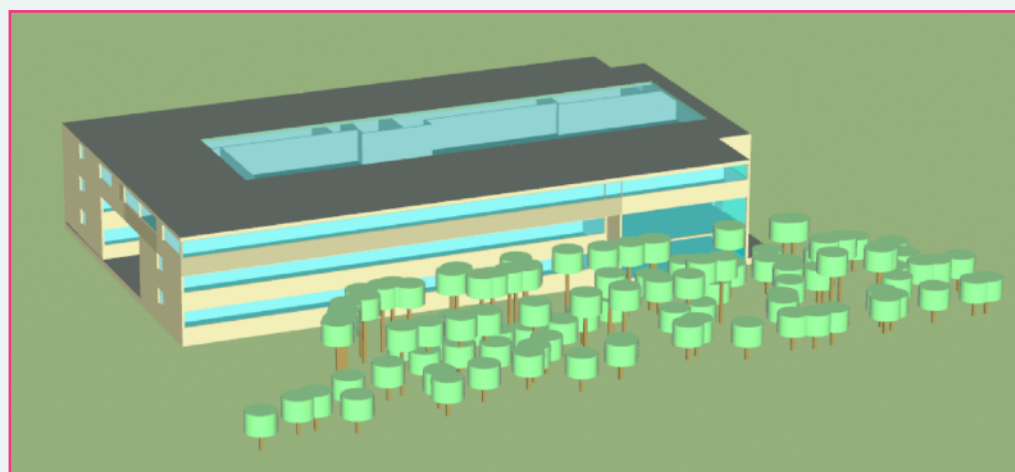
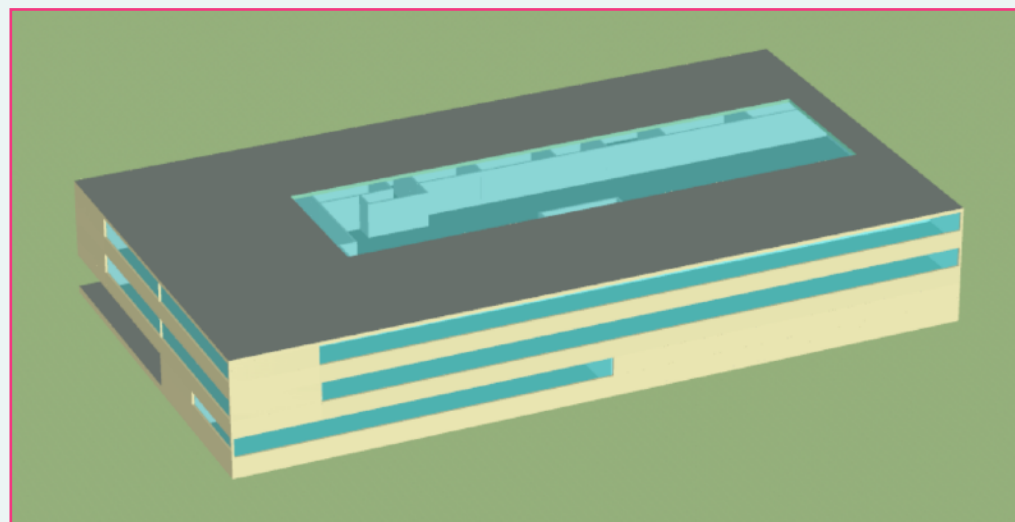
SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

Pourquoi une simulation thermique ?

- Les simulations thermiques dynamiques permettent de simuler le comportement thermique d'un bâtiment sur un an pour en apprécier la performance. Ainsi il est possible de simuler les gains énergétiques liés aux consommations spécifiques à l'architecture de chaque bâtiment en fonction de son architecture, sa localisation, les masques proches éventuels, et des scénarios :
 - D'occupation
 - De températures de consignes
 - De besoins en ECS
 - D'ouverture des fenêtres / aérations
 - etc.
- Avant de réaliser les actions de performances énergétiques les consommations de gaz et d'électricité simulés sur le logiciel ont été recollés à la période d'étude à savoir l'année 2021
- Après ces deux étapes, nous avons pu simuler différentes actions de performance énergétique.

MODÉLISATION DU SITE

PLÉIADES V5.21.6.2



4.2. HYPOTHÈSES ET SCÉNARIOS DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

Scénarios de températures

- **Consigne de climatisation des salles serveurs et onduleurs**
T°C constante à 20°C
- **Consigne de climatisation du site**
T°C en journée : 22°C / T°C en réduit : 10°C
- **Consigne de climatisation salles de réunions**
T°C en journée : 25°C / T°C en réduit : 28°C
- **Consigne de climatisation des CTA**
T°C en journée : 26°C / T°C en réduit : 29°C
- **Consigne de chauffage des radiateurs des bureaux**
T°C en journée : 22°C / T°C en réduit : 15°C
- **Consigne de chauffage des CTA**
T°C en journée : 22°C / T°C en réduit : 18°C

Scénarios de ventilation

- **Débit de ventilation des bureaux**
Soufflage : 100 m³/h en journée / 25 m³/h en réduit
Extraction : 60 m³/h en journée / 30 m³/h en réduit
- **Débit de ventilation des circulations**
Extraction : 150 m³/h en journée / 100 m³/h en réduit
- **Débit de ventilation de l'amphithéâtre**
Soufflage + Extraction : 300 m³/h en journée / 200 m³/h en réduit
- **Débit de ventilation des salles 1101 et 1106**
Soufflage : 225 m³/h en journée / 150 m³/h en réduit
Extraction : 100 m³/h en journée / 60 m³/h en réduit

Scénarios d'exploitation

- **Eclairage des bureaux**
Occupation : 500 lux / Inoccupation : 0 lux
- **Eclairage des circulations**
Occupation : 350 lux / Inoccupation : 0 lux
- **Puissance moyenne dissipée des prises de courant**
Occupation : 7 kW / Inoccupation : 3 kW
- **Puissance moyenne dissipée des onduleurs**
DIG 1 - Occupation : 16 kW / Inoccupation : 3 kW
DIG 2 - Occupation : 32 kW / Inoccupation : 3 kW
- **Occupation du site**
Horaires - Lundi au vendredi : 7h30 à 19h30
Occupation moyenne - 0,03 personnes/m²

4.3.1

PERFORMANCE THERMIQUE DE L'ENVELOPPE

GRANDEURS PHYSIQUES UTILISEES

λ : La conductivité thermique ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) est une grandeur physique caractérisant le comportement des matériaux lors du transfert de chaleur par conduction. C'est une valeur propre à chaque matériau.

R : La résistance thermique est une valeur permettant de caractériser la capacité de résistance qu'un matériau oppose au transfert de chaleur entre ses deux faces. R (en $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) = épaisseur/ λ . Plus R est grand, plus le matériau est isolant.

U : Le coefficient de transfert thermique est l'inverse de la résistance thermique. U (en $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$) = $1/R$.

PERFORMANCES THERMIQUES DES PAROIS OPAQUES

| Localisation | Composition | Épaisseurs | Résistance thermique totale | Norme | Performance thermique |
|------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
| Murs extérieurs | | | | | |
| Mur RDC + étages | Acier Laines de verre Acier Placoplatre BA 13 | 0,2 cm 21 cm 0,2 cm 1,3 cm | 5,57 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ | > 2,90 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ | Très bonne |
| Plancher intermédiaire | | | | | |
| Etages | Béton lourd Dalle alvéolaire U-BOOT | 20 cm 10 cm | 3,2 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ | > 2,90 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ | Bonne |
| Toitures terrasses | | | | | |
| Bâtiment principal | Béton lourd Polyuréthane | 20 cm 15 cm | 5,11 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ | > 3,3 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ | Très bonne |
| Plancher bas sur terre plein | | | | | |
| Toutes zones | Béton lourd Polystyrène expansé | 20 cm 10 cm | 2,68 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ | > 2,7 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ | Correct |

AVIS SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES

La **Simulation Thermique Dynamique**, la comparaison avec les **normes actuelles** et la **visite technique** sur site réalisée par l'ingénieur nous permettent de déterminer avec une certaine précision la performance des parois opaques du site.

L'analyse des données montrent une **très bonne performance globale** des parois ce qui est en corrélation avec les observations sur le terrain. Les parois extérieures dépassent de très loin la norme en vigueur. Le **confort des occupants** semblait bon lors de notre intervention. La simulation vient confirmer que le besoin en chaud et en froid du site reste dans la normale pour cette typologie de bâtiment.

4.3.2.

PERFORMANCE THERMIQUE DE L'ENVELOPPE

GRANDEURS PHYSIQUES UTILISEES

λ : La conductivité thermique ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) est une grandeur physique caractérisant le comportement des matériaux lors du transfert de chaleur par conduction. C'est une valeur propre à chaque matériau.

R : La résistance thermique est une valeur permettant de caractériser la capacité de résistance qu'un matériau oppose au transfert de chaleur entre ses deux faces. R (en $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) = épaisseur/ λ . Plus R est grand, plus le matériau est isolant.

U : Le coefficient de transfert thermique est l'inverse de la résistance thermique. U (en $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$) = $1/R$.

PERFORMANCES THERMIQUES DES PAROIS VITRÉES ET MENUISERIES

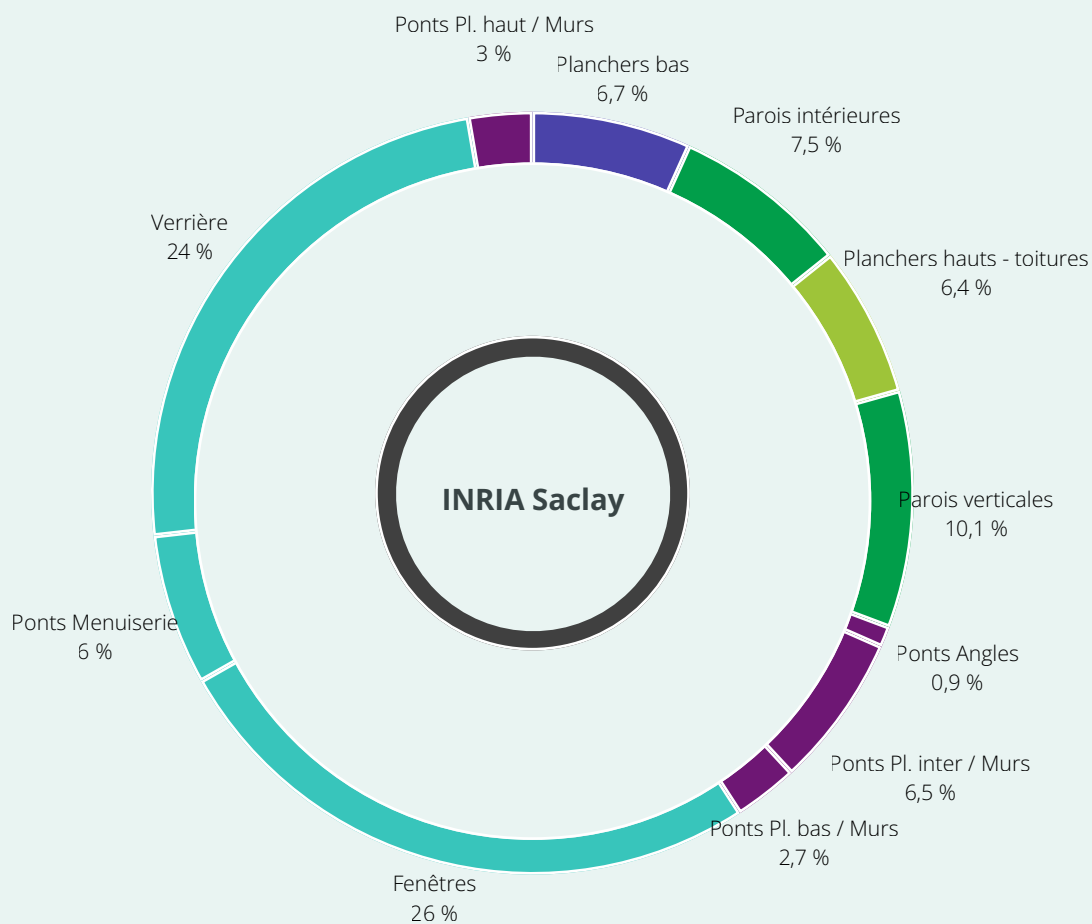
| Localisation | Composition châssis | Type de vitrage | Facteur solaire | Uw | Norme | Performance thermique |
|--------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| Fenêtres | | | | | | |
| Toutes zones | Aluminium | Double vitrage | 0,62 | 1,60 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ | < 1,9 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ | Correct |
| Verrière | Aluminium | Double vitrage | 0,62 | 1,10 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ | < 1,9 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ | Bonne |

AVIS SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES

La **Simulation Thermique Dynamique**, la comparaison avec les **normes actuelles** et la **visite technique** sur site réalisée par l'ingénieur nous permettent de déterminer avec une certaine précision la performance des parois vitrées et des menuiseries du site.

L'analyse des données montrent une **performance correcte** des vitrages. Les fenêtres et la verrière respectent la norme mais montrent des performances moins importantes que les parois opaques. Le **confort des occupants** dans les bureaux est bon mais nous avons noté un **inconfort** dans la zone de l'Atrium. L'apport solaire à cet endroit est trop important en période estivale et de forte chaleur. Il est peut-être nécessaire d'agir sur la verrière afin d'améliorer le confort des occupants.

4.4. RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS THERMIQUES DU SITE EN FONCTION DES PAROIS



DEPERDITIONS PAR TYPOLOGIE DE PAROIS

56 %

Des déperditions se font par les menuiseries et des vitrages

12,2 %

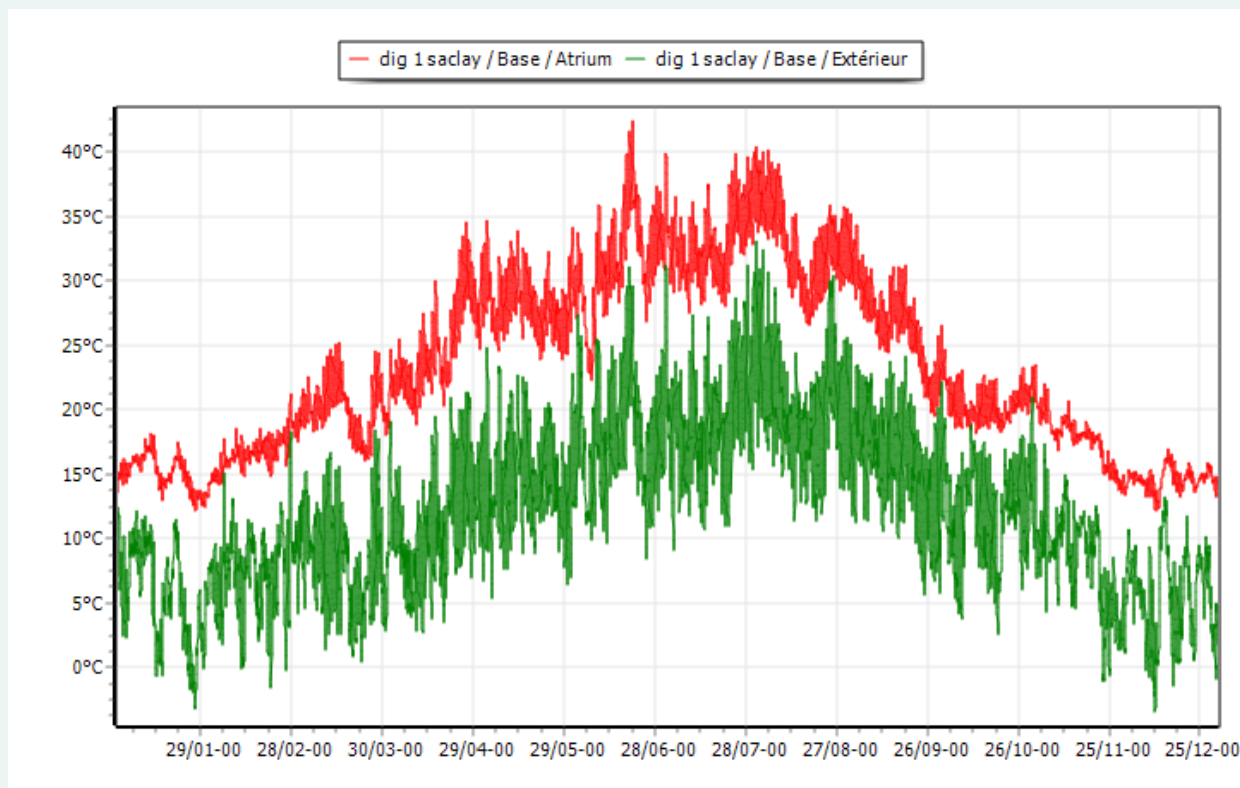
Des déperditions se font par les ponts thermiques aux niveaux des murs et plafonds

- La répartition des déperditions est cohérente avec la typologie du bâtiment et des matériaux utilisés dans sa construction.
- Les performances thermiques des parois sont globalement très bonnes ce qui limitent grandement les pertes thermiques via les parois opaques. Ces dernières sont réparties de manière équilibrées en fonction des différentes parois verticales et horizontales et représentent dans l'ensemble 44% des déperditions globales.
- Les performances des menuiseries couplées aux nombreuses surfaces vitrées expliquent que 56% des pertes proviennent de vitrages.
- La verrière surplombant l'atrium représente à elle seule 24% du total. Une action a été proposée pour améliorer son efficacité thermique.

4.5.

ANALYSE DE CONFORT

COMPARAISON DE TEMPERATURE DE L'EXTERIEUR ET INTERIEUR DE LA ZONE ATRIUM



RESSENTI DE LA TEMPERATURE D'AMBIANCE DE LA ZONE ATRIUM

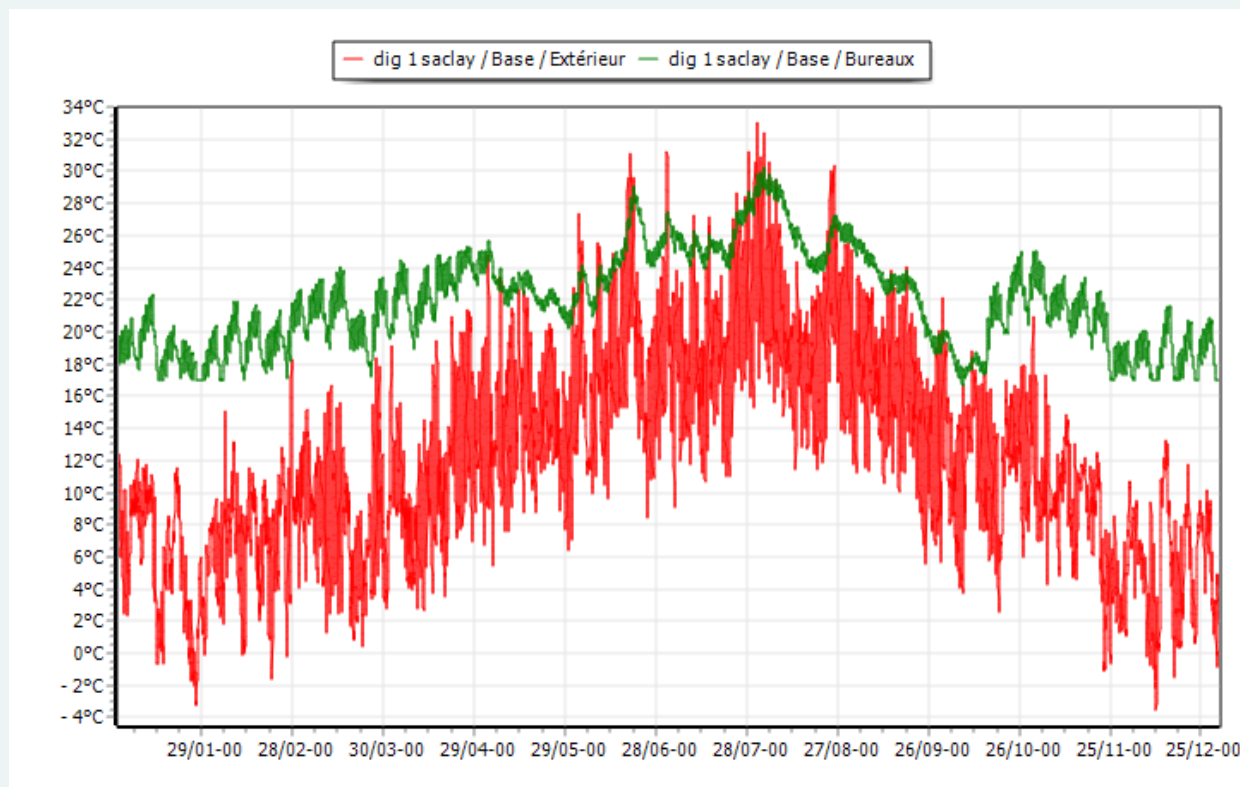
Grâce aux retours des occupants, nous avons pu avoir un retour sur le confort lors de la visite du site. Une sensation d'inconfort se fait ressentir en période de grande chaleur. En effet, les vitrages, bien qu'en double vitrage, ne sont pas équipés de films solaires ce qui laisse donc passer une grande partie de l'apport solaire.

La simulation nous permet d'observer que la courbe de température dans la zone peut atteindre des valeurs très élevées.

4.5.

ANALYSE DE CONFORT

COMPARAISON DE TEMPERATURE DE L'EXTERIEUR ET INTERIEUR DE LA ZONE BUREAUX



RESSENTI DE LA TEMPERATURE D'AMBIANCE DE LA ZONE BUREAUX

Les retours que nous avons eu concernant les bureaux sont variables en fonction des zones. Seule la ventilation permet de réguler la température dans le bâtiment DiG 1 tandis que la climatisation du bâtiment DiG 2 facilite la régulation des locaux. Globalement, nous n'avons pas eu de retour majeur sur un inconfort dans les bureaux.

La simulation nous permet de confirmer que la température reste dans des valeurs acceptable en fonction de saisons et passe sous la courbe de température extérieure l'été contrairement à la zone de l'Atrium.

4.6.

ANALYSE DU BESOIN CHAUD ET FROID PAR ZONE THERMIQUE

Pourquoi une simulation thermique ?

- Les simulations thermiques dynamiques permettent de simuler le comportement thermique d'un bâtiment sur un an pour en apprécier la performance. Ainsi il est possible de simuler les gains énergétiques liées aux consommations spécifiques à l'architecture de chaque bâtiment en fonction de son architecture, sa localisation, les masques proches éventuels, et des scénarios :
 - D'occupation
 - De températures de consignes
 - De besoins en ECS
 - D'ouverture des fenêtres / aérations
 - etc.
- Avant de réaliser les actions de performances énergétiques les consommations de gaz et d'électricité simulés sur le logiciel ont été recollés à la période d'étude à savoir l'année 2021

| Bâtiment | Zone | Besoin chaud (kW) | Besoin froid (kW) |
|----------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| DIG 1 | Labo | 26 253 kWh | - |
| DIG 1 | Circulation | 51 467 kWh | - |
| DIG 1 | Bureaux | 240 168 kWh | - |
| DIG 1 | Salles de réunions | 47 878 kWh | 16 301 kWh |
| DIG 1 | Salles informatique R+2 | - | 130 148 kWh |
| DIG 1 | Local onduleur | - | 125 820 kWh |
| DIG 1 | Salle serveurs | - | 1 915 kWh |
| DIG 2 | Circulation | 41 396 kWh | 274 189 kWh |
| DIG 2 | Bureaux | 39 732 kWh | 95 728 kWh |
| DIG 2 | Salles serveurs | - | 293 428 kWh |
| DIG 2 | Data Center | - | 64 539 kWh |

4.7. SYNTHÈSE THERMIQUE PAR ZONE

| Zones | Apports solaires bruts (kWh) | Conso Eclairage (kWh) | Heures > T°Inconfort (heures) | Amplification de T°Ext (%) | Surface (m2) | Volume (m3) |
|------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|-------------|
| Circulation | 361 600 | 19 832 | 354 | 30,34 % | 1 921,9 | 6 246,1 |
| SDR | 20 719 | 11 463 | 143 | 49,7 % | 750,4 | 2 438,8 |
| Bureaux | 53 306 | 64 223 | 233 | 28,85 % | 5 714,6 | 18 573,4 |
| Amphi | 0 | 811 | 0 | 16,85 % | 295,0 | 958,6 |
| Zone serveur | 0 | 2 381 | 0 | 3,29 % | 228,2 | 741,8 |
| Atrium | 317 657 | 6 736 | 1 371 | 44,51 % | 2 818,0 | 9 158,5 |
| WC | 26 826 | 3 448 | 1 373 | 19,98 % | 747,1 | 2 563,6 |
| Labo | 515 | 8 656 | 256 | 25,71 % | 586,0 | 1 904,6 |
| Salle informatique R+2 | 7 335 | 530 | 593 | 31,91 % | 54,6 | 177,4 |
| Parking+ LT | 0 | 46 586 | 912 | 10,11 % | 4 509,7 | 14 656,4 |
| Local onduleur | 0 | 874 | 3 603 | 4,97 % | 44,2 | 143,6 |

ACTION B

AJUSTEMENT DES CONSIGNES

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation permet de diminuer les besoins en chauffage et refroidissement du bâtiment.

Par ailleurs, cela permet un meilleur confort pour les occupants.

Principe de la solution proposée

À l'heure actuelle, la température de consigne dans les salles serveurs est constante à 20°C. Dans ces zones, une température entre 24 et 25°C est suffisante afin d'assurer un fonctionnement optimal.

Nous préconisons une diminution de 4°C de la température de climatisation.

Nous préconisons également une augmentation de la consigne générale de 1°C en été et une diminution de 1°C en hiver.

Cette opération n'est pas complexe et ne nécessite pas l'intervention du mainteneur CVC, elle peut être réalisée par la personne en charge du site.

La simulation thermique du bâtiment nous a permis de déterminer les gains dans le tableau ci-dessous

Tableau des gains

| | Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|-------------|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|--------|------------------------------------|
| | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| Gaz | 38 824 kWh | 7 365 € | 7 % | 2 % | 8,4 tCO2 | - | Immédiat |
| Électricité | 28 074 kWh | 9 562 € | 2,4 % | 1,1 % | 1,82 tCO2 | - | Immédiat |



ACTION E

PILOTAGE DES DALLES ACTIVES SUR LA GTB

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation permet de diminuer les besoins en chauffage et refroidissement du bâtiment DIG 2.

Par ailleurs, cela permet un meilleur confort pour les occupants.

Principe de la solution proposée

Nous préconisons la mise en place de vannes dans la tuyauterie, afin de pouvoir les piloter, et éviter la consommation continue d'énergie. Le pilotage de celles-ci pourra se faire via la GTB.

Les dalles actives sont responsables du chauffage et du refroidissement dans l'intégralité du bâtiment DIG 2. L'impact de cette action est donc important sur les besoins et consommations du site.

Investissement

| Equipement | Quantité | Prix unitaire | Coût Total |
|--------------------|----------|---------------|------------|
| Vannes de pilotage | 8 | 60 € | 480 € |
| Pilotage GTC | 8 | 80 € | 640 € |
| Total | | | 1 120 € |

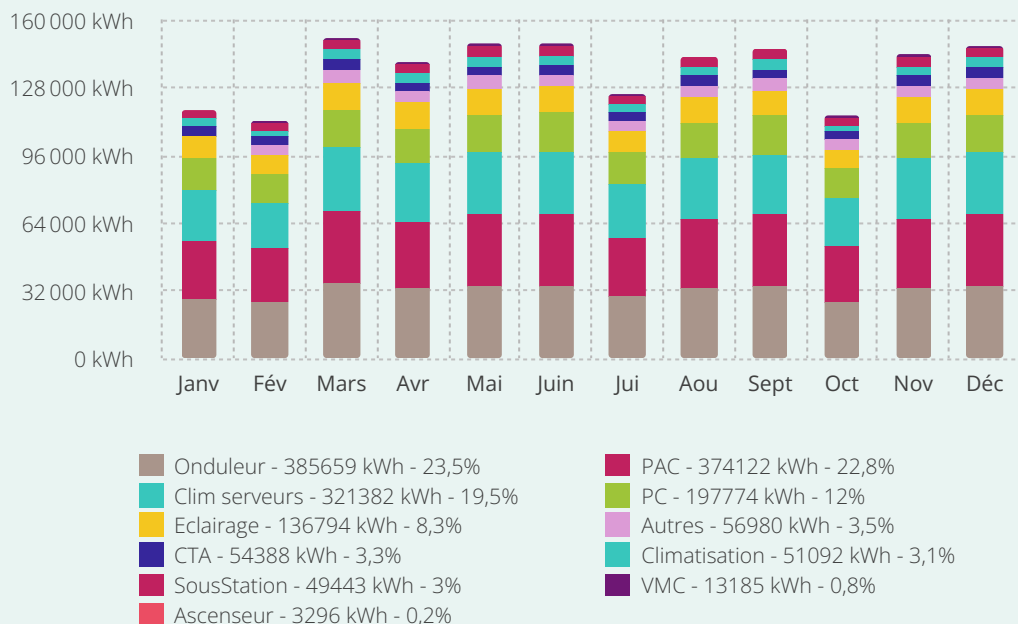
Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|---------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 49 581 kWh | 3 498 € | 3 % | 2,3 % | 3,2 tCO2 | 1 120 € | 4 mois |



Volet Electrique

5.1. EXTRAPOLATION DES DONNÉES DE CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES PAR USAGE PENDANT UNE ANNÉE



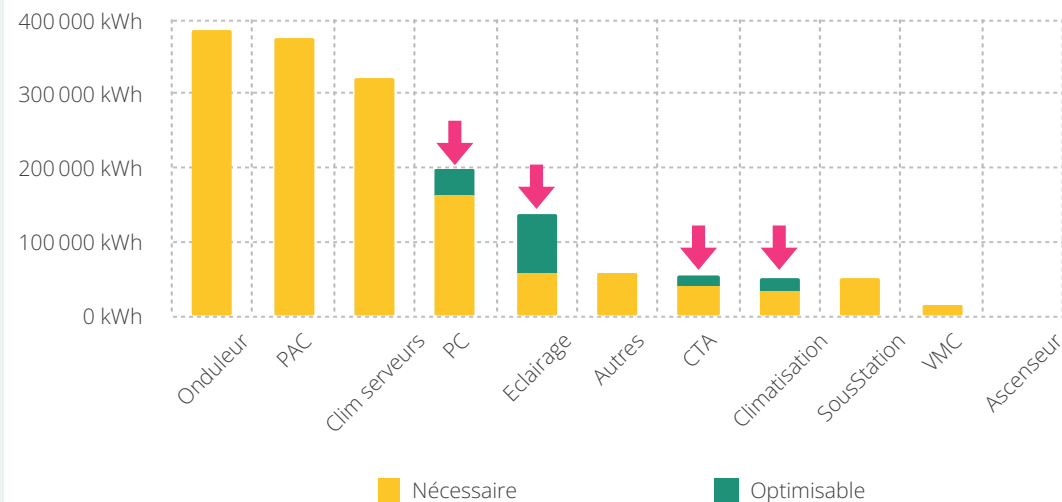
Les consommations d'énergies sont pour la majorité constantes au cours de l'année. L'émission froid et la production de chaud varient en fonction de la rigueur climatique. Avec 23,5% de la consommation totale, les onduleurs sont désignés comme le poste le plus consommateur du bâtiment.

L'usage « Autres » correspond aux consommations liées aux ballons d'eau chaude sanitaires électriques du site.

La méthodologie d'extrapolation est détaillée en annexe.



5.2. POTENTIEL D'AMÉLIORATION PAR USAGE



ACTIONS PROGRAMMÉES

L'extrapolation des données a permis d'étudier la pertinence de chaque usage. Après analyse des consommations énergétiques, quatre usages électriques significatifs ressortent : l'éclairage, les prises de courant, les serveurs et les CTA.

Dans la partie suivante, nous vous proposons d'analyser l'ensemble des courbes de charge des usages présentant des défauts de pilotage.

5.3.1.

ANALYSE DE LA COURBE DE CHARGE DE L'ÉCLAIRAGE

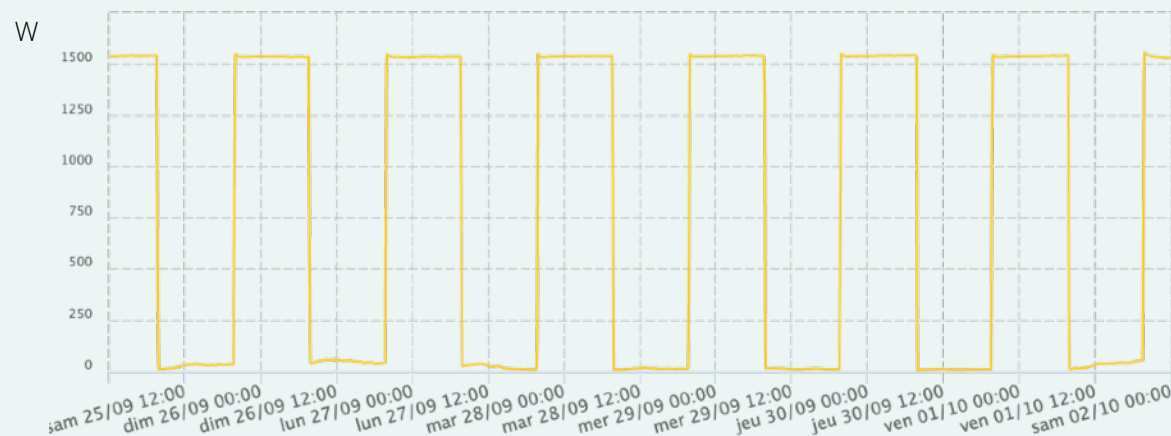
CHIFFRES CLÉS SUR LA PÉRIODE DE MESURE

36,9 %
de la consommation

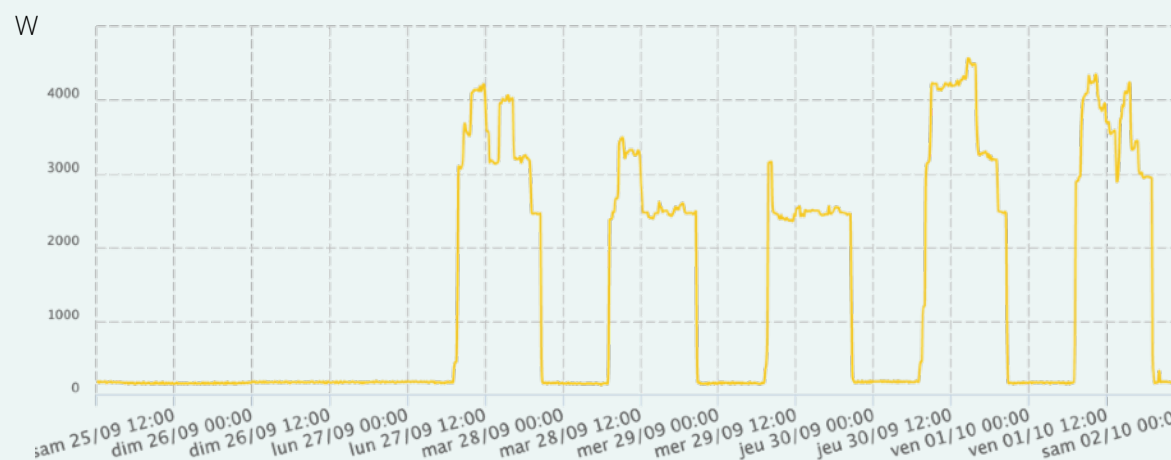
2 132
kWh

CONSOMMATIONS D'ÉLECTRICITÉ

PÉRIODE DE MESURE



Courbe d'éclairage extérieur



Courbe d'éclairage : RDC

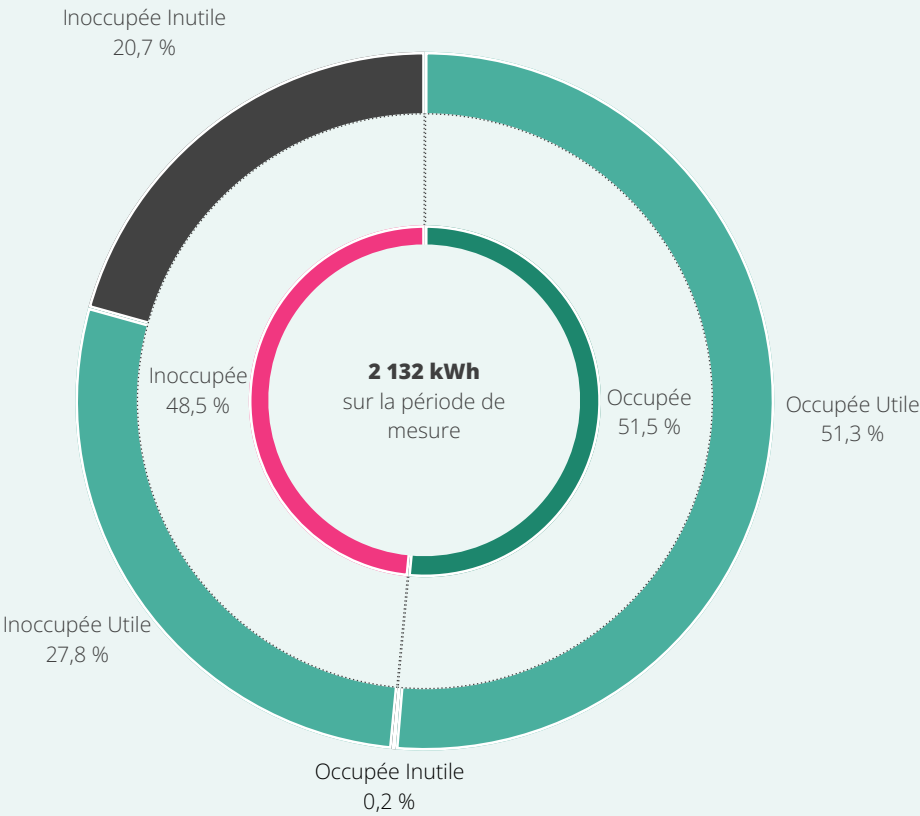
OBSERVATIONS DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

- Bon pilotage de l'éclairage extérieur
- Pas de pilotage de l'éclairage du RDC en période d'occupation
- Eclairage d'ancienne génération

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR PÉRIODE

Définition des périodes :

La période « Occupée Inutile » désigne l'utilisation de l'usage pendant l'occupation du site. La partie « Inoccupée Inutile » désigne la consommation hors occupation du site.



ACTIONS À MENER

Nous préconisons de piloter l'usage éclairage via l'installation d'horloges dans les armoires divisionnaires permettant l'extinction de l'éclairage pendant les périodes d'inoccupation. De plus, nous vous proposons de remplacer complètement la technologie d'éclairage par de l'éclairage LED dernière génération.

Le détail des actions est présenté en annexe.

| Désignation | | Action A : Relamping LED |
|------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Gains annuels | Energie (kWh) | 79 714 kWh |
| | Euros TTC | 5 722 € |
| | % de la consommation | 3,8 % |
| Budget (€ TTC) | | 66 667 € |
| Temps de retour sur investissement | | 6 ans et 6 mois |
| Valorisation CEE | | 3 210 € |

5.3.2.

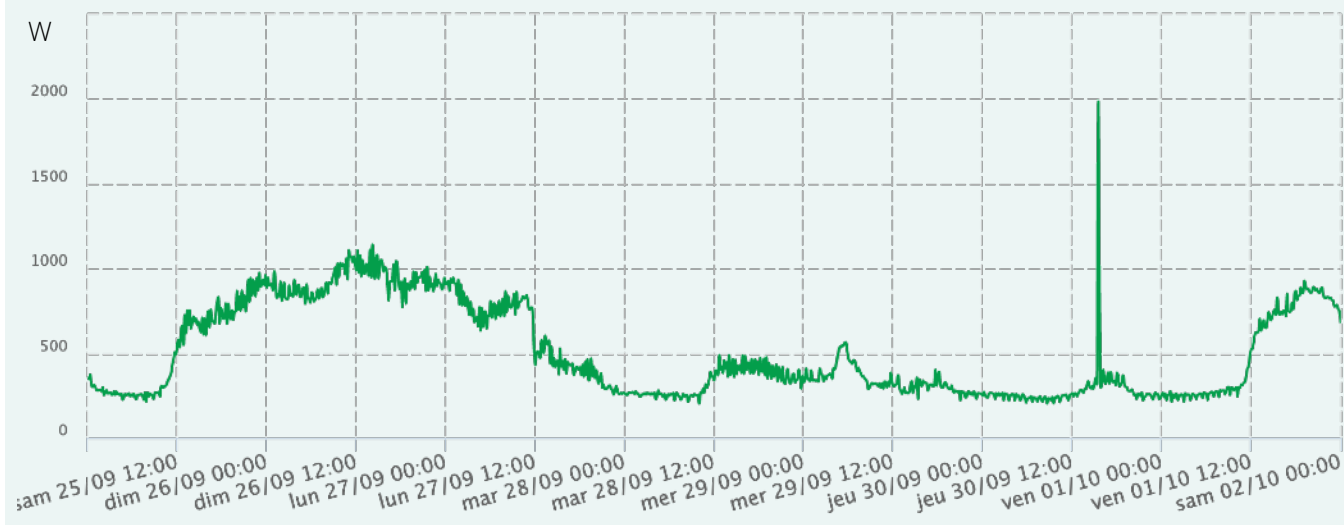
ANALYSE DE LA COURBE DE CHARGE DE L'EMISSION FROID

CHIFFRES CLÉS SUR LA PÉRIODE DE MESURE

14,2 %
de la consommation

822
kWh

CONSOMMATIONS D'ÉLECTRICITÉ PÉRIODE DE MESURE



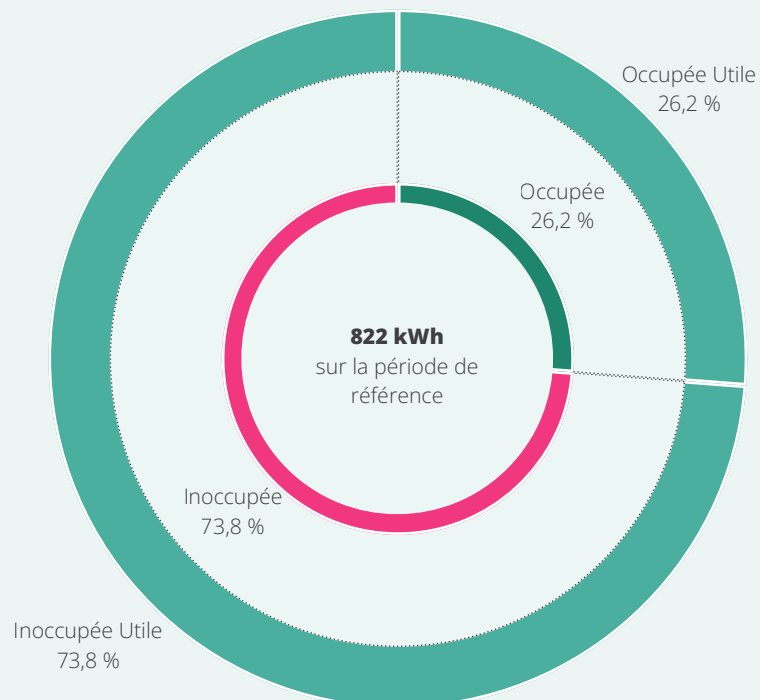
OBSERVATIONS DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

- Les climatiseurs permettent le refroidissement des salles serveurs
- Il est possible d'augmenter la consigne de températures pour faire des économies tout en assurant le fonctionnement des serveurs

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR PÉRIODE

Définition des périodes :

La période « Occupée Inutile » désigne l'utilisation de l'usage pendant l'occupation du site. La partie « Inoccupée utile » désigne la consommation hors occupation du site.



ACTIONS À MENER

Nous préconisons d'ajuster la température de consigne dans les salles serveurs.

Le détail de l'action est présenté en annexe.

| Désignation | | Action C : Ajustement de la température de consigne |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|
| Gains annuels | Energie (kWh) | 363 kWh |
| | Euros TTC | 37 € |
| | % de la consommation | 0,1 % |
| Budget (€ TTC) | | 0 € |
| Temps de retour sur investissement | | Immédiat |
| Valorisation CEE | | - |

5.3.3.

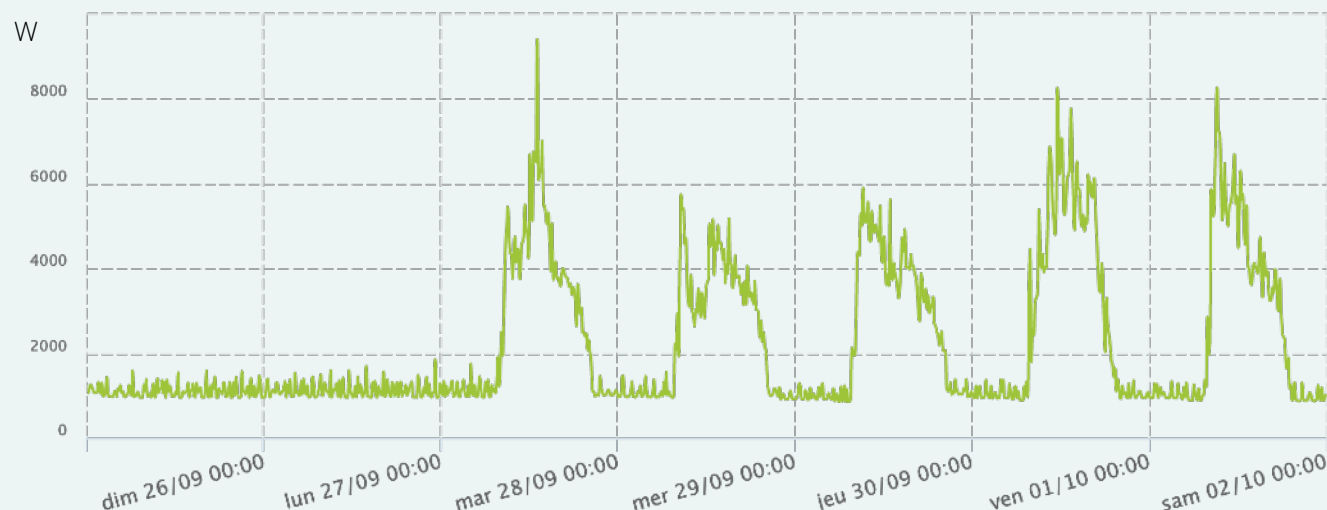
ANALYSE DE LA COURBE DE CHARGE DES PRISES DE COURANT

CHIFFRES CLÉS SUR LA PÉRIODE DE MESURE

26,1 %
de la consommation

1 509
kWh

CONSOMMATIONS D'ÉLECTRICITÉ PÉRIODE DE MESURE



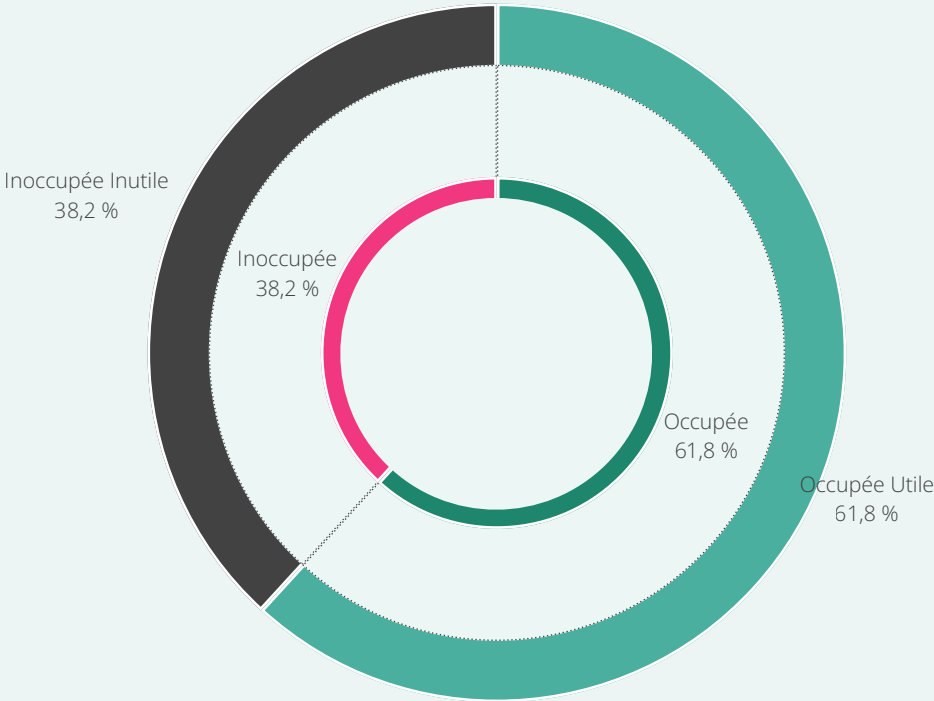
OBSERVATIONS DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

- Les prises de courant alimentent pour la majeure partie des ordinateurs, écrans, imprimantes, mais également des chargeurs, machines à café, et bien d'autres usages
- L'usage fonctionne de façon continue, sur l'étage mesuré (R+2), nous constatons un talon de consommation proche de 1 kW la nuit et le week-end
- Ceci est dû à la non-extinction des différents appareils qui pourtant pourraient être coupés
- La consommation en période d'inoccupation pourrait être supprimée via la modification du comportement des utilisateurs

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR PÉRIODE

Définition des périodes :

La période « Occupée Inutile » désigne l'utilisation de l'usage pendant l'occupation du site. La partie « Inoccupée utile » désigne la consommation hors occupation du site.



ACTIONS À MENER

Nous préconisons de mener une campagne de sensibilisation des collaborateurs sur le site.

Le détail de l'action est présenté en annexe.

| Désignation | | Action E : Campagne de sensibilisation des usagers |
|------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
| Gains annuels | Energie (kWh) | 1 493 kWh |
| | Euros TTC | 157 € |
| | % de la consommation | 0,1 % |
| Budget (€ TTC) | | - |
| Temps de retour sur investissement | | Immédiat |
| Valorisation CEE | | - |

5.4. Actions de performance

ACTION A

SENSIBILISATION DU PERSONNEL À L'UTILISATION DES PRISES DE COURANT

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?

Le comportement des usagers dans un bâtiment peut grandement influencer sur la consommation finale de ce dernier.

Une prise de conscience du personnel permet de faire baisser ces consommations en modifiant les habitudes quotidiennes.

Principe de la solution proposée

L'extinction de tous les usages ne peut être automatisée, les usagers font vivre le bâtiment : leur comportement influe sur les consommations de ce dernier. Cette préconisation concerne les appareils en veille **dans les bureaux**.

Une campagne de sensibilisation des collaborateurs se décline en plusieurs étapes. Nous vous présentons ci-après les grandes lignes de la démarche, qui doit être adaptée selon le contexte et les besoins.

- **Rédiger un guide de bonnes pratiques :**
 - Informer sur l'origine des gaspillages
 - Mise en place d'une politique de réduction des gaspillages
 - Standardiser les bons exemples
- **Partage par infographie, mailing, ou intranet :**
 - Des enjeux énergétiques et climatiques
 - Des guides de bonnes pratiques internes ou ceux rédigés par l'ADEME
 - De la progression du projet
- **Mobiliser les collaborateurs déjà impliqués !**
- **Mettre en place un protocole de vérification de la bonne extinction de l'ensemble des équipements**
- **Mettre en place un challenge d'économies d'énergie**
- **Récompenser ses collaborateurs**

Tableau des gains

| Usage | Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|-------------------|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|--------|------------------------------------|
| | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| Prises de courant | 33 641 kWh | 2 396 € | 2,0 % | 2,0 % | 2,2 tCO2 | - | Immédiat |



ACTION C

FINALISATION DU REMPLACEMENT DE LA GTC

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Principe de la solution proposée

Nous préconisons la finalisation des travaux qui ont été effectués sur la GTC.

Une gestion centralisée efficace est essentielle pour éviter des dérives énergétiques et optimiser les potentiels nouveaux équipements installés sur le site dans le futur.

La mise à jour des consignes de température et des programmes horaires sur les différents usages devra être faite afin d'optimiser la consommation d'énergie du bâtiment.

Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 21 042 kWh | 4 208,42 € | 4 % | 1 % | 4,8 tCO2 | - | Immédiat |



ACTION D

CONDUITE LIÉE À LA MISE EN PLACE D'UN INTÉRESSEMENT

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation est un engagement contractuel de l'exploitant

Principe de la solution proposée

Nous préconisons de modifier le contrat de maintenant actuel du site. Un engagement contractuel de l'exploitant sur une cible de consommation (PFI) est un moyen de s'assurer du bon suivi des équipements par le mainteneur tout en travaillant avec lui pour faire des économies d'énergies. L'implication des mainteneurs dans cette démarche est une solution pour faciliter la mise en place des actions.

Tableau des gains

| | Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|-------------|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|---------|------------------------------------|
| | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| Gaz | 10 521 kWh | 2 104 € | 2 % | 0,5 % | 2,4 tCO2 | 2 000 € | 2 mois |
| Électricité | 32 882 kWh | 11 838 € | 2 % | 1,5 % | 2,1 tCO2 | | |



ACTION F

MISE EN PLACE D'UNE PLAGE HORAIRE SUR L'UTILISATION DES VMC

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation permet de piloter le fonctionnement des VMC.

Principe de la solution proposée

Actuellement, les VMC fonctionnent en période d'inoccupation. Nous préconisons la programmation d'une plage horaire pour le fonctionnement de celles-ci. Les VMC seront éteintes la nuit et les week-end. Le travail des CTA sur le site est suffisant en période d'inoccupation pour l'aération du centre.

Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|---------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 2 637 kWh | 949,33 € | 0,2 % | 0,1 % | 0,2 tCO2 | 1 000 € | 1 an et 1 mois |



ACTION G

INSTALLATION DE DETECTEURS DE PRESENCE

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

L'éclairage du bâtiment représente en moyenne 7% des consommations.

Ceci est principalement dû au fait que des luminaires restent allumés en dehors des périodes d'utilités.

Principe de la solution proposée

La solution envisagée est la pose de détecteur de présence afin d'éviter une surconsommation d'électricité liée à l'éclairage.

La mise en place de ces équipements permettrait d'éviter une surconsommation de l'ordre de 5 à 20 % selon les zones. Dans un cadre d'économie financières, la mise en place de ces équipements peut être fait par l'électricien sur place

Investissement

| Equipement | Quantité | Prix unitaire | Coût Total |
|--------------------------|----------|---------------|------------|
| Capteurs + main d'oeuvre | 40 | 150 € | 6 000 € |
| Total | | | 6 000 € |

Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|---------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 42 986 kWh | 3 085 € | 2,6 % | 0,9 % | 2,8 tCO2 | 6 000 € | 1 an et 11 mois |

Subventions CEE

| Référence | Action | Valorisation en euros | TRI Brut |
|-----------|--------|-----------------------|-----------------|
| - | - | - | 1 an et 11 mois |



ACTION H

CALORIFUGEAGE DES DÉSEMBOUEURS

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation permet de réduire les pertes d'énergie

Principe de la solution proposée

Les pertes d'énergie liées à la mauvaise isolation des équipements sont importantes. Nous préconisons la mise en place de coques isolantes sur les pots à boues en sous-stations, afin de réduire la consommation d'énergie liée à cet usage.

Ces organes sont souvent oubliés lors du calorifugeages des réseaux. Ce sont pourtant des points de pertes thermiques au même titre que les points singuliers.

Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|------------|----------------|----------------|-----------------------------|---------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 5 261 kWh | 1 052,11 € | 1 % | 0,2 % | 1,2 tCO2 | 3 200 € | 3 ans |



ACTION I

ASSERVISSEMENT DU TAUX D'AIR NEUF AU CO2

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?

Afin de fournir une température de confort correcte aux occupants, l'air neuf passant par les CTA à besoin d'être réchauffer.

Une modulation du taux d'air neuf, permettrait une économie de **3% à 20 %** selon le taux d'occupation.

Principe de la solution proposée

Afin de diminuer la dépense énergétique liée au préchauffage de l'air neuf, la mise en place de sonde CO2 permettrait de limiter le taux d'air neuf passant par la CTA de l'amphithéâtre et donc de limiter la quantité d'énergie à fournir pour chauffer ce dernier.

Cette action a aussi un impact sur la qualité de l'air et par extension sur le confort des occupants.

Tableau des gains

| | Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|-------------|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|---------|------------------------------------|
| | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| Gaz | 1 261 kWh | 252 € | 0,2 % | 0,1 % | 0,3 tCO2 | 2 982 € | 4 ans et 5 mois |
| Électricité | 1 165 kWh | 420 € | 0,1 % | 0,1 % | 0,1 tCO2 | | |



ACTION J

ÉQUILIBRAGE DES RÉSEAUX HYDRAULIQUES

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?

Cette préconisation permet de réduire la consommation d'énergie liée au chauffage du réseau hydraulique

Principe de la solution proposée

Nous préconisons la mise en place de vannes d'équilibrage sur l'ensemble du réseau hydraulique, afin de diminuer le flux. Ainsi la quantité d'eau à chauffer sera réduite, et la consommation d'énergie liée à ce chauffage aussi.

Cette action est importante à réaliser et à surveiller par la suite pour s'assurer de la bonne conduite et du bon état du réseau.

Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|----------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 10 521 kWh | 2 104 € | 2 % | 0,5 % | 2,4 tCO2 | 10 000 € | 4 ans et 9 mois |



ACTION K

REPLACEMENT DU GROUPE FROID À EAU PERDUE PAR UNE MACHINE À ABSORPTION

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation permet de modifier la production de froid, et ainsi de diminuer la consommation nécessaire

Principe de la solution proposée

Nous préconisons la modification de la production de froid avec de l'eau chaude, et la valorisation de rejet dans le chauffage de l'atrium et dans le réseau de ventilo-convecteur.

Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 80 346 kWh | 28 924,42 € | 4,9 % | 3,7 % | 5,1 tCO2 | 150 000 € | 5 ans et 2 mois |



ACTION L

INSTALLATION DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?

En produisant de l'électricité d'origine renouvelable et à faible empreinte carbone, le photovoltaïque permet de limiter l'impact environnemental engendré par nos consommations d'électricité.

DONNÉES DES CALCULS

- 370 modules PV
- Puissance DC installée : 138,75 kWc
- Puissance Max AC Atteinte : 137,17 kW
- Production d'énergie annuelle : 112,9 MWh
- Productible : 813,7 kWh/kWhc
- Ratio DC/AC : 119 %
- Energie autoconsommée : 112 900 kWh
- Taux d'autoconsommation : 7 %

Principe de la solution proposée

Avec l'installation de 370 modules photovoltaïques, nous avons estimé une puissance potentielle de 138,75 kWc soit une production annuelle de 112 900 kWh.

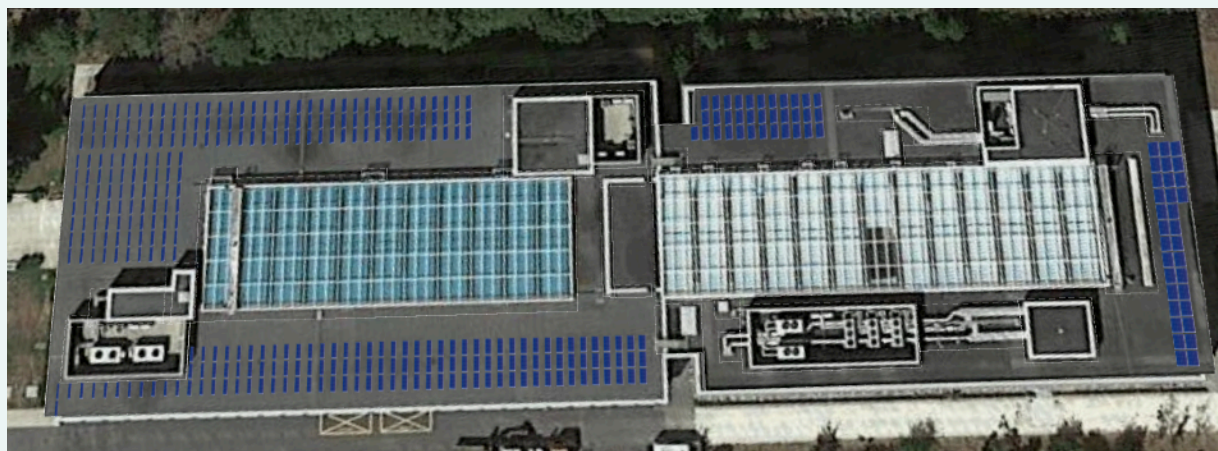
Nous vous conseillons de privilégier l'**autoconsommation avec vente de surplus**. En autoconsommation, l'installation de panneaux photovoltaïque permet de réduire sa facture énergétique. C'est ainsi une bonne solution à mettre en place pour atteindre les objectifs fixés par le décret tertiaire.

Afin de réduire le temps de retour sur investissement de l'opération, il serait judicieux de coupler cette action avec d'autres actions qui ont des temps de retour sur investissement plus faible.

A noter qu'il est nécessaire de réaliser une **étude de faisabilité** afin de s'assurer que la structure du toit peut supporter les panneaux photovoltaïques.

$$\begin{aligned}\text{Production d'énergie annuelle} &= \text{Productible} \times \text{Puissance DC installée} \\ &= 813,7 \times 138,75 \\ &= \mathbf{112\ 900\ kWh}\end{aligned}$$

Le **productible** est défini en fonction de la **zone géographique** d'installation des panneaux.



| Usage | Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|-------|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------|
| | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| Tous | 112 900 kWh | 40 673 € | 7 % | 5,3 % | 3,7 tCO2 | 288 721 € | 7 ans |

ACTION M

INSTALLATION D'UN KIT ADIABATIQUE

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?

Cette solution permet une réduction de 12 à 20 % de la consommation des groupes froids.

Principe de la solution proposée

Un kit adiabatique est une solution simple permettant de réduire les consommations électriques des groupes froids. Le principe est de réduire la température d'air entrant dans le condenseur du groupe froid en plaçant un média humidifié sur la trajectoire du flux d'air entrant.

Le kit adiabatique a pour autre avantage d'augmenter la capacité du groupe frigorifique. Cette solution évite un surdimensionnement des groupes froids dans l'éventualité de leur remplacement. Certains modèles permettent de protéger les condenseurs de la rouille, de la poussière et de la lumière du soleil.

Cette solution a pour seul inconvénient d'augmenter très légèrement la consommation d'eau (2% environ).

Equipements

| Préconisation | Quantité | Prix unitaire | Coût Total |
|-----------------|----------|---------------|------------|
| Kit adiabatique | 1 | 15 000 € | 15 000 € |
| Total | | | 15 000 € |

Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget TTC | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|------------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 27 671 kWh | 1 953 € | 1,7 % | 1,3 % | 1,8 tCO2 | 15 000 € | 7 ans et 8 mois |



ACTION N

MISE EN PLACE DE VARIATEURS DE VITESSE ET DE SONDES CO2

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation permet de diminuer les besoins en chauffage et refroidissement du bâtiment DIG 1.

Par ailleurs, cela permet un meilleur confort pour les occupants.

Principe de la solution proposée

Nous préconisons la mise en place de variateurs de vitesse, couplés à sondes CO2 dans le bâtiment, pour piloter les CTA du bâtiment DIG1 en fonction de l'occupation.

Cette amélioration de l'équipement permet d'une part des gains énergétiques mais aussi des gains à long terme sur la maintenance de l'équipement. Grâce aux variateurs de vitesse, les CTA fonctionneront de manière cohérente avec l'activité du site soit en réduit quand c'est nécessaire.

Les CTA fonctionnant légèrement moins sur la durée, leur besoin en maintenance devrait être moins importante.

Tableau des gains

| | Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|-------------|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|----------|------------------------------------|
| | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| Gaz | 7 035 kWh | 1 407 € | 1,3 % | 0,3 % | 1,6 tCO2 | 32 000 € | 10 ans et 4 mois |
| Électricité | 4 662 kWh | 1 678 € | 0,3 % | 0,2 % | 0,3 tCO2 | | |



ACTION O

RELAMPING LED

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

L'éclairage représente une part importante des consommations du site. Ceci est principalement dû au fait que les technologies employées sont anciennes.



Principe de la solution proposée

La visite du site nous a permis de constater que certains luminaires présents étaient d'ancienne génération. Nous préconisons donc leur remplacement par des technologies plus performantes et plus durables.

La technologie LED possède de très nombreux avantages :

- la lumière émise est de grande qualité (faible éblouissement, très bon rendu des couleurs) et permet donc d'améliorer le confort visuel des collaborateurs ;
- elle possède une très bonne efficacité lumineuse : pour un éclairage identique la consommation électrique sera environ 50 % plus faible ;
- la durée de vie des projecteurs est très longue (plus de 50 000h, soit 15 ans d'utilisation) et possède un nombre de cycles d'allumage illimité. Les frais de maintenance sont donc quasiment inexistantes.

Les luminaires LED préconisés viendront remplacer les luminaires existants en 1 pour 1.

Un gain supplémentaire peut être réalisé au niveau de la maintenance lié à la durée de vie de l'équipement.

Investissement

| Existant | Quantité | Préconisation | Quantité | Prix unitaire | Coût Total |
|-----------------------|----------|-------------------|----------|---------------|------------|
| 2x18W | 93 | Downlight LED 22W | 93 | 15 € | 1 368 € |
| 2x26W | 156 | Downlight LED 22W | 156 | 15 € | 2 295 € |
| 1x18W | 21 | Downlight LED 15W | 21 | 11 € | 222 € |
| 1x26W | 612 | Downlight LED 15W | 612 | 11 € | 6 481 € |
| 1x58W | 707 | Tube LED 1x20W | 707 | 27 € | 19 089 € |
| 2x58W | 80 | Tube LED 2x20W | 80 | 44 € | 3 520 € |
| 2x36W | 25 | Panneau LED 30W | 25 | 76 € | 1 912 € |
| Main d'œuvre (heures) | | | | 31 780 € | 31 780 € |
| Total | | | | | 66 667 € |

| Gains annuels | | | | | Budget TTC | Temps de Retour sur Investissement | Montant CEE | TRI Brut |
|---------------|-----------|-------------|----------------|-----------------------------|------------|------------------------------------|-------------|------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso gaz | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | | | |
| 79 714 kWh | 5 722 € | 4,8 % | 3,8 % | 5,2 tCO2 | 66 667 € | 11 ans et 8 mois | 3 210 € | 11 ans et 1 mois |

ACTION P

MISE EN PLACE D'UNE VENTILATION DOUBLE FLUX

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Principe de la solution proposée

Le remplacement de la ventilation naturelle par une ventilation double flux se fait via la mise en place d'une CTA double flux hygiénique.

Bien que la mise en place d'un nouvel équipement entraîne une augmentation de la consommation d'électricité, cette action permettra une meilleure gestion de la ventilation des locaux et par extension, une diminution de la consommation de chauffage.

Par ailleurs, elle aura un impact sur la qualité de l'air du bâtiment et donc sur le confort des occupants.

Tableau des gains

| | Coût annuel | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|-------------|------------------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|------------------------------------------|
| | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| Gaz | 64 193 kWh | 12 838,66 € | 12,2 % | 3 % | 14,6 tCO2 | 200 000 € | 19 ans et 11 mois |
| Électricité | - 7 770 kWh | -2797,08 € | -0,5 % | -0,4 % | - 0,5 tCO2 | | |



ACTION R

RÉALISER UN RÉTROFIT DES CTA

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?

La solution présentée ci-contre permet de ne pas changer toute la CTA mais seulement les moteurs afin de réaliser des économies d'énergie, de sécuriser le système et de réduire la maintenance sur cette dernière.

Principe de la solution proposée

Nous préconisons de changer les moteurs des CTA par des moteurs à **entraînement direct**, limitant les frottement et donc augmentant le rendement de ce dernier.

Cette action permet de générer des **économies d'énergie** grâce à la différence de rendement de moteur.

Le temps d'arrêt de la CTA, lors de l'intervention de cette solution, est limité à environ 2 jours au lieu d'une semaine pour un changement de CTA complète. Ce qui est un gain de temps et économique non négligeable. La maintenance des CTA est également réduite.

Investissement

| Equipement | Quantité | Prix unitaire | Coût Total |
|------------|----------|---------------|------------|
| Moteurs | 5 | 25 000 € | 125 000 € |
| Total | | | 125 000 € |

Tableau des gains

| Gains annuels | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 15 880 kWh | 1 129 € | 1,0 % | 0,7 % | 1,0 tCO2 | 125 000 € | 110 ans et 8 mois |



5.5. RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIES

| Désignation | Source | Usage | Type d'énergie | Gains annuels | | | | | Budget (€) TTC | TRI Hors CEE | CEE (€) | TRI Brut |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|---------------|-----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|---------|-----------------|
| | | | | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso du fluide | % conso totale | Impact carbone | | | | |
| Action A : Sensibilisation à l'utilisation des prises de courant | Citron® | Prises de courant | Électricité | 33 641 kWh | 2 396 € | 2,0 % | 2,0 % | 2,2 tCO2 | - | Immédiat | - | Immédiat |
| Action B : Ajustement des consignes | STD | Chauffage | Gaz | 38 824 kWh | 7 365 € | 7 % | 2,0 % | 8,4 tCO2 | - | Immédiat | - | Immédiat |
| | | Climatisation | Électricité | 28 074 kWh | 9 562 € | 2,4 % | 1,1 % | 1,82 tCO2 | - | Immédiat | - | Immédiat |
| Action C : Finalisation du remplacement de la GTC | SAGE Énergie | Tous | Electricité | 21 042 kWh | 4 208 € | 4 % | 1,0 % | 4,8 tCO2 | - | Immédiat | - | Immédiat |
| Action D : Conduite liée à la mise en place d'un intéressement | SAGE Énergie | - | Gaz | 10 521 kWh | 2 104 € | 2 % | 0,5 % | 2,4 tCO2 | 2 000 € | 2 mois | - | 2 mois |
| | | - | Électricité | 32 882 kWh | 11 838 € | 2 % | 1,5 % | 2,1 tCO2 | | | | |
| Action E : Pilotage des dalles actives via la GTC | STD | Chauffage | Électricité | 49 581 kWh | 3 498 € | 3 % | 2,3 % | 3,2 tCO2 | 1 120 € | 4 mois | - | 4 mois |
| Action F : Mise en place d'une plage horaire sur l'utilisation des VMC | SAGE Énergie | Ventilation | Électricité | 2 637 kWh | 949 € | 0,2 % | 0,1 % | 0,2 tCO2 | 1 000 € | 1 an et 1 mois | - | 1 an et 1 mois |
| Action G : Installation de détecteurs de présence | Citron® | Éclairage | Électricité | 42 986 kWh | 3 085 € | 2,6 % | 0,9 % | 2,8 tCO2 | 6 000 € | 1 an et 11 mois | - | 1 an et 11 mois |
| Action H : Mise en place de calorifuge sur les désemboueurs | SAGE Énergie | Chauffage | Gaz | 5 261 kWh | 1 052 € | 1 % | 0,2 % | 1,2 tCO2 | 3 200 € | 3 ans | - | 3 ans |
| Action I : Asservissement du taux d'air neuf au CO2 | SAGE Énergie | CTA | Gaz | 1 261kWh | 252 € | 0,2 % | 0,1 % | 0,3 tCO2 | 2 982 € | 4 ans et 5 mois | - | 4 ans et 5 mois |
| | | | Électricité | 1 165 kWh | 420 € | 0,1 % | 0,1 % | 0,1 tCO2 | | | | |

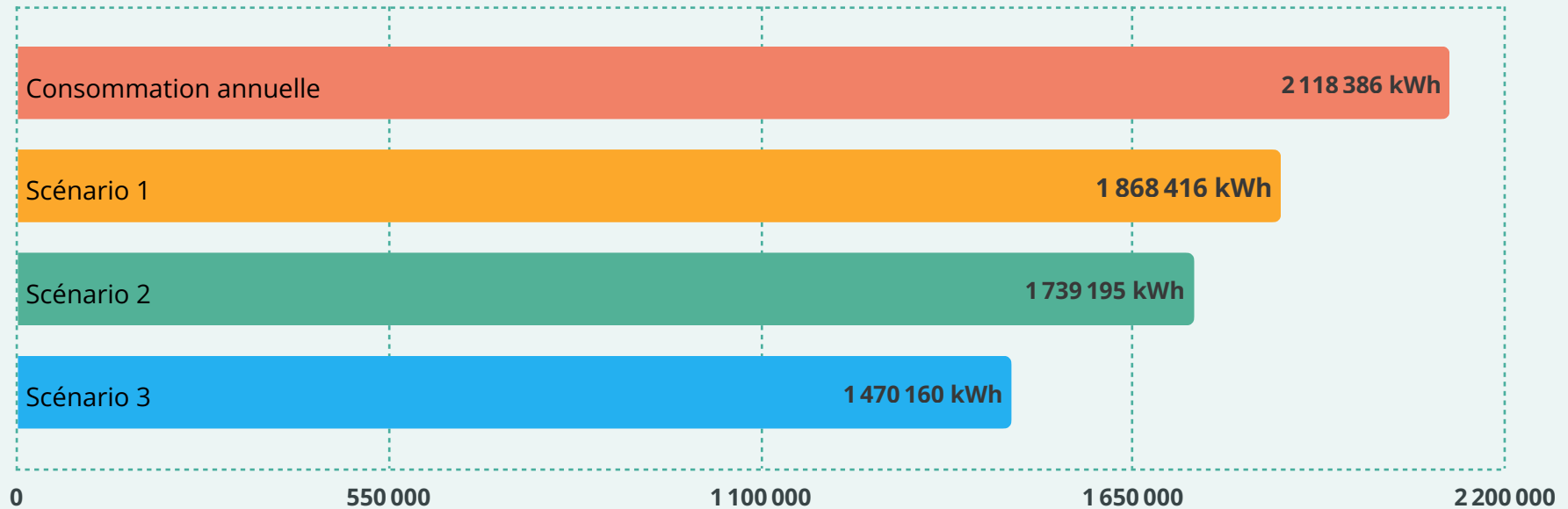
A noter que la combinaison des actions impactant le même usage ne peut s'obtenir en sommant les actions individuellement

5.5. RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIES

| Désignation | Source | Usage | Type d'énergie | Gains annuels | | | | | Budget (€) TTC | TRI Hors CEE | CEE (€) | TRI Brut |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------|---------------|-----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|-------------------|
| | | | | Energie (kWh) | Euros (€) | % conso du fluide | % conso totale | Impact carbone | | | | |
| Action J : Équilibrage des réseaux hydrauliques | SAGE Énergie | Chauffage | Électricité | 10 521 kWh | 2 104 € | 2 % | 0,5 % | 2,4 tCO2 | 10 000 € | 4 ans et 9 mois | - | 4 ans et 9 mois |
| Action K : Remplacement du groupe de froid à eau perdue par une machine à absorption | SAGE Énergie | Production de froid | Électricité | 80 346 kWh | 28 924 € | 4,9 % | 3,7 % | 5,1 tCO2 | 150 000 € | 5 ans et 2 mois | - | 5 ans et 2 mois |
| Action L : Installation de panneaux photovoltaïque | Citron® | Tous | Électricité | 112 900 kWh | 40 673 € | 7 % | 5,3 % | 3,7 tCO2 | 288 721 € | 7 ans | - | 7 ans |
| Action M : Installation d'un kit adiabatique | Citron® | Production de froid | Électricité | 27 671 kWh | 1 953 € | 1,7 % | 1,3 % | 1,8 tCO2 | 15 000 € | 7 ans et 8 mois | - | 7 ans et 8 mois |
| Action N : Mise en place de variateurs de vitesse et de sondes CO2 sur les CTA DIG1 | SAGE Énergie | CTA | Gaz | 7 035 kWh | 1 407 € | 1,3 % | 0,3 % | 1,6 tCO2 | 32 000 € | 10 ans et 4 mois | - | 10 ans et 4 mois |
| | | | Electricité | 4 662 kWh | 1 678 € | 0,3 % | 0,2 % | 0,3 tCO2 | | | | |
| Action O : Relamping LED | Citron® | Éclairage | Électricité | 79 714 kWh | 5 722 € | 4,8 % | 3,8 % | 5,2 tCO2 | 66 667 € | 11 ans et 8 mois | 3 210 € | 11 ans et 1 mois |
| Action P : Mise en place d'une ventilation double flux à la place de la ventilation naturelle | SAGE Énergie | Ventilation | Gaz | 56 423 kWh | 10 041 € | 12,2 % | 3,0 % | 14,1 tCO2 | 200 000 € | 19 ans et 11 mois | - | 19 ans et 11 mois |
| Action R : Réaliser un retrofit des CTA | Citron® | CTA | Électricité | 15 880 kWh | 1 129 € | 1 % | 0,7 % | 1,0 tCO2 | 125 000 € | 110 ans et 8 mois | - | 110 ans et 8 mois |

A noter que la combinaison des actions impactant le même usage ne peut s'obtenir en sommant les actions individuellement

5.6. SCÉNARIO TOTAL



PLANS D'ACTIONS PAR RAPPORT A L'ANNÉE D'ÉTUDE 2021

Le **premier scénario** prend en compte les actions avec un investissement compris entre 0 et 10 000 €. Le pourcentage d'économies pour ce scénario est de **11,8 %**, permettant d'économiser **46 729€ par an**, avec un investissement de **16 302 €** pour un TRI de **4 mois**.

Le **deuxième scénario** reprend les mêmes actions que précédemment, mais à cela s'ajoute les actions avec un investissement moyen : compris entre 10 000 € et 70 000 €. Le pourcentage d'économies pour ce scénario est de **17,9 %**, permettant d'économiser **59 593 €** pour **139 969 €** d'investissement, soit un TRI total de **2 ans et 4 mois**, la valorisation CEE étant de **3 210 €**.

Au **troisième scénario**, s'ajoute les préconisations **avec un investissement supérieur à 70 000 €**. Le pourcentage d'économies pour ce scénario est de **30,6 %**, permettant d'économiser **140 370 €** pour **903 690 €** d'investissement, soit un TRI total de **6 ans et 4 mois**.

POUR ALLER PLUS LOIN

REEMPLACEMENT DES RADIATEURS PAR DES VENTILO-CONVECTEURS

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation permet la mise en place d'autres actions de performance énergétique

Principe de la solution proposée

Le remplacement des radiateurs par des ventilo-convecteurs offre des possibilités : Les ventilo-convecteurs produisent à la fois du chaud et du froid contrairement aux radiateurs. Leurs remplacements permettraient la mise en place de réseaux de rejet et de machines à absorption, et donc permettraient la diminution de consommation des salles serveurs par exemple.

Cependant leurs mises en place à un coût énergétique et financier.

Tableau des coûts

| Coût annuel | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO2 | | |
| 112 974 kWh | 22 594,81 € | 21 % | 5 % | 25,6 tCO2 | 400 000 € | Pas de retour sur investissement |



POUR ALLER PLUS LOIN

MODIFICATION DE LA SOURCE D'ÉNERGIE DU RCU - PASSAGE BOUCLE TEMPÉRÉE

QUESTIONS SOULEVÉES

- Dans quelle mesure cette action permettrait-elle d'améliorer votre performance énergétique ?
- Quel est le retour sur investissement lié à cette action ?

Cette préconisation permet de modifier la source d'énergie du RCU en une source d'énergie renouvelable

Principe de la solution proposée

D'après les informations recueillies lors de l'audit et celles analysées sur les réseaux de chauffage proche du site, un nœud de géothermie se trouve à proximité du centre de Saclay.

L'école Polytechnique a prévu de changer sa production, actuellement au gaz naturel via des chaudières, pour se raccorder à ce réseau de chaleur via géothermie.

Pour le centre de l'INRIA, ce changement ne devrait pas avoir d'impact majeur sur sa consommation de chauffage. L'impact sera principalement sur l'aspect environnemental grâce à une production plus propre avec un impact en tCO₂ moindre.

Tableau des gains

| Gain annuel | | | | | Budget | Temps de Retour sur Investissement |
|---------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------------------------|--------|------------------------------------|
| Energie (kWh) | Euros (€) | % conso fluide | % conso totale | Impact environnemental tCO ₂ | | |
| - | - | -% | -% | Important | - | Immédiat |



6. Annexe

MÉTHODOLOGIE D'EXTRAPOLATION DES CONSOMMATIONS



Cette annexe a pour but de présenter la métrologie ainsi que les hypothèses ayant servi à extrapoler les consommations électriques collectées sur une semaine à l'année.

MÉTHODOLOGIE DE L'EXTRAPOLATION DES MESURES ÉLECTRIQUES

La mesure des consommations électriques a été effectuée sur une période de 7 jours. La visite du site, les informations fournies par les occupants, les mesures effectuées, les relèves de compteurs et le total de la consommation électrique de l'année de référence nous ont permis d'évaluer la répartition de la consommation par usage sur l'année.

La méthode suivante a été retenue afin d'obtenir une extrapolation des consommations annuelles par usage, qui s'approche au mieux de la réalité :

1. Nous avons décomposé la consommation mesurée pendant la période de mesure en période d'inoccupation et d'occupation pour chaque zone.
2. Nous considérons que le pourcentage de répartition entre période d'occupation et d'inoccupation reste constant pendant toute l'année. En effet, cette répartition dépend de l'utilisation du site et non de la saisonnalité.
3. Nous prenons l'hypothèse que certains usages consomment de manière constante tout au long de l'année, sauf en période estivale ou l'activité diminue :
 - prises de courant
 - ventilation
 - usages informatiques
 - éclairage
 - Autres
4. Nous prenons l'hypothèse que certains usages varient en fonction de la rigueur climatique :
 - système de chauffage
 - système de refroidissement

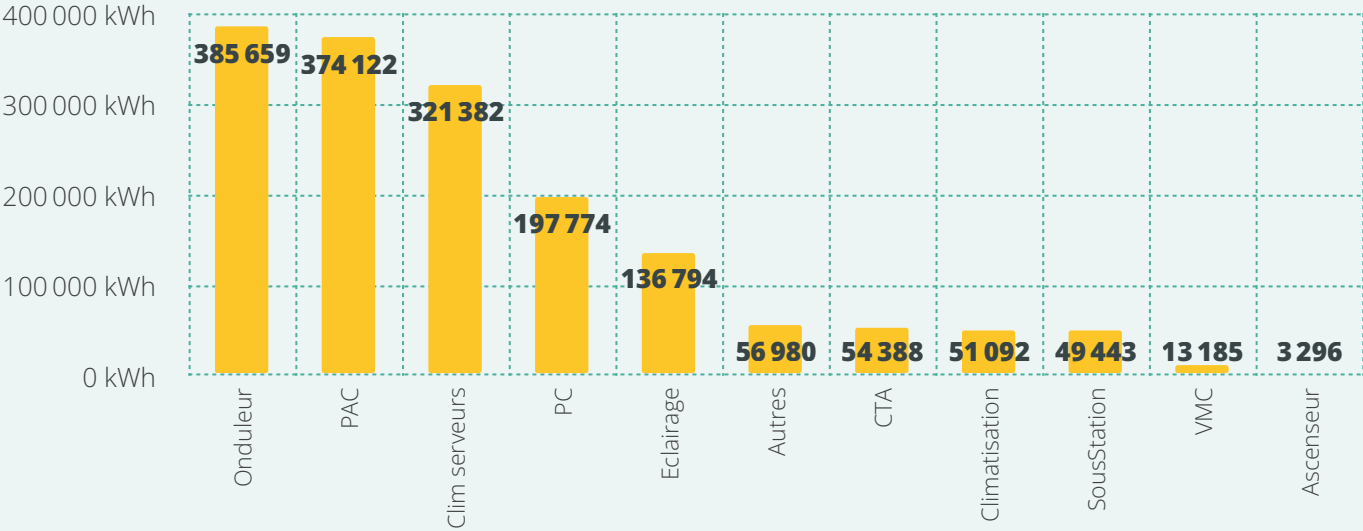
6. Annexe

DONNÉES OBTENUES PAR MESURE SUR LE SITE DE L'INRIA SACLAY



Cette annexe a pour but de présenter l'intégralité des données mesurées lors de notre étude.

Les courbes de consommations font l'objet d'une analyse conjointe avec nos interlocuteurs.



RÉCAPITULATIF DES ACTIONS À MENER

| Usage | Consommation sur l'année | Pourcentage du total | Optimisation | Investissement |
|---------------|--------------------------|----------------------|--------------|----------------|
| Onduleur | 385659 | 23,5 % | | |
| PAC | 374122 | 22,8 % | Oui | Oui |
| Clim serveurs | 321382 | 19,6 % | | |
| PC | 197774 | 12,0 % | Oui | |
| Eclairage | 136794 | 8,3 % | Oui | Oui |
| Autres | 56980 | 3,5 % | | |
| CTA | 54388 | 3,3 % | Oui | Oui |
| Climatisation | 51092 | 3,1 % | Oui | Oui |
| SousStation | 49443 | 3,0 % | Oui | Oui |
| VMC | 13185 | 0,8 % | Oui | Oui |
| Ascenseur | 3296 | 0,2 % | | |

**Cabs :**

C'est l'objectif en valeur absolue. Exprimé en kWh/m²/an, il est défini en fonction de l'activité du bâtiment et représente le seuil de consommation d'énergie finale à ne pas dépasser. Il est composé d'une composante « CVC » qui correspond à la consommation énergétique liée au confort thermique et d'une deuxième composante « USE » qui correspond à la consommation énergétique relative aux activités du site.

Cref :

Consommation de référence. Elle doit être choisie entre 2010 et 2019. Les objectifs en valeur relative sont déterminés en fonction de cette consommation de référence.

EF :

Energie finale. Le niveau de consommation d'énergie exprimé en valeur relative par rapport à la consommation énergétique de référence, est exprimé en kWh/an/m² d'énergie finale. Dans ce rapport, les valeurs pour le gaz ont donc été multipliées par 0,9 pour arriver à la valeur PCI conformément à la réglementation en vigueur. Les coefficients PCI concernant les réseaux de chaleur restant à définir, ils ont été figés à 0,9 dans le cadre de cette étude. Les données de consommation sont exprimées en kWh d'énergie finale.

Entité fonctionnelle (établissement) :

Une entité fonctionnelle regroupe habituellement les activités et le personnel ayant un rôle de support direct ou indirect à l'activité principale. Elle peut être constituée soit par un local d'activité, soit par un ensemble de locaux d'activités connexes, contenu dans un bâtiment, une partie de bâtiment ou un ensemble de bâtiments. La notion de connexité se rapporte au lien étroit qui s'établit entre différents locaux d'activité soit au sein même d'une entreprise ou d'un service public hébergés dans un même bâtiment ou établissement, soit de locaux relevant de la même catégorie d'activité sur un seul tenant (plateaux de bureaux, galerie commerciale, etc).

PCI :

Pouvoir calorifique inférieur. C'est une caractéristique de l'énergie libérée lors de la combustion d'une substance

Plateforme OPERAT (Observatoire de la Performance Energétique de la Rénovation et des Actions du Tertiaire):

Plateforme de recueil et de suivi des consommations d'énergie du secteur tertiaire

Unité foncière :

Dans un arrêt de principe, mais rendu en matière de préemption, le Conseil d'Etat a défini celle-ci comme « îlot d'un seul tenant composé d'une ou plusieurs parcelles appartenant à un même propriétaire ou à la même indivision »

Secteur tertiaire :

Selon l'article R. 174-22 « *Le secteur tertiaire est composé du :*

Tertiaire principalement marchand (commerce, transports, activités financières, services rendus aux entreprises, services rendus aux particuliers, hébergement-restauration, immobilier, information-communication) ;

Tertiaire principalement non-marchand (administration publique, enseignement, santé humaine, action sociale).

Le périmètre du secteur tertiaire est de fait défini par complémentarité avec les activités agricoles et industrielles (secteurs primaire et secondaire). »

Surface de plancher :

La surface de plancher correspond à la somme des surfaces de tous les niveaux construits, clos et couverts, dont la hauteur de plafond est supérieure à 1,80 m. Elle se mesure à l'intérieur de la construction, d'un mur de façade à un autre.

GLOSSAIRE TECHNIQUE



ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie; établissement public sous tutelle des ministères de l'environnement, de l'industrie et de la recherche. L'agence participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

CTA : Centrale de Traitement de l'Air; organe de traitement d'air dédié au chauffage, rafraîchissement, humidification ou déshumidification de locaux.

CVC : Chauffage Ventilation Climatisation; c'est l'ensemble des domaines techniques en lien avec le confort aéraulique.

DJU : Degré Jour Unifié; Pour un lieu donné, le Degré Jour Unifié est une valeur représentative de l'écart entre la température d'une journée donnée et le seuil de température d'un volume chauffé. Il sert à évaluer les dépenses en énergie pour le chauffage.

ECS : Eau Chaude Sanitaire; c'est l'eau d'un réseau d'eau utilisé pour les usages domestique et sanitaire.

GES : Gaz à Effet de Serre; Gaz ayant un impact sur l'atmosphère par sa composition.

Groupe frigorifique : organe de production ou de condensation d'eau ou d'air froid pour des applications de froid alimentaire ou climatique.

HQE : Haute Qualité Environnementale; c'est une charte s'appliquant sur les bâtiments neufs et qui définit des paramètres pour l'amélioration du confort, de la gestion et de la construction d'un bâtiment.

IPE : Indicateur de Performance Énergétique;

kVA : kilo Volt-Ampère; unité de mesure de puissance. Pour simplifier, un kVA peut être assimilé à un kilowatt (kW).

kWh : unité de mesure de l'énergie. Elle est caractérisée par le produit de la puissance en watt (W ou kW) et du temps en heure (h).

kWhEP : unité de mesure de l'énergie en équivalent Énergie Primaire. Cela représente l'énergie utilisée pour une unité d'énergie finale. Par exemple, pour 1kWh électrique, il a fallu 2,58 kWhEP selon le ratio de conversion français.

kWh cumac : kWh d'énergie finale cumulée et actualisée sur la durée de vie du produit. Cela représente une quantité d'énergie qui aura été économisée grâce aux opérations d'économies d'énergie mises en place.

kWhPCS : Quantité d'énergie (exprimée en kWh) contenue dans un mètre cube (m³) de gaz.

Lux : unité de mesure de l'éclairement d'une surface. Elle est caractérisée par le flux lumineux en lumen (lm) sur la surface en m². 1lux=1lm/m².

PAC : Pompe À Chaleur; Système de production de chaleur utilisant un dispositif thermodynamique pour transférer la chaleur d'un milieu froid vers l'espace chauffé. Les pompes à chaleurs peuvent être hydrauliques, aérauliques ou combinés air/eau.

SHON : Surface Hors d'Oeuvre Nette; c'est une mesure de surface dans le domaine de l'immobilier qui représente la surface brute à laquelle on soustrait les espaces non habitables.

TEP : Tonne Équivalent Pétrole; unité de mesure de l'énergie utilisée pour connaître pour une autre énergie l'équivalent énergétique produite par la combustion d'une tonne de pétrole moyen.

VRV : Volume de Réfrigérant Variable; organe centralisé de chauffage ou de climatisation qui fonctionne sur le principe de la pompe à chaleur air/air via des terminaux de distribution climatique.

W : Watt; unité de puissance électrique.



Citron®

Benoit Morin
Energy Manager
b.morin@citron.io

Vincent Constant
Responsable d'agence
v.constant@citron.io

SAGE ENERGIE

Alexandre Mazeline
Ingénieur Energie
amazeline@sage-energie.fr