



Citron®

Services en **efficacité
énergétique** des Bâtiments

31 Décembre 2022

Rapport Audit Énergétique Décret
Tertiaire

-
Grenoble

Inria



Certificat de Qualification

n° 32429 - 8

Organisme qualifié :

GADS

Adresse :

**28 Quai Gallieni
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 :

MMA BTP

**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 :
28 Quai Gallieni - 92150 SURESNES

Date d'effet : 19 octobre 2022

Date d'échéance du certificat : 22 octobre 2023

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 32429-7

Pour le Directeur Général



Responsable du Pôle Certification Environnement, Sécurité et
Performance

00 . SOMMAIRE

Audit Energétique Décret Tertiaire - INRIA Grenoble

1. CONTEXTE DE LA MISSION (P.4)

2. SYNTHÈSE IMMOBILIÈRE ET ENERGETIQUE (P.7)

3. VOLET ANALYSE ENERGETIQUE DU SITE (P.12)

- 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.27)

- 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.46)

- 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.68)

- 6.1. Méthodologique d'extrapolation des mesures
- 6.2. Courbes de charges des mesures
- 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

Ce livrable concerne la phase de **définition du périmètre assujetti** au Décret Tertiaire en fonction des activités présentes sur chaque site. En effet, 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 assujetti** 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 du site situé 655 Avenue de l'Europe 38330 Montbonnot-Saint-Martin. 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 31/12/2022. Il repose sur une campagne de mesures des consommations énergétiques du site. La campagne de mesures a été réalisée aux dates suivantes :

Site	Installation	Désinstallation	Visite Technique
Grenoble	-	-	19/08/2022

L'ingénieur spécialisé en efficacité énergétique des bâtiments en charge du projet, Ossama Riad 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 : Ossama Riad

Fonction : Ingénieur Conseil Energie

Tél : 06 22 62 05 37

E-mail : o.riad@citron.io

2. Synthèse immobilière et énergétique



QUESTIONS SOULEVÉES

- Quelle est la performance globale du Centre INRIA Grenoble
- Quelles sont les informations clefs ?

Le bâtiment du site de l'INRIA Grenoble possèdent des **caractéristiques thermiques** variées suivant leurs années de construction et des **équipements de production de chauffage et climatisation performants et récents**.

Le bâtiment a été construit en 4 phases entre 1995 et 2010.

La **production de chaleur** est assuré par deux chaudières de 500 kW. La **climatisation confort** du site est assurée par deux groupes froids qui se situent sur la toiture de l'aile C et F.

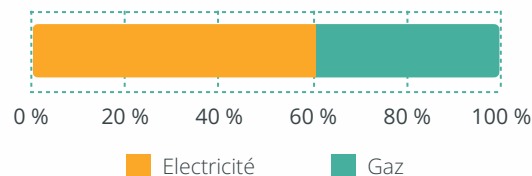
La **distribution réversible** dans les bureaux de l'ensemble du site est réalisée via des **ventilo-convecteurs** muraux, ainsi que des **radiateurs** et des **planchers chauffants** reliés aux CTA qui desservent tout le site.

1.2.1 INFORMATIONS SUR LE SITE

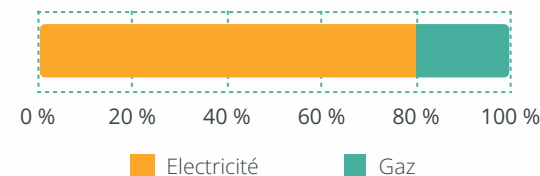
Volumes annuels de consommations énergétiques

Janvier - Décembre 2021

2 020 385 kWh_{EF}



148 733 €_{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 au 655 Avenue de l'Europe 38330 Montbonnot-Saint-Martin



BÂTIMENT

Le bâtiment a été construit entre 1995 et 2004 en 4 phases.



SURFACE PLANCHER DU SITE

800 m² par aile
Surface totale : 11 150 m²



OCCUPATION TOTAL DU SITE

Effectif de 2021 : 450 collaborateurs



ACTIVITÉ

Bureaux de recherche ouverts du lundi au vendredi de 7h à 20h et le week-end de 11h à 17h.



RÉGLEMENTATION

Le bâtiment est assujéti au **Décret tertiaire**

Synthèse Décret Tertiaire



CARACTÉRISTIQUES DU SITE :

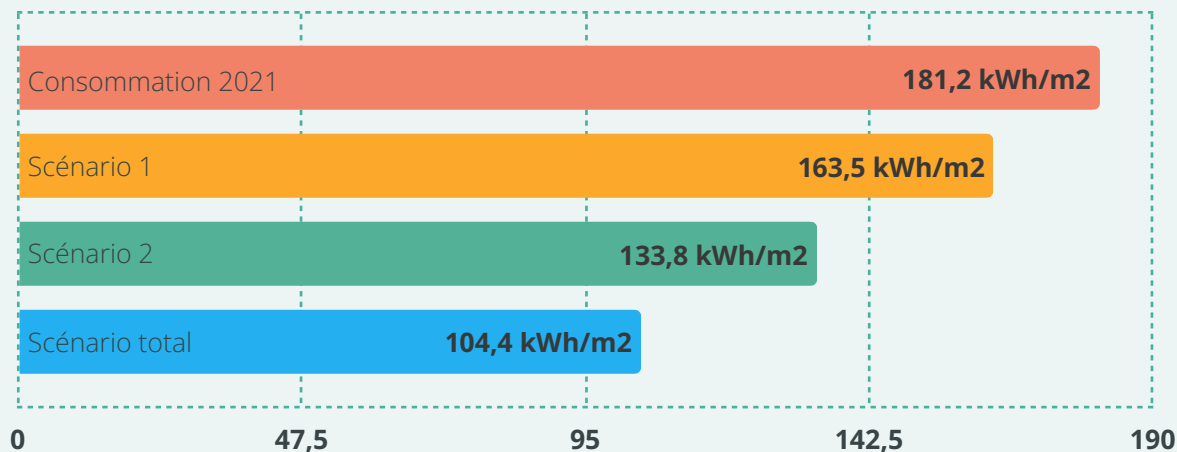
Site situé au 655 Avenue de l'Europe, 38330 Montbonnot-Saint-Martin

- Impact environnemental en 2021 : **206 tCO₂**
- Surface de plancher : **11 150 m²**
- Date de construction : **1995 à 2004**
(agrandissement en 4 phases)
- Horaires de présence
Lundi au vendredi : **8h à 18h**
- Occupant : **INRIA**

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

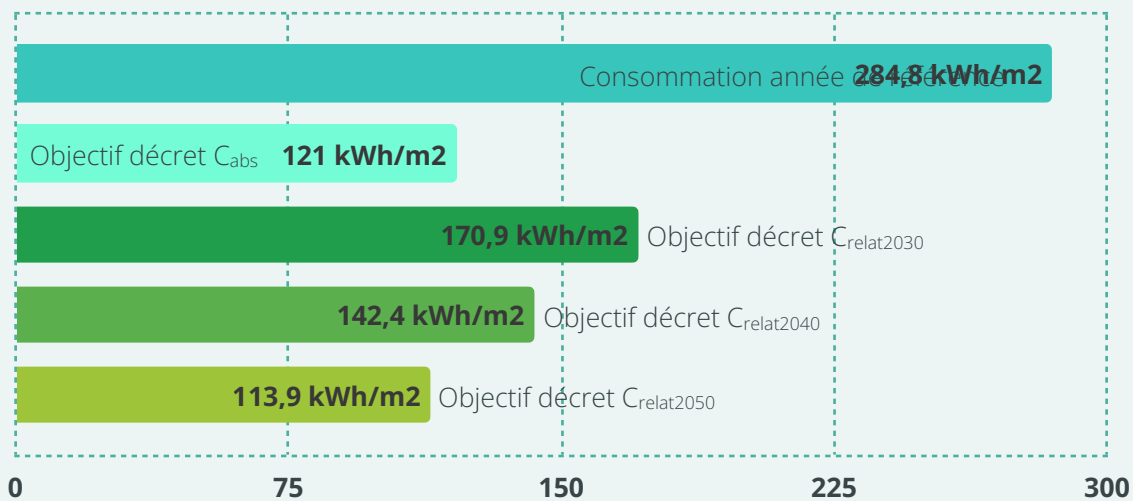
Année de référence $C_{réf}$ calculée : **2018**

Consommation de référence brute : **2 661 234 kWh**

Consommation de référence ajustée Tertiaire : **1 224 553 kWh**

Surface Tertiaire : **4 300 m²** surface de plancher

MARCHE RESTANTE DÉCRET TERTIAIRE



		Année de référence 2018	Année d' étude 2021	Objectif décret tertiaire C _{relat}	Scénario investissement faible	Scénario intermédiaire	Scénario total
Bilan énergétique							
Consommation d'énergie corrigée de la variation climatique (kWh _{ef} /m²/an)		238,7	181,2	170,9	163,5	133,8	104,4
% de réduction de consommation par rapport à l'année de référence					9,8 %	26,2 %	42,4 %
Bilan financier							
Investissement total					2 200 €	2 114 852 €	3 524 852 €
Actions & type d'imputation : (Colonne suivante à remplir par le mandataire) R : Locataire (charge récupérable) A : Propriétaire / Création-investissement (amortissable) : RA : Propriétaire / Remplacement d'actifs : NR : Propriétaire / Réfection-rénovation		Action A. : Diminution de la température de consigne froid			1 000 €	1 000 €	1 000 €
		Action B. : Augmentation de la température de consigne chaud			1 000 €	1 000 €	1 000 €
		Action C. : Sensibilisation des collaborateurs			200 €	200 €	200 €
		Action D. : Finalisation de la GTC			1 000 €	1 000 €	1 000 €
		Action E. : Remplacement des CTA non rénovés et passage en DF CTA F207 à 208					200 000 €
		Action F. : Réalisation d'un traitement d'eau de chauffage					15 000 €
		Action G. : Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques					300 000 €
		Action H. : Remplacement des menuiseries				276 300 €	276 300 €
		Action I. : Récupération de chaleur sur les productions d'eau glacée					55 000 €

Actions & type d'imputation : (Colonne suivante à remplir par le mandataire) R : Locataire (charge récupérable) A : Propriétaire / Création-investissement (amortissable) : RA : Propriétaire / Remplacement d'actifs : NR : Propriétaire / Réfection-rénovation		Action J. : Mise en place d'un équilibrage des réseaux de chauffage			40 000 €
		Action K. : Isolation des toitures tarasses		500 400 €	500 400 €
		Action L. : Isolation par l'extérieur des parois verticales		1 407 900 €	1 407 900 €
		Action M. : Mise en place d'un troisième piquage pour condenser sur la production de chaleur			50 000 €
		Action N. : Remplacement des ventilo-convecteurs par une technologie basse température + modification des batteries CTA (basse température)			750 000 €
Subventions mobilisables (CEE)				71 948 €	71 948 €
Economie financière annuelle totale			11 792 €	51 894 €	73 996 €
Economie financière annuelle surfacique			1,06 €/m2	4,65 €/m2	6,64 €/m2
Temps de retour sur investissement avec CEE			3 mois	40 ans et 9 mois	47 ans et 7 mois

ASSUJETTISSEMENT AU DECRET TERTIAIRE

Zone	Surface SUN bureaux Tertiaire
Accueil	490 m ²
Cuisine	24 m ²
Showroom	209 m ²
Salles de réunion	194 m ²
Aile J	400 m ²
Aile K	369 m ²
Aile A	369 m ²
Aile C	736 m ²
Aile D	400 m ²
Aile E	400 m ²
Sous-sol	710 m ²
TOTAL	4 300 m ²

L'étude Décret Tertiaire concernera seulement ces zones dans le cadre du **calcul d'année de référence, d'objectif C_{abs} et C_{relat} et des actions d'économies d'énergie du Décret Tertiaire**. De plus, une **estimation surfacique au tantième** se fera sur la production de chaud et froid confort principale. En effet, cette **production est centralisé** pour tout le site.

RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIES

Désignation	Origine de l'action	Usage	Type d'énergie	Gains annuels				Budget (€) TTC	TRI Hors CEE	CEE (€)	TRI Brut
				Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact carbone				
TRI inférieur à 1 an											
Action A. Diminution de température de consigne froid de 2°C (passage à 26°C)	STD	Production de froid	Electricité	63 269 kWh	6 177 €	3,1 %	4 tCO ₂	1 000 €	2 mois	0 €	2 mois
Action B. Diminution de température de consigne chaud de 2°C (passage à 19°C)	STD	Production de chaud	Gaz	122 803 kWh	4 531 €	6,0 %	27,9 tCO ₂		3 mois	0 €	3 mois
Action C. Sensibilisation des collaborateurs	Citron	PC	Electricité	5618 kWh	548 €	0,3 %	0,4 tCO ₂	200 €	4 mois	0 €	4 mois
TRI entre 1 an et 4 ans											
Action D. Finalisation de la GTC	Sage	CVC	Electricité	5491 kWh	536 €	0,3 %	0,4 tCO ₂	1 000 €	1 an et 10 mois	0 €	1 an et 10 mois
TRI supérieur à 4 ans											
Action E. Remplacement des CTA non rénovés (X4) et passage en DF CTA F207 à 208	Sage	Production de chaud	Gaz	38 706 kWh	1 428 €	1,9 %	8,8 tCO ₂	200 000 €	4 ans et 2 mois	0 €	4 ans et 2 mois
	Sage	CVC	Electricité	9 386 kWh	916 €	0,4 %	0,6 tCO ₂				
Action F. Réalisation d'un traitement d'eau de chauffage	Sage	Production de chaud	Gaz	20 643 kWh	761 €	1,0 %	4,7 tCO ₂	15 000 €	19 ans et 8 mois	0 €	19 ans et 8 mois
Action G. Mise en place de panneaux solaire photovoltaïques	Citron	Tout usage	Electricité	146 920 kWh	14343 €	7,2 %	8,7 tCO ₂	300 000 €	20 ans et 11 mois	0 €	20 ans et 11 mois
Action H. Remplacement des menuiseries	STD	CVC	Elec et gaz	230 598 kWh	9 976 €	11,4 %	63,7 tCO ₂	276 300 €	27 ans et 8 mois	0 €	27 ans et 8 mois
Action I. Récupération de chaleur sur les productions d'eau glacée	Sage	Production de chaud	Gaz	51 609 kWh	1 904 €	2,6 %	11,7 tCO ₂	55 000 €	28 ans et 10 mois	0 €	28 ans et 10 mois
Action J. Mise en place d'un équilibrage des réseaux de chauffage	Sage	Production de chaud	Gaz	51 609 kWh	1 325 €	2,6 %	11,7 tCO ₂	40 000 €	30 ans et 2 mois	0 €	30 ans et 2 mois

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	Origine de l'action	Usage	Type d'énergie	Gains annuels				Budget (€) TTC	TRI Hors CEE	CEE (€)	TRI Brut
				Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact carbone				
TRI supérieur à 4 ans											
Action K. Isolation des toitures terrasses	STD	CVC	Elec et gaz	131 264 kWh	10 715 €	6,5	13,8 tCO ₂	500 400 €	46 ans et 8 mois	28022 €	44 ans et 1 mois
Action L. Isolation par l'extérieur des parois extérieures	STD	CVC	Elec et gaz	244 531 kWh	15664 €	12,1 %	46,6 tCO2	1 407 900 €	89 ans et 10 mois	43926 €	87 ans
Action M. Mise en place d'un troisième piquage pour condenser sur la production de chaleur	Sage	Production de chaud	Gaz	14 450 kWh	533 €	0,7 %	3,3 tCO ₂	50 000 €	93 ans et 10 mois	0 €	93 ans et 10 mois
Action N. Remplacement des ventilo-convecteurs par une technologie basse température + modification des batteries de CTA (basse température)	Sage	Production de chaud	Gaz	72 252 kWh	7 051 €	3,6 %	16,4 tCO ₂	750 000 €	106 ans et 3 mois	0 €	106 ans et 3 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



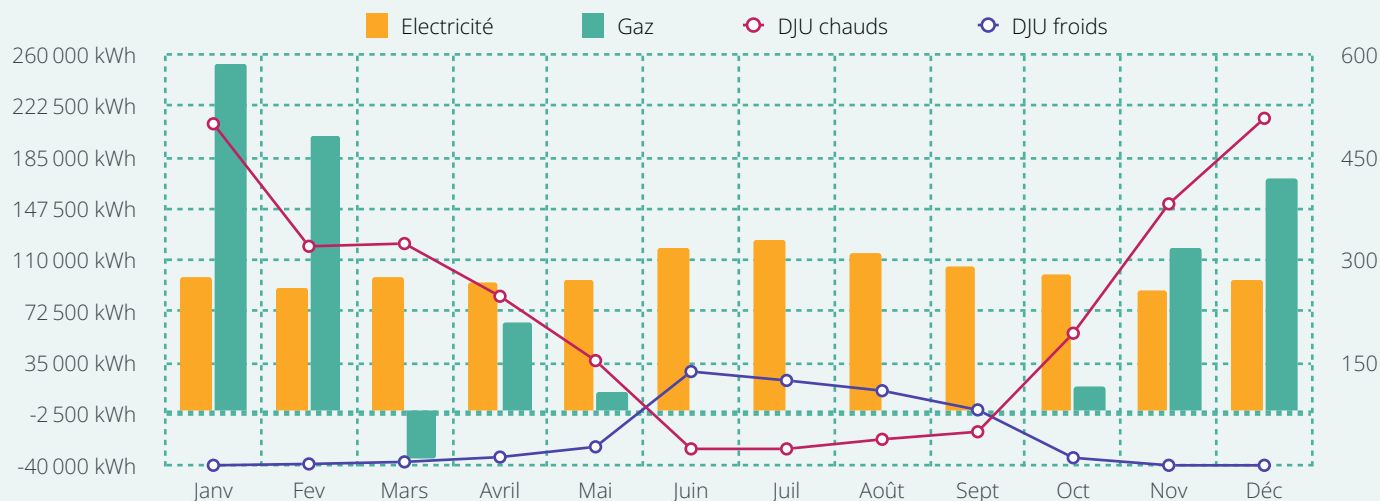
CARACTÉRISTIQUES DU SITE :

Site situé au 655 Avenue de l'Europe, 38330 Montbonnot-Saint-Martin

- Impact environnemental en 2021 : **206 tCO₂**
- Surface de plancher : **11 150 m²**

3.1.1 ANALYSE DE FACTURES

PÉRIODE D'ÉTUDE 2021



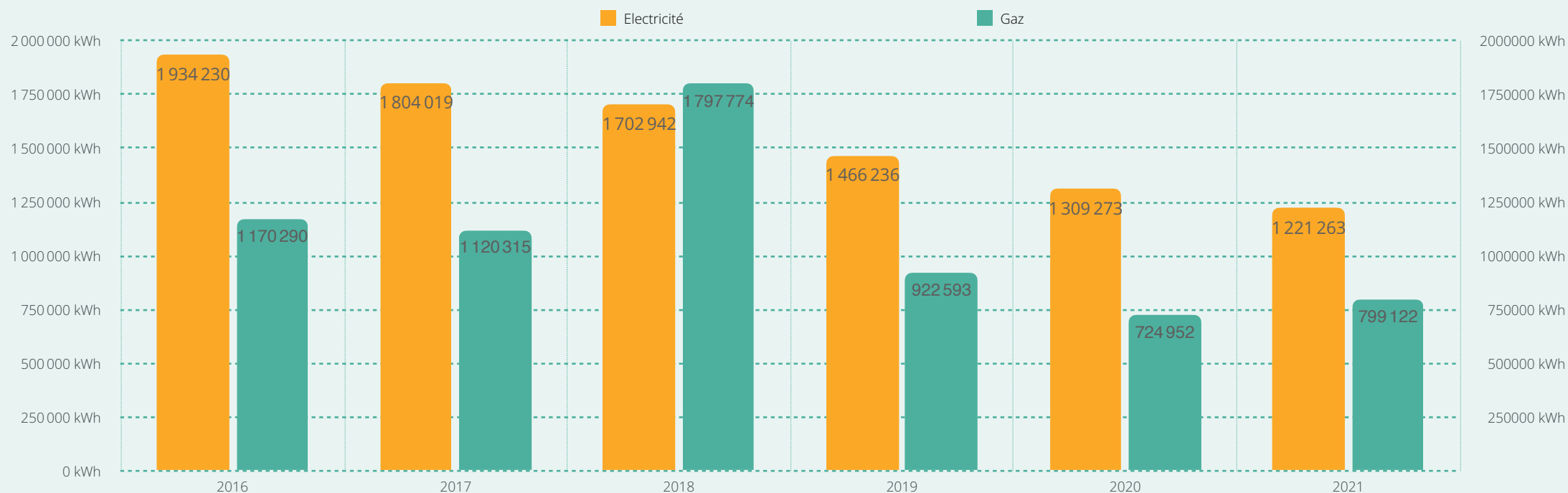
- Il existe un point de livraison électrique (30001930816081) principal pour le site chez le fournisseur ENGIE en Tarif HTA à 5 plages temporelles à point fixe, Segment C2 en Longue utilisation. La puissance souscrite est de 1 000 kVA.
- Un point de livraison gaz (GI048236) existe sur le site desservant les deux chaudières du site.
- Les consommations électriques varient en fonction des paramètres climatiques et de l'occupation du site. En effet, les consommations sont plus élevées en été à cause du froid confort.
- Les consommations de gaz sont bien corrélées aux DJU chaud. De plus, les consommations sont nulles durant les mois les plus chauds de l'année (Juin à Septembre).

2 020 385
kWh

148 733
€ TTC

181,2
kWh_{ef}/m²/an

EVOLUTION DES CONSOMMATIONS DE 2016 À 2021



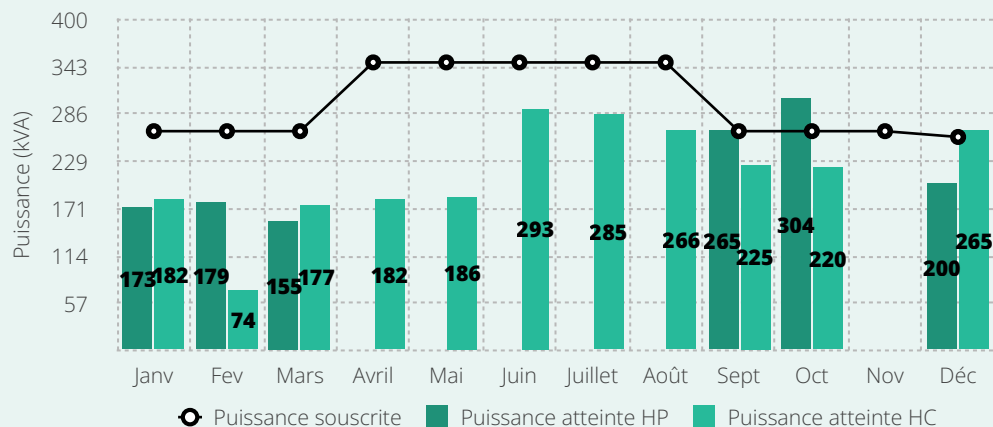
OBSERVATIONS

Les consommations électriques annuelles de 2016 à 2021 montrent une baisse constante des consommation ce qui montrent l'amélioration du pilotage des équipements et les effets aussi des travaux qui ont été faits sur l'éclairage (relamping LED, pilotage par détection de présence et pilotage selon la luminosité). De plus, 6 CTA ont été remplacé ainsi que les deux chaudières en 2021, ce qui va réduire d'autant plus les consommations des années suivantes.

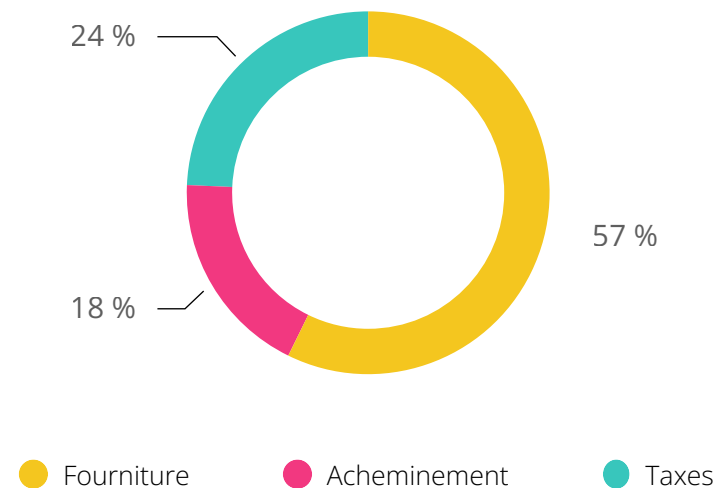
L'année 2020 est une année particulière avec le contexte sanitaire Covid-19, ce qui a impliqué une baisse des consommations avec les confinements et la baisse des effectifs sur le site. L'année 2021 a légèrement augmenté mais l'effectif restait assez réduit.

COMPARAISON DES PUISSANCES ATTEINTES ET SOUSCRITES

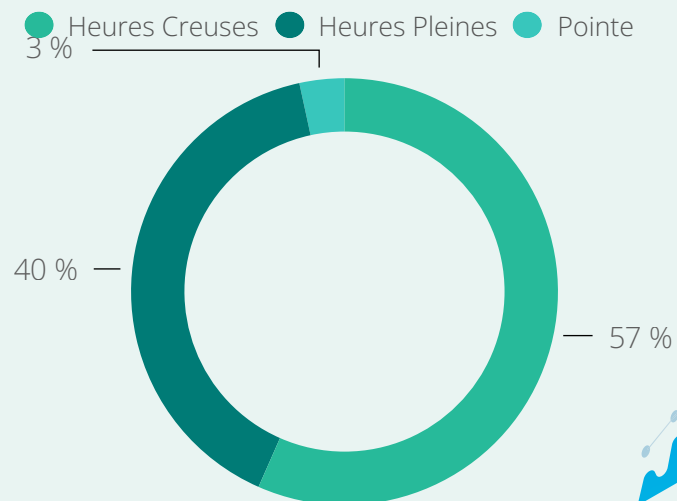
PDL N° 30001930816081



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 manquantes comme celles de Septembre et Octobre.
- **41 % 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.

3.1.3 INVENTAIRE TECHNIQUE - CVC



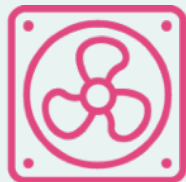
Équipement	Utilité	Nom bre	Locaux desservis	Marque	Modèle	Puissance	Etat	Perform ance	Année
Production d'eau glacée	Climatisation	1	Tout site	Trane	RTAC 200	$P_{\text{élec}} = 213 \text{ kW}$ $P_{\text{froid}} = 751 \text{ kWf}$	Moyen	Moyen	2014
Production d'eau glacée	Climatisation	1	Tout site	Trane	RTAC 140	$P_{\text{élec}} = 147 \text{ kW}$ $P_{\text{froid}} = 524 \text{ kWf}$	Moyen	Moyen	2014
Unité extérieure	Climatisation	1	Local TGBT	Daikin	RZASG125M7Y1B	-	Bon	Bonne	2021
Unité intérieure	Climatisation	1	Local TGBT	Mitsubishi	-	-	Bon	Bonne	-
Unité extérieure	Climatisation	1	C209	Mitsubishi	MUZ-GF71VE	$P_{\text{élec}} = 2,2 \text{ kW}$ $P_{\text{froid}} = 7,1 \text{ kW}$ $P_{\text{chaud}} = 8,1 \text{ kW}$	Bon	Bonne	2019
Unité extérieure	Climatisation	1	Local info 3	Mitsubishi	SUZ-SA71VA3	2,2 kW R410A 1,8kg	Bon	Bonne	10/2018
Armoire climatique sur EG	Climatisation	2	Local info 1	CIAT	CRIB 8000 EG 1S/1 EG 5000	-	Moyen	Moyenne	-
Unité extérieure	Climatisation	1	Local info 2	Mitsubishi	PUHZ-P100YKA	4,6 kW	Bon	Bonne	04/2018
Unité extérieure	Climatisation	2	Local info 2	Daikin	RZQSG140L7Y1B	9,5 kW	Bon	Bonne	07/2019

3.1.3 INVENTAIRE TECHNIQUE - CVC



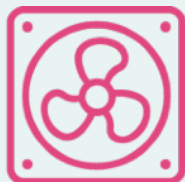
Equipement	Utilité	Nom bre	Locaux desservis	Marque	Modèle	Puissance	Etat	Performance	Année
Chaudière	Production chaleur	2	Tout site	Viessmann	Vitocrossal 200	$P_{\text{chaud}} = 400 \text{ à } 600 \text{ kW}$	Neuves	Bonne	2021
Pompe n°1	Circulation eau chaude	2	Tout site	Pedrollo	Pump PKm60	0,37 kW	Moyen	Mauvaise	-
Pompe double variable (réseau CTA)	Circulation eau chaude	1	Tout site	Grundfos	Magna 3	762 W	Bon	Bonne	2021
Pompe double variable (réseau radiateurs + VCO)	Circulation eau chaude	1	Tout site	Grundfos	Magna 3	762 W	Bon	Bonne	2021
Pompe double variable (réseau plancher chauffant)	Circulation eau chaude	1	Tout site	Grundfos	Magna 3	762W	Bon	Bonne	2021
Radiateurs à boucle d'eau	Emission chaleur	-	-	-	-	-	Moyen	Munis de robinets thermostatiques	-

INVENTAIRE TECHNIQUE - CVC



Équipement	Utilité	Nom bre	Locaux desservis	Marque	Modèle	Informations	Etat	Performance	Année
CTA double flux	Ventilation - Emission réversible	1	Robotique	Hydronic	CCM 85		Moyen	Moyenne	1999
CTA double flux	Ventilation - Emission réversible	1	F107	Hydronic	CCM 45		Moyen	Moyenne	-
CTA double flux	Ventilation - Emission réversible	1	F108	Hydronic	CCM 45		Moyen	Moyenne	1999
CTA Hygiénique	Ventilation - Emission réversible	1	Tout site	Hydronic			Moyen	Moyenne	-
CTA	Ventilation - Emission réversible	6	Cafétéria - Tout site	Hydronic	AXM 45	P _{moteur} = 5 kW	Bon	Bonne	2021
CTA double flux	Ventilation - Emission réversible	1	Accueil	-	-	Q = 6 400 m³/h	Bon	Bonne	2021
CTA double flux	Ventilation - Emission réversible	1	A103	CIAT - Hydronic	AXM 45	P _{moteur} = 5 kW Q = 3 300 m³/h	Bon	Bonne	2021
CTA double flux	Ventilation - Emission réversible	1	A104	CIAT - Hydronic	AXR Classic RHE40 ROTS 22BC	P _{moteur} = 3,7 kW Q = 5 000 m³/h	Bon	Bonne	2021
CTA double flux	Ventilation - Emission réversible	1	A110	Hydronic	CCM 125	Q = 13 500 m³/h	Bon	Bonne	2021
CTA double flux	Ventilation - Emission réversible	1	C208	CIAT - Hydronic	AXR Classic RHE30 ROTS 21BC	Q = 2 550 m³/h	Bon	Bonne	2021
Extracteur	Ventilation	1	Découpe laser	Cairox	BFSA-I 250-S	0,1 kW	Bon	Bonne	2021
VMC	Ventilation	1	Sanitaires	VIM	KSTT 3.030	P _{moteur} = 0,5 kW	Moyen	Moyenne	1999
VMC	Ventilation	1	Ailes E & H	VIM	KSTT 3.080	-	Moyen	Moyenne	1999
VMC	Ventilation	1	Aile J	Aldes	VKITA 2000	P = 590 W	Moyen	Moyenne	1999
VMC	Ventilation	1	Accueil	Aldes	VEC 271A		Moyen	Moyenne	-
VMC	Ventilation	1	Aile B	Aldes	VEC 271A		Moyen	Moyenne	-
VMC	Ventilation	1	RDC Aile G	Aldes	CVEC 2500	-	Moyen	Moyenne	2010

INVENTAIRE TECHNIQUE - CVC



Équipement	Utilité	Nom bre	Locaux desservis	Marque	Modèle	Informations	Etat	Performance	Année
VC	Emission réversible	288	Tout site	CIAT	-	-	Moyen	Moyenne	-
Thermostat	Réglage température de soufflage	288	Tout site	CIAT	-	-	Moyen	Moyenne	-
Pompe double variable	Circulation réseau CTA	1	Tout site	Grundfos	UPSD 40-120/F	P _{v1} = 290 W P _{v2} = 330 W P _{v3} = 460 W	Moyen	Moyenne	-
Pompes doubles variables	Circulation eau glacée	1	Tout site	Grundfos	Magna 3	762 W	Bon	Bonne	-
Pompes doubles variables	Circulation eau glacée	1	Tout site	Grundfos	Magna 3	762 W	Bon	Bonne	-
Pompe	Circulation réseau CTA	1	Tout site	TEE Electric Motors	2115025	11-12,7 kW	Moyen	Moyenne	2014

INVENTAIRE TECHNIQUE - ECLAIRAGE



Equipement	Nombre	Puissance cumulée	Localisation
Panneau LED 30W 60x60	16	480	Aile A : Showroom
Panneau LED 30W 60x60	175	5 250 W	Circulations ailes B, D, E, H & J
Hublot LED 17W	48	816 W	Circulations C & F
Spot LED 5W	16	80 W	Circulations C & F
Downlight LED 22W	48	1 056 W	Circulation aile G
Panneau LED 30W 60x60	720	21,6 kW	Bureaux et locaux ailes B, D, E, H & J
Panneau LED 30W 60x60	76	2 280 W	Bureaux et locaux ailes C & F
Spots LED 10W	44	440 W	F107
-	-	-	Aile K : hall robotique
-	-	-	Cafétéria
-	-	-	Sous-sol

INVENTAIRE TECHNIQUE - TRANSFO & ONDULEURS



Equipement	Localisation	Marque	Puissance	Année
Transformateur triphasé 50Hz	Sous-sol	Merlin Gerin	1 000 kVa	1995
Onduleurs	Sous-sol	Schneider Electric		

INVENTAIRE TECHNIQUE - DIVERS



Equipement	Localisation	Nombre	Puissance
Ordinateurs	Tout site - grands bureaux	4	Environ 200W
Onduleurs	Tout site - petits bureaux	6	Environ 200W

3.6 AVIS SUR LE MATÉRIEL

La **production de chaleur** du site est assurée par deux chaudières qui ont été changée et installée en 2021. Le réseau de chaleur se trouvant dans le local chaufferie est bien calorifugé, y compris les points singuliers.

La **climatisation** du site, à l'exception des salles serveurs et locaux informatiques, est assuré par deux groupes froids (Trane) en toiture de l'aile C et F. En hiver les deux groupes frigorifiques sont en redondance mais seul l'un des deux est activé en fonctionnement normal. Les locaux informatiques et les salles serveurs sont climatisés par des unités indépendants et des splits. Le local TGBT-Onduleur comprend aussi un split indépendant pour son refroidissement.

L'**émission réversible** est réalisé via des ventilo-convecteurs et peut être réglés via des télécommandes indépendants d'une zone à l'autre. Cependant, le réglage est limité et est défini via la **GTB**. La température de consigne de chauffage est réglé à 22°C en période d'occupation et 17°C en période d'inoccupation pour les VC et radiateurs. Elle est réduite à 19°C et 18°C pour les planchers chauffants.

Les **CTA** assurent à la fois le renouvellement d'air et le soufflage d'air chaud et froid des ventilo-convecteurs. Il y a 10 CTA qui desservent l'ensemble du site, dont 6 qui ont été remplacé en 2021. Les 4 autres CTA sont vieillissantes et sont dues d'être remplacées à la fin de 2022.

Un **système de GTB** est donc en place sur le site de Grenoble. Il permet de piloter les systèmes de CVC (production et distribution) par des plannings horaires et de températures. Des alarmes permettent d'être remontées en cas de défaillance ou panne d'un équipement. Un sous-comptage est disponible pour les systèmes et équipements de production et émission.

L'éclairage a été entièrement revu en 2021 et un relamping complet du site a été réalisé. De plus, le pilotage est assuré à la fois par des capteurs de présence et de luminosité.

3.7 AVIS SUR LE CONTRAT DE MAINTENANCE

Désignation	Etat	Commentaire
Type de marché	PF	Le contrat est un marché à bon de commande
Poste	P2	Prestation d'entretien (P2) curative et préventive. Le marché ne comprend pas de P1 ou de P3 ni d'intéressement
Durée du marché	4 ans	Le marché dure 4 ans
Périmètre	OUI	Le périmètre des prestations est bien défini
Gamme de maintenance	MOYENNE	Les gammes de maintenance ne sont pas définies clairement (évolution au fil du temps)
Pénalité	OUI	Le marché comprend des pénalités exhaustives
Suivi des énergies	OUI	Le titulaire doit relever les compteurs d'énergie mensuellement
Astreinte	OUI	Le marché intègre une prestation en astreinte.
Délais	OUI	Délais d'intervention 4 heures ouvrées; 8 heures en astreinte
GMAO	ABSENT	La GMAO est absent du CCTP
Télégestion	OUI	L'exploitant doit se servir de la GTC pour les alarmes et les défauts de fonctionnement
Suivi du marché	OUI	Une réunion par semestre
Eau de chauffage	OUI	Intégration d'une analyse d'eau annuelle avec traitement si analyse non concluante
Rapport annuel	OUI	L'exploitant doit rendre un rapport semestriel et un rapport annuel intégrant une analyse énergétique

Le marché cadre l'ensemble des prestations. Le marché cadre bien l'ensemble des prestations P2 (préventif, curative et astreinte). Le périmètre est bien détaillé avec une gestion spécifique des consignes de température. La gamme de maintenance n'est pas spécifiée dans le marché. Le contrat indique qu'il y a une GTC. Le titulaire a pour obligation une relève des compteurs avec réalisation d'un bilan semestriel.

Ce type de marché ne permet pas l'engagement du candidat sur une maîtrise / diminution des consommations d'énergie. L'ajout d'un intéressement est conseillé. Les pénalités sont exhaustives. Le marché a une durée 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. L'ajout d'un P3 de type garantie totale est vivement conseillé. En cas de casse l'exploitant portera ainsi la responsabilité de la remise en état de l'installation dans le délais imposé. Le contrat présente un cadre pour les devis hors marché dans la limite de 30 000 €HT sur 4 ans avec un taux horaire et un pourcentage de marge.

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 frigorigènes (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
Daikin	R410a	2 088	2,6 kg	-	Local TGBT-onduleur
Daikin (X2)	R410a	2 088	8 kg	-	Local info 2
Mitsubishi	R410a	2 088	3,3 kg	-	Local info 2
Mitsubishi	R410a	2 088	1,8 kg	-	Local info 1
Mitsubishi	R410a	2 088	1,9 kg	-	Salle C209
Groupe Trane F	R134a	1 430	107 kg	-	Tout site
Groupe Trane C	R134a	1 430	97 kg	-	Tout site

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.

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

04.1

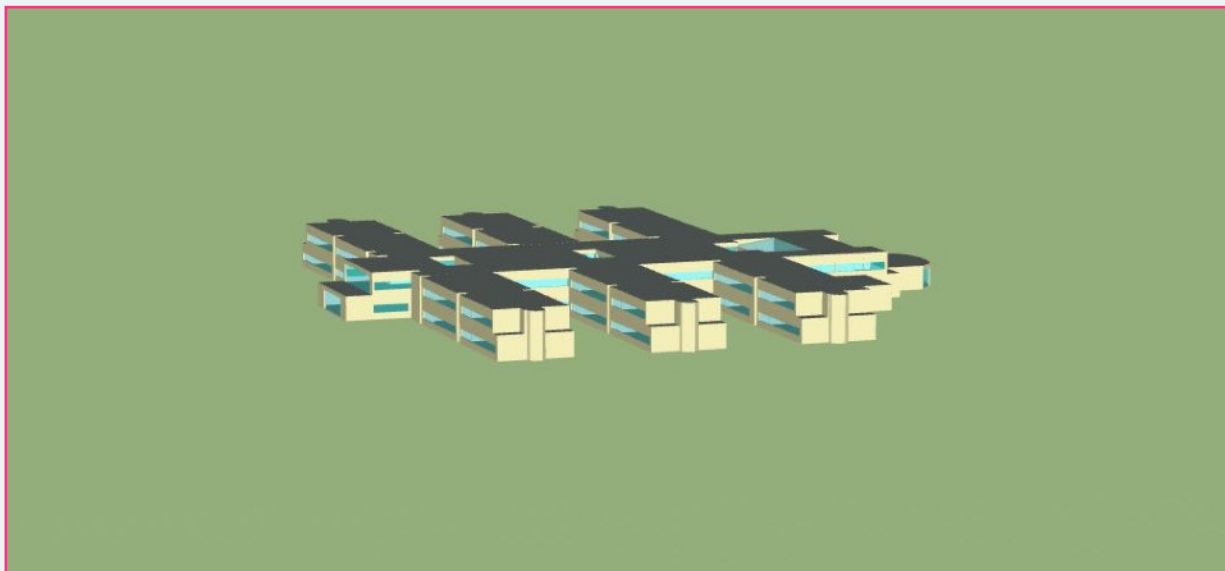
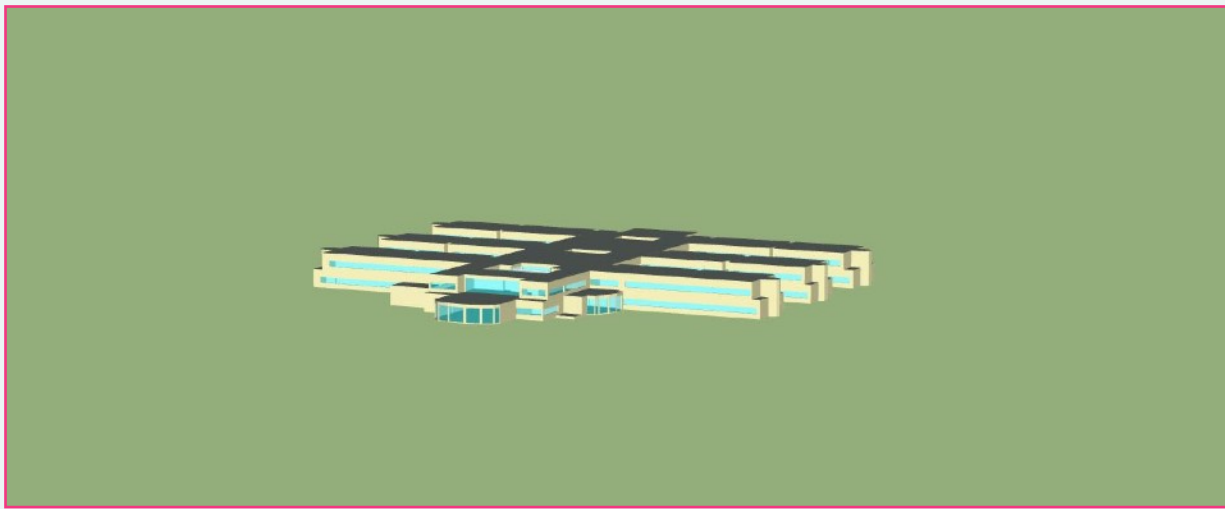
SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

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 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.,
- L'orientation des bâtiments, le sens du vent, le parcours du soleil et les masques sur le site a été pris en compte dans la simulation.

MODÉLISATION DU SITE

PLÉIADES V5.22.10.2



DÉTAIL DES VARIABLES DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

Scénarios de températures

- **Consigne de climatisation des salles serveurs et onduleurs**
T°C constante à 21°C
- **Consigne de climatisation des bâtiments site**
T°C en journée : 24°C / T°C en réduit : 28°C
- **Consigne de chauffage des bureaux du site**
T°C en journée : 21°C / T°C en réduit : 17°C

Scénarios d'exploitation

- **Eclairage des bureaux**
Occupation : 400 lux / Inoccupation : 0 lux
- **Puissance moyenne dissipée du local TGBT - Onduleur**
6 kW constant
- **Puissance moyenne dissipée de tous les locaux serveurs et informatiques**
8 kW constant
- **Puissance moyenne dissipée des procédés de cuisine**
Occupation : 10 kW / Inoccupation : 2 kW
- **Occupation du site**
Horaires - Lundi au vendredi : 8h à 19h
Occupation moyenne du site - 0,5 personnes/m²

4.3

PERFORMANCE THERMIQUE DE L'ENVELOPPE

HYPOTHÈSES

N'ayant pas pu récolter les données constructifs des bâtiments. Nous n'avons pas pu déterminer avec précision la composition des parois. Cependant, nous avons estimé la résistance thermique et l'épaisseur des matériaux avec les années de constructions via les différentes réglementations thermiques.

GRANDEURS PHYSIQUES UTILISEES

λ : La conductivité thermique ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) 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 $m^2 \cdot K/W$) = 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 $W/m^2 \cdot K$) = $1/R$.

PERFORMANCES THERMIQUES DES PAROIS OPAQUES

Localisation	Composition	Épaisseurs	Résistance thermique	Norme	Performance thermique
Murs extérieurs					
Tout site - Extérieur vers l'intérieur	Polystyrène expansé	7 cm	1,79 $m^2 \cdot K/W$		
	Béton lourd	20 cm	0,11 $m^2 \cdot K/W$		
	Placoplâtre	1,3 cm	0,04 $W/m^2 \cdot K$		
	TOTAL	28,3 cm	1,94 $W/m^2 \cdot K$	> 3 $m^2 \cdot K/W$	Mauvaise
Toiture terrasse					
Tout site - Extérieur vers l'intérieur	Sable et gravier	6 cm	0,03 $m^2 \cdot K/W$		
	Rock up C NU 80	8 cm	2,05 $W/m^2 \cdot K$		
	Béton lourd	20 cm	0,11 $W/m^2 \cdot K$		
	TOTAL	34 cm	2,19 $W/m^2 \cdot K$	> 3,3 $m^2 \cdot K/W$	Mauvaise
Plancher bas sur vide sanitaire					
Tout site - Extérieur vers l'intérieur	Béton lourd	20 cm	0,11 $m^2 \cdot K/W$		
	Polystyrène expansé	3 cm	0,77 $W/m^2 \cdot K$		
	TOTAL	23 cm	0,88 $W/m^2 \cdot K$	> 2,1 $m^2 \cdot K/W$	Mauvaise

AVIS SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES

Les ailes les plus anciennes ont été construites en 1995 et ne comportent pas de bonnes performances thermiques. La construction du bâtiment a été finalisée en 2010.

La performance thermique globale du site est assez mauvaise. Dans le but d'atteindre les objectifs du Décret Tertiaire, il est nécessaire de prendre en compte l'enveloppe des bâtiments.

4.3

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 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$) = $1/R$.

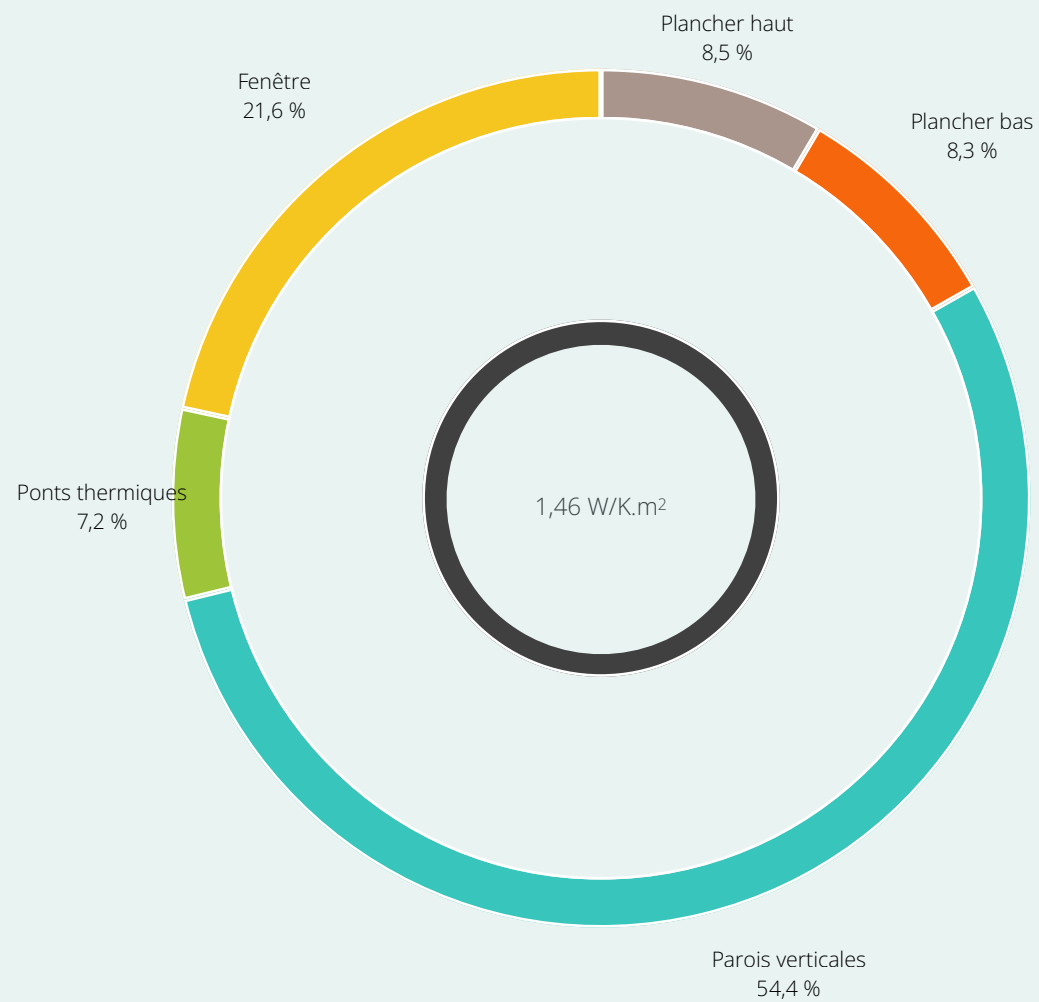
PERFORMANCES THERMIQUES DES PAROIS VITRÉES

Localisation	Composition châssis	Type de vitrage	Uw	Norme	Performance thermique
Fenêtres					
Tout site	PVC	Double vitrage	2,50 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	< 1,9 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	Mauvaise

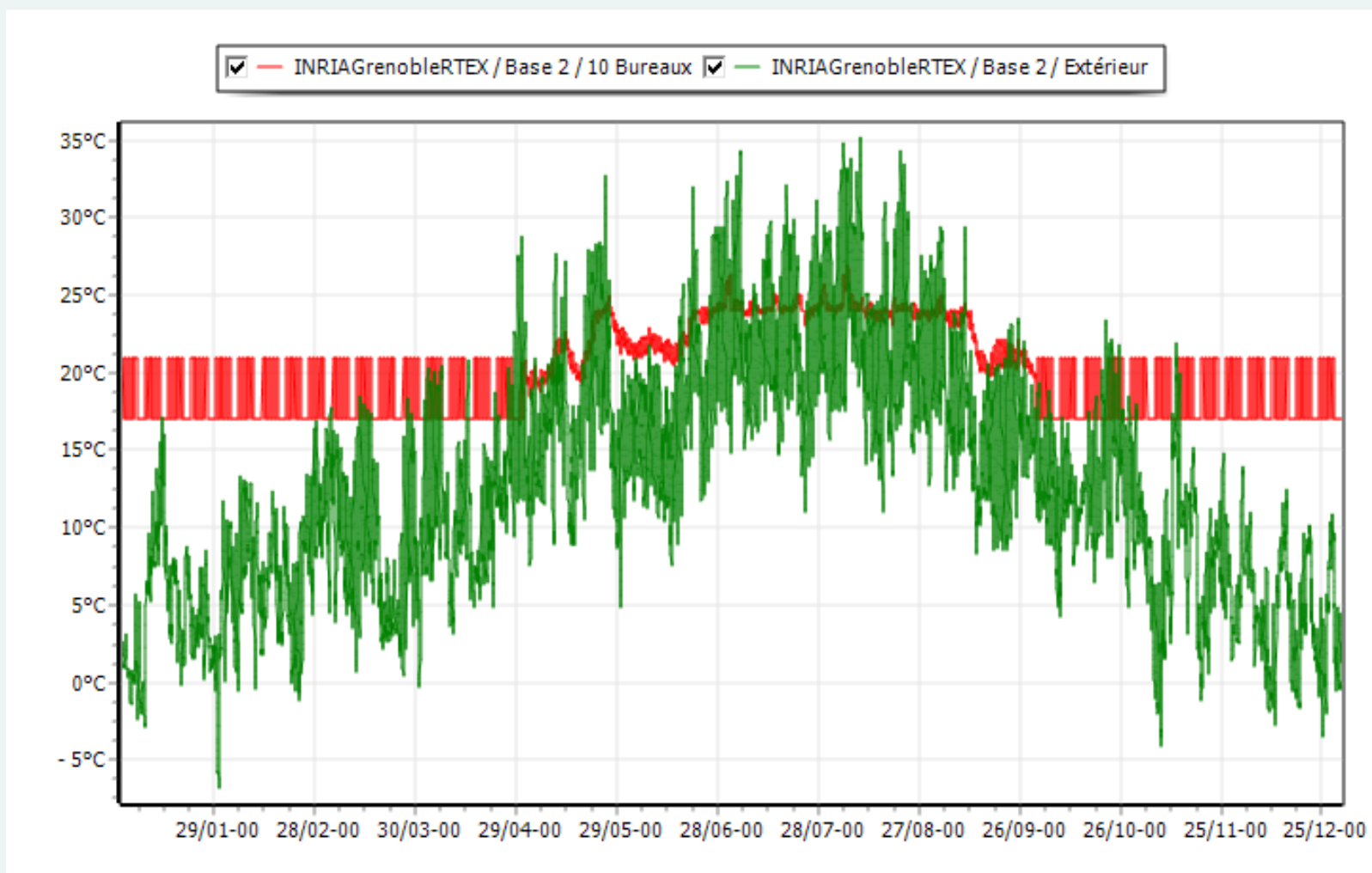
AVIS SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES

Les menuiseries de l'ensemble du site est en double vitrage mais présente une faible épaisseur d'air, notamment pour les bâtiments anciens. Leur performance est assez mauvaise mais la performance peut être améliorée d'un point de vue confort via des films solaires afin de limiter les apports solaires importants.

4.4 RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS THERMIQUES DU SITE



COMPARAISON DE TEMPERATURE DE L'EXTÉRIEUR ET INTÉRIEUR



RESSENTI DE LA TEMPERATURE D'AMBIANCE DES BUREAUX

La simulation nous permet d'observer que la courbe de température dans cette zone varie l'hiver entre 17°C et 21°C, et entre 22°C et 26°C en été. On peut voir quelques dépassements de 26°C durant les périodes les plus chaudes. Nous remarquons aussi des périodes d'inconfort fin avril et septembre quand la température extérieure baisse.

4.6 ANALYSE DU BESOIN CHAUD ET FROID PAR ZONE THERMIQUE

Zone	Besoin chaud (kWh/m²)	Besoin froid (kWh/m²)
Bureaux	120	54
Dégagements	35	24
Accueil	171	48
Cafétéria	147	52
Amphis	115	29
Salles serveurs - TGBT Onduleur	0	99

4.7 SYNTHÈSE THERMIQUE PAR ZONE

Zones	Apports solaires bruts (kWh)	Conso Eclairage (kWh)	Heures > T _{in} Inconfort	Amplification de T _{ext}	Taux d'inconfort	Surface (m²)	Volume (m³)
Bureaux	264 389	58 728	0	0	0,0 %	5073	18 282
Dégagements	57 828	19 526	28	0	1,3 %	2 460	8 860
Accueil	14 482	1 131	0	0	0,0 %	490	1 762
Cafétéria	15 421	1 578	0	0	0,0 %	199	718
Sanitaires	0	1 003	0	0	0,0 %	225	811
Amphis	2 517	3 090	0	0	0,0 %	365	1 313
Salles serveurs - TGBT Onduleur	3 777	Négligeable	0	0	0,0 %	403	1 452

ACTION A

AJUSTEMENT DES TEMPÉRATURES DE CONSIGNES ÉTÉ

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 du bâtiment.

Principe de la solution proposée

Les températures de consignes des bureaux relevées sur site et instauré dans la simulation thermique dynamique, sont aux alentours de 24°C en été.

Nous préconisons d'ajuster ces températures de consignes de 2°C en été à 26°C, cela engendre un besoin plus faible de climatisation sur la boucle d'eau.. Le gain énergétique est donc très intéressant sur les équipements de production de froid, et cela sans investissement.

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

Investissement

Equipement	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total TTC
Intervention	-	-	1 000 €

Tableau des gains

Type d'énergie	Gains annuels				Budget	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Electricité	63 269 kWh	6 177 €	3,1 %	4 tCO2	1 000 €	2 mois



4.8 Actions de performances énergétiques

ACTION B

AJUSTEMENT DES TEMPÉRATURES DE CONSIGNES HIVER

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 du bâtiment.

Principe de la solution proposée

Les températures de consignes des bureaux relevées sur site et instauré dans la simulation thermique dynamique, sont aux alentours de 21°C en hiver.

Nous préconisons d'ajuster ces températures de consignes de 2°C en hiver à 19°C, cela engendre un besoin plus faible de chauffage sur la boucle d'eau et donc une diminution de température de l'eau. Le gain énergétique est donc très intéressant sur les chaudières et cela sans investissement.

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

Investissement

Equipement	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total TTC
Intervention	-	-	1 000 €

Tableau des gains

Type d'énergie	Gains annuels				Budget	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	122 803 kWh	4 531 €	6 %	27,9 tCO2	1 000 €	3 mois



ACTION L

ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR DES PAROIS VERTICALES

QUESTIONS SOULEVÉES

- En quoi cette solution est pertinente dans le cadre du projet ?

Le chauffage et la climatisation lié aux PAC représente presque 10% de la consommation en énergie du site. L'isolation thermique par l'extérieur permettrait de générer des économies d'énergies.

Principe de la solution proposée

L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) actuelle du bâtiment sera déposée. Une ITE performante sera mise en place pour l'ensemble des murs extérieurs du bâtiment :

- Système constructif : panneaux de polystyrène expansé sous bardage chevillé aux façades
- Epaisseur : 12 cm d'isolant
- Résistance thermique de l'ensemble isolant : 3,75 m².K/W
- Traitement des points singuliers et retour en sous-face

La résistance thermique retenue pour cette ITE est élevée, ce qui permettra d'optimiser au mieux les gains énergétiques.

Investissement

Localisation	Quantité	Prix unitaire (m2)	Coût Total TTC
Surface à isoler	4 693 m ²	300 €	1 407 900 €
TOTAL			1 407 900 €

Tableau des gains

Gains annuels					Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% corso gaz	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
244 531 kWh	15 664 €	30,6 %	12,1 %	44,6 tCO2	1 407 900 €	89 ans et 10 mois

Subventions CEE

Référence	Action	Valorisation en euros	TRI Brut
BAT-EN-102	Isolation des murs	43 926 €	87 ans

ACTION H

REMPLACEMENT DES MENUISERIES

QUESTIONS SOULEVÉES

- En quoi cette solution est pertinente dans le cadre du projet ?

Le chauffage et la climatisation lié aux PAC représente presque 10% de la consommation en énergie du site. L'isolation thermique par l'extérieur permettrait de générer des économies d'énergies.

Principe de la solution proposée

Les vitrages des tranches 1 et 2 seront remplacés par des fenêtres à double vitrage à basse émissivité, qui possèdent des performances thermiques très élevées :

- Châssis aluminium à rupture de ponts thermiques
- Épaisseur : 44,2/16 Ar/6 mm
- Coefficient de transfert thermique de la fenêtre $U_w < 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Facteur solaire $S_w > 0,36$

Au-delà d'engendrer une diminution des consommations énergétiques, un remplacement des menuiseries permet d'apporter un grand confort pour les collaborateurs par suppression de l'effet de « paroi froide » et des infiltrations d'air /

Investissement

Localisation	Quantité (m2)	Prix unitaire (€/m2)	Coût Total TTC
Surface vitrée à isoler	1 842 m ²	150 €	276 300 €
TOTAL			276 300 €

Tableau des gains

Fluide	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	206 173 kWh	7 607 €	10,2 %	62,2 tCO2	276 300 €	27 ans et 8 mois
Electricité	24 425 kWh	2 369 €	1,2 %	1,5 tCO2		
Total	230 598 kWh	9 976 €	11,4 %	63,7 tCO2		

Subventions CEE

Référence	Action	Valorisation en euros	TRI Brut
BAT-EN-102	0	0 €	0

ACTION K

ISOLATION THERMIQUE DES TOITURES TERRASSES

QUESTIONS SOULEVÉES

- En quoi cette solution est pertinente dans le cadre du projet ?

Le chauffage et la climatisation lié aux PAC représente presque 10% de la consommation en énergie du site. L'isolation thermique par l'extérieur permettrait de générer des économies d'énergies.

Principe de la solution proposée

Nous préconisons de renforcer l'isolation thermique des toitures terrasses du bâtiment pour la porter à 14 cm.

- Système constructif : panneaux de polystyrène expansé sous couche d'étanchéité
- Epaisseur : 8 cm d'isolant rapportés sur les 7 ou 8 cm existants
- Résistance thermique de l'ensemble isolant : 3,75 m².K/W

La résistance thermique finale de l'ensemble isolant sera ainsi conforme aux normes actuelles les plus strictes.

Il est également important de vérifier le coefficient de transmission de vapeur d'eau avant d'effectuer les travaux

Investissement

Localisation	Quantité	Prix unitaire (m2)	Coût Total TTC
Surface à isoler	5 560 m ²	90 €	500 400 €
TOTAL			500 400 €

Tableau des gains

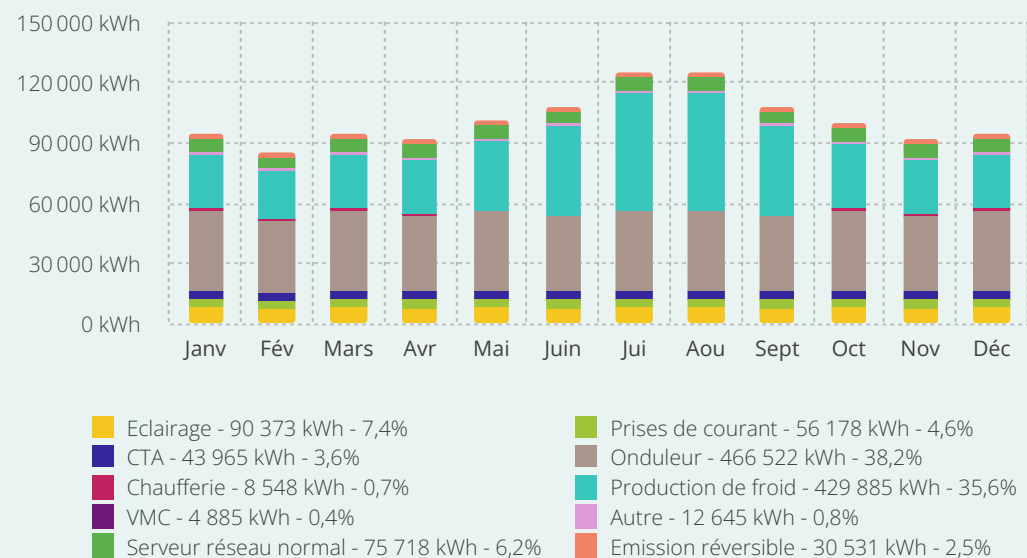
Fluide	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Electricité	97 701 kWh	9 477 €	4,8 %	6,2 tCO2	500 400 €	46 ans et 8 mois
Gaz	33 563 kWh	1 238 €	1,7 %	7,6 tCO2		
Total	131 264 kWh	10 715 €	6,5 %	13,8 tCO2		

Subventions CEE

Référence	Action	Valorisation en euros	TRI Brut
BAT-EN-107	Isolation des toitures terrasses	28 022 €	44 ans et 1 mois

Volet Electrique

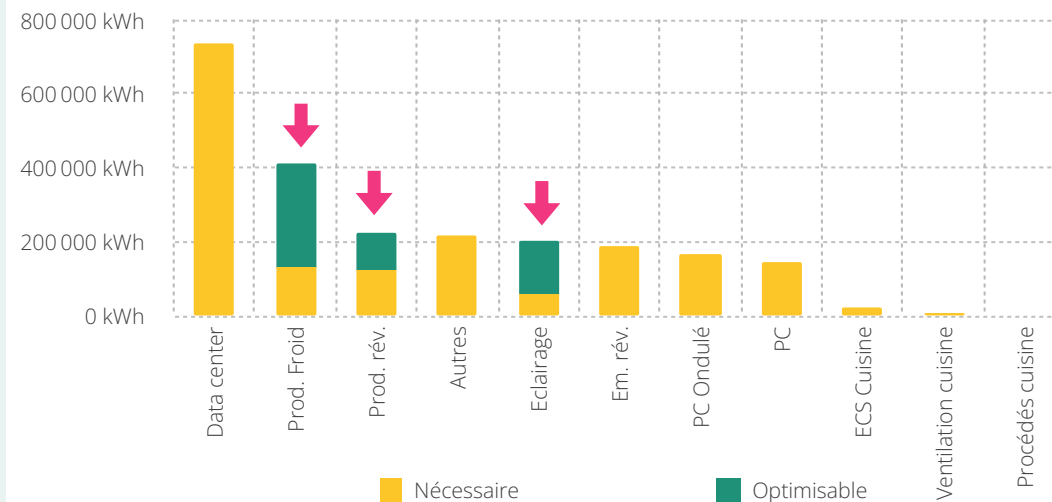
5.1 EXTRAPOLATION DES DONNÉES DE CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES PAR USAGE PENDANT UNE ANNÉE



Les consommations d'énergies sont pour la majorité constantes au cours de l'année. La production de froid est doublement plus élevée pendant les mois les plus chauds de l'année. Ceci est dû aux deux groupes froids situés aux toitures C et F qui desservent tout le site pour le froid confort. Plus d'un tiers des consommations est lié aux équipements informatiques (serveurs, PC) et à l'onduleur.

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, cinq usages électriques significatifs ressortent : les data-centers, la production de froid, la production réversible, l'éclairage et l'émission réversible.

5.4. Actions de performances

Actions, subventions & financements

Les Certificats d'Économie d'Énergie (CEE ou C2E) sont un dispositif visant à promouvoir les actions d'économies d'énergie. Il a été lancé en 2006 et est encadré par la loi POPE (2005) en réponse à l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto.

Pour une action donnée, les CEE vont permettre aux acteurs éligibles de réduire l'investissement nécessaire à la mise en place de cette action et donc son temps de retour sur investissement.

Les industriels, les entreprises du secteur tertiaire, les copropriétaires ainsi que les ménages peuvent tous prétendre aux CEE. Ils ne peuvent en revanche pas obtenir des CEE seuls mais doivent nécessairement passer par un tiers obligé ou éligible.

Référence	Action	Nombre de KWh _{cumac} générés	Prix du MWh _{cumac}	Équivalent en euros
BAT-EQ-127	Relamping LED	706 300	5 c€/MWh _{cumac}	3 532 €
BAT-TH-156	Free-chilling pour les groupes froids data-center	1 522 800		7 614 €
BAT-TH-153	Système de confinement des allées froides du data-center	540 000		2 700 €
BAT-EN-102	Isolation des murs	3 192 576		15 963 €
BAT-EN-107	Isolation des toitures terrasses	3 937 416		19 687 €
BAT-TH-113	Pompe à chaleur air/eau ou eau/eau BYRON	274 932		1 375 €
	Pompe à chaleur air/eau ou eau/eau KAHN	148 176		741 €



ACTION G

INSTALLATION DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUE EN AUTOCONSOMMATION

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

- 711 modules PV
- Puissance DC installée : 266,63 kWc
- Puissance Max AC Atteinte : 208,8 kW
- Production d'énergie annuelle : 392,79 MWh
- Productible : 1 473 kWh/kWhc
- Ratio DC/AC : 82 %
- Energie autoconsommée : 381 610 kWh
- Taux d'autoconsommation : 16 %

Principe de la solution proposée

Avec l'installation de 711 modules photovoltaïques répartie sur les bâtiments CAUCHY, LAGRANGE, BYRON, KAHN et RESTAURANT, nous avons estimé une puissance potentielle de 321,6 kWc soit une production annuelle de 381 610 kWh. Cette production annuelle couvre 16% des besoins électrique de consommation annuel du site.

Nous vous conseillons de privilégier l'**autoconsommation**. 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.

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

Tableau des gains

Usage	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Tous usages	146 920 kWh	14343 €	7,2 %	8,7 tCO ₂	300 000 €	20 ans et 11 mois

ACTION G

INSTALLATION DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUE EN AUTOCONSOMMATION

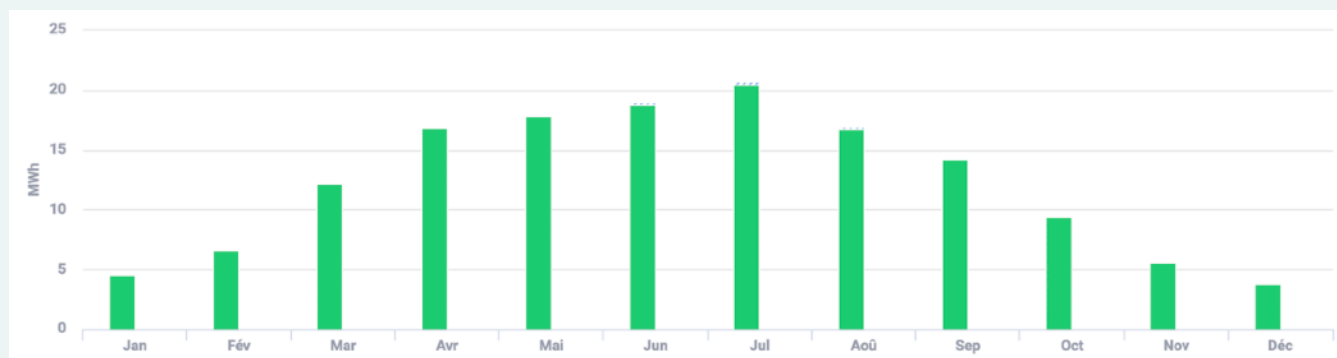
QUESTIONS SOULEVÉES

- 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

- 711 modules PV
- Puissance DC installée : 266,63 kWc
- Puissance Max AC Atteinte : 208,8 kW
- Production d'énergie annuelle : 392,79 MWh
- Productible : 1 473 kWh/kWhc
- Ratio DC/AC : 82 %
- Energie autoconsommée : 381 610 kWh
- Taux d'autoconsommation : 16 %



ACTION C

SENSIBILISATION DES COLLABORATEURS

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 !

Investissement

Préconisation	Quantité (heure)	Prix unitaire TTC	Coût Total
Sensibilisation / Formation	1	200 €	200 €
Total			200 €

Tableau des gains

Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO ₂		
5618 kWh	548 €	0,3 %	0,4 tCO ₂	200 €	4 mois

ACTION D

FINALISATION DE LA GTC

QUESTIONS SOULEVÉES

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

La GTB est le cerveau technique du bâtiment et permet une visualisation et un contrôle d'une partie des équipements installés.

L'ajout d'équipement permettra d'accroître la visibilité technique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique du bâtiment.

Principe de la solution proposée

La solution proposées ne permet pas, dans un premier temps, d'effectuer des économies d'énergies sur le bâtiment.

Néanmoins, afin d'améliorer la connaissance aussi bien en terme techniques, qu'énergétique du bâtiment, nous proposons de finaliser le paramétrage de la GTC actuelle.

Cet ajustement permettra, dans un second temps, de pouvoir répartir plus précisément les dépenses énergétiques. Cet ajout se traduit par des raccordements électriques sur les équipements existants (dénommés « points » ci-après) ainsi que par de la programmation au niveau de la GTC.

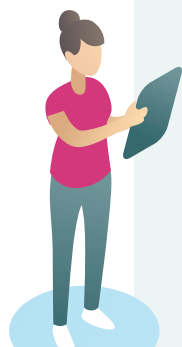
Le prix associé à cette prestation dépend à la fois de la faisabilité technique ainsi que de l'avis du constructeur. Les mises à jours et évolution étant fréquente, certaines GTB ne peuvent être modifiées et des études complémentaires doivent être effectuées en amont avec les différentes parties prenantes (électricien, technicien GTB, client).

Investissement

Préconisation	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total
Intervention	1	1 000 €	1 000 €
Total			1 000 €

Tableau des gains

Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
5491 kWh	536 €	0,3 %	0,4 tCO2	1 000 €	1 an et 10 mois



ACTION E

REMPLACEMENT DES CTA NON RÉNOVÉS (X4) ET PASSAGE EN DF CTA F207 À 208

QUESTIONS SOULEVÉES

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

La GTB est le cerveau technique du bâtiment et permet une visualisation et un contrôle d'une partie des équipements installés.

L'ajout d'équipement permettra d'accroître la visibilité technique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique du bâtiment.

Principe de la solution proposée

Lors de la visite technique réalisée par Citron et Sage de votre site, nous avons constaté qu'il y avait 4 CTA vieillissantes et peu performantes vis à vis des équipements de nouvelle génération.

Cependant, un remplacement des autres CTA du site ont été effectués récemment. Nous préconisons donc le remplacement de ces 4 CTA vieillissantes par celles desservant les salles F207 et F208.

Investissement

Préconisation	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total
CTA	4	50 000 €	200 000 €
Total			200 000 €

Tableau des gains

Fluide	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO ₂		
Gaz	38 706 kWh	1 428 €	1,9 %	8,8 tCO ₂	200 000 €	4 ans et 2 mois
Elec	9 386 kWh	916 €	0,4 %	0,6 tCO ₂		
Total	48 092 kWh	2 344 €	2,3 %	9,4 tCO ₂		



ACTION F

RÉALISATION D'UN TRAITEMENT D'EAU DE CHAUFFAGE

QUESTIONS SOULEVÉES

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

La GTB est le cerveau technique du bâtiment et permet une visualisation et un contrôle d'une partie des équipements installés.

L'ajout d'équipement permettra d'accroître la visibilité technique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique du bâtiment.

Principe de la solution proposée

Après l'étude du rapport d'IDEX sur les équipements et les installations CVC, il faut réaliser un traitement d'eau puisqu'il y a une présence de boues.

Investissement

Préconisation	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total
Traitement	1	15 000 €	15 000 €
Total			15 000 €

Tableau des gains

Fluide	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	20 643 kWh	761 €	1,0 %	4,7 tCO2	15000 €	19 ans et 8 mois



ACTION I

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR SUR LES PRODUCTIONS D'EAU GLACÉE

QUESTIONS SOULEVÉES

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

La GTB est le cerveau technique du bâtiment et permet une visualisation et un contrôle d'une partie des équipements installés.

L'ajout d'équipement permettra d'accroître la visibilité technique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique du bâtiment.

Principe de la solution proposée

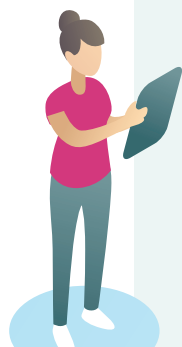
Récupération de la chaleur évacuée par les productions à EG => mise en place d'un ballon de stockage et alimentation du réseau plancher chauffant ou préchauffage air neuf en fonction de l'énergie disponible

Investissement

Préconisation	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total
Ballon de stockage	1	55 000 €	55 000 €
Total			55 000 €

Tableau des gains

Fluide	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	51 609 kWh	1 904 €	2,6 %	11,7 tCO2	55000 €	28 ans et 10 mois



ACTION J

MISE EN PLACE D'UN ÉQUILIBRAGE DES RÉSEAUX DE CHAUFFAGE

QUESTIONS SOULEVÉES

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

La GTB est le cerveau technique du bâtiment et permet une visualisation et un contrôle d'une partie des équipements installés.

L'ajout d'équipement permettra d'accroître la visibilité technique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique du bâtiment.

Principe de la solution proposée

Mise en place de vannes d'équilibrage et réalisation de celui-ci

Investissement

Préconisation	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total
Ballon de stockage	1	55 000 €	55 000 €
Total			55 000 €

Tableau des gains

Fluide	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	51 609 kWh	1 325 €	2,6 %	11,7 tCO2	40000 €	30 ans et 2 mois



ACTION L

MISE EN PLACE D'UN TROISIÈME PIQUAGE POUR CONDENSER SUR LA PRODUCTION DE CHALEUR

QUESTIONS SOULEVÉES

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

La GTB est le cerveau technique du bâtiment et permet une visualisation et un contrôle d'une partie des équipements installés.

L'ajout d'équipement permettra d'accroître la visibilité technique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique du bâtiment.

Principe de la solution proposée

Chaudière à condensation mais qui ne condense pas à cause du réseau CTA (contant 90°C - 70°C) et du réseau VC (95°C - 75°C), récupération des retours froids du plancher chauffant pour condenser - Changement de chaudière obligatoire car le modèle n'accepte pas le 3ème piquage.

Investissement

Préconisation	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total
Chaudière	2	25 000 €	50 000 €
Total			50 000 €

Tableau des gains

Fluide	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	14 450 kWh	533 €	0,7 %	3,3 tCO2	50000 €	93 ans et 10 mois



ACTION M

REPLACEMENT DES VENTILO-CONVECTEURS PAR UNE TECHNOLOGIE BASSE TEMPÉRATURE + MODIFICATION DES BATTERIES DE CTA (BASSE TEMPÉRATURE)

QUESTIONS SOULEVÉES

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

La GTB est le cerveau technique du bâtiment et permet une visualisation et un contrôle d'une partie des équipements installés.

L'ajout d'équipement permettra d'accroître la visibilité technique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique du bâtiment.

Principe de la solution proposée

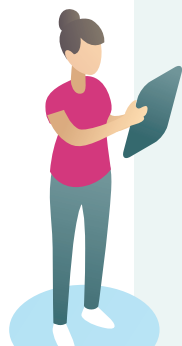
Remplacement de l'ensemble des VC + modifications des batteries chaudes CTA (régime basse température)
Cette solution permet aussi de valoriser un maximum l'évacuation de chaleur liée à la production de froid.

Investissement

Préconisation	Quantité	Prix unitaire TTC	Coût Total
Ventilo-convecteurs	288	2 605 €	750 240 €
Total			750 240 €

Tableau des gains

Fluide	Gains annuels				Budget TTC	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	72 252 kWh	7 051 €	3,6 %	16,4 tCO2	750 000 €	106 ans et 3 mois



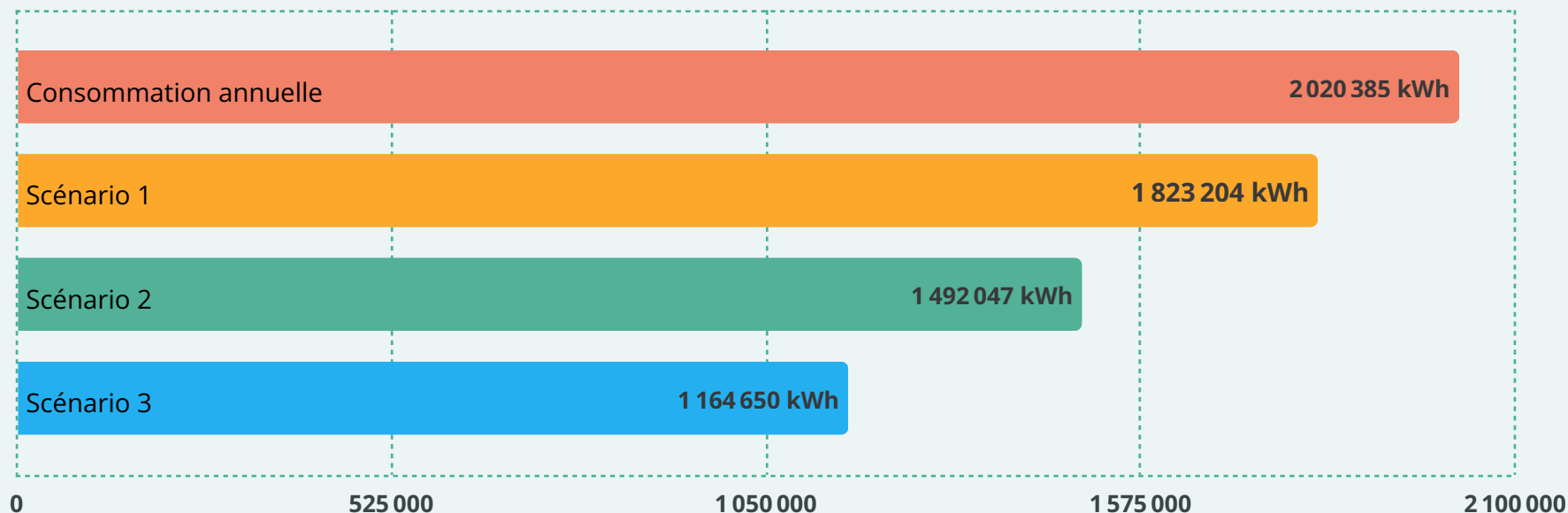
5.5. RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIES

Désignation	Origine de l'action	Usage	Type d'énergie	Gains annuels				Budget (€) TTC	TRI Hors CEE	CEE (€)	TRI Brut
				Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact carbone				
TRI inférieur à 1 an											
Action A. Diminution de température de consigne froid de 2°C (passage à 26°C)	STD	Production de froid	Electricité	63 269 kWh	6 177 €	3,1 %	4 tCO ₂	1 000 €	2 mois	0 €	2 mois
Action B. Diminution de température de consigne chaud de 2°C (passage à 21°C)	STD	Production de chaud	Gaz	122 803 kWh	4 531 €	6,0 %	27,9 tCO ₂		3 mois	0 €	3 mois
Action C. Sensibilisation des collaborateurs	Citron	PC	Electricité	5618 kWh	548 €	0,3 %	0,4 tCO ₂	200 €	4 mois	0 €	4 mois
TRI entre 1 an et 4 ans											
Action D. Finalisation de la GTC	Sage	CVC	Electricité	5491 kWh	536 €	0,3 %	0,4 tCO ₂	1 000 €	1 an et 10 mois	0 €	1 an et 10 mois
TRI supérieur à 4 ans											
Action E. Remplacement des CTA non rénovés (X4) et passage en DF CTA F207 à 208	Sage	Production de chaud	Gaz	38 706 kWh	1 428 €	1,9 %	8,8 tCO ₂	200 000 €	4 ans et 2 mois	0 €	4 ans et 2 mois
	Sage	CVC	Electricité	9 386 kWh	916 €	0,4 %	0,6 tCO ₂				
Action F. Réalisation d'un traitement d'eau de chauffage	Sage	Production de chaud	Gaz	20 643 kWh	761 €	1,0 %	4,7 tCO ₂	15 000 €	19 ans et 8 mois	0 €	19 ans et 8 mois
Action G. Mise en place de panneaux solaire photovoltaïques	Citron	Tout usage	Electricité	146 920 kWh	14343 €	7,2 %	8,7 tCO ₂	300 000 €	20 ans et 11 mois	0 €	20 ans et 11 mois
Action H. Remplacement des menuiseries	STD	CVC	Elec et gaz	230 598 kWh	9 976 €	11,4 %	63,7 tCO ₂	276 300 €	27 ans et 8 mois	0 €	27 ans et 8 mois
Action I. Récupération de chaleur sur les productions d'eau glacée	Sage	Production de chaud	Gaz	51 609 kWh	1 904 €	2,6 %	11,7 tCO ₂	55 000 €	28 ans et 10 mois	0 €	28 ans et 10 mois
Action J. Mise en place d'un équilibrage des réseaux de chauffage	Sage	Production de chaud	Gaz	51 609 kWh	1 325 €	2,6 %	11,7 tCO ₂	40 000 €	30 ans et 2 mois	0 €	30 ans et 2 mois

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

Désignation	Origine de l'action	Usage	Type d'énergie	Gains annuels				Budget (€) TTC	TRI Hors CEE	CEE (€)	TRI Brut
				Energie (kWh)	Euros (€)	% conso totale	Impact carbone				
TRI supérieur à 4 ans											
Action K. Isolation des toitures terrasses	STD	CVC	Elec et gaz	131 264 kWh	10 715 €	6,5	13,8 tCO ₂	500 400 €	46 ans et 8 mois	28022 €	44 ans et 1 mois
Action L. Isolation par l'extérieur des parois extérieures	STD	CVC	Elec et gaz	244 531 kWh	15664 €	12,1 %	46,6 tCO2	1 407 900 €	89 ans et 10 mois	43926 €	87 ans
Action M. Mise en place d'un troisième piquage pour condenser sur la production de chaleur	Sage	Production de chaud	Gaz	14 450 kWh	533 €	0,7 %	3,3 tCO ₂	50 000 €	93 ans et 10 mois	0 €	93 ans et 10 mois
Action N. Remplacement des ventilo-convecteurs par une technologie basse température + modification des batteries de CTA (basse température)	Sage	Production de chaud	Gaz	72 252 kWh	7 051 €	3,6 %	16,4 tCO ₂	750 000 €	106 ans et 3 mois	0 €	106 ans et 3 mois

5.6. SCÉNARIO TOTAL SITE



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

Le **premier scénario** prend en compte les actions avec un **TRI entre 0 et 4 ans**. Le pourcentage d'économies pour ce scénario est de **9,7 %**, permettant d'économiser **11 792 € par an**, avec un investissement de **2 200 €** pour un TRI de **3 mois**.

Le **deuxième scénario** reprend les mêmes actions que précédemment, mais à cela s'ajoute les actions d'isolation ainsi que le remplacement des menuiseries, soit les actions **H, K et L**. Le pourcentage d'économies pour ce scénario est de **26,1 %**, permettant d'économiser **51 894 €** pour **2 114 852 €** d'investissement, soit un TRI total de **40 ans et 9 mois** la valorisation des **CEE** étant de **71 948 €**.

Le **troisième scénario**, prend en compte **toutes les actions**. Le pourcentage d'économies pour ce scénario est de **42,4 %**, permettant d'économiser **73 996 €** pour **3 524 852 €** d'investissement, soit un TRI total de **47 ans et 7 mois**, la valorisation **CEE** étant de **71 948 €**.

06. Annexe. 1

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 6 jours en Juillet. 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 2021 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 les usages d'éclairage, PC, PC ondulé et émission réversible dans les bâtiments.
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 avons récolté les consommations via la GTB qui est télérelevé tous les mois pour les usages générales : départ bâtiment, pompes à chaleurs, data-center, production de froid et pompes de distribution.
4. 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
 - serveurs, data-center
 - ventilation
 - usages informatiques
 - procédés de cuisine
 - éclairage
 - Autres
5. Nous prenons l'hypothèse que certains usages varient en fonction de la rigueur climatique :
 - Pompes à chaleurs

06. Annexe 2

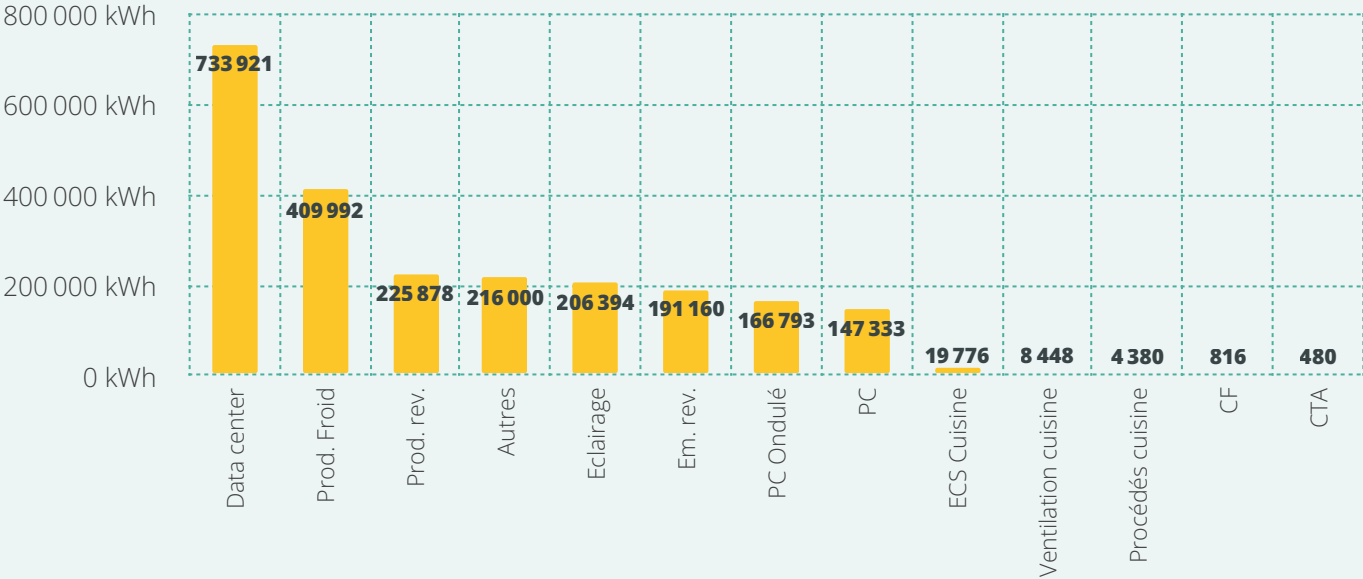
DONNÉES OBTENUES PAR MESURE SUR LE SITE DE LA CITE ADMINISTRATIVE D'EVREUX

PAGES 116 À 135



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
Data center	733921	31,5 %		Oui
Production Froid	409992	17,6 %		Oui
Production réversible	225878	9,7 %	Oui	Oui
Autres	216000	9,3 %		
Eclairage	206394	8,9 %	Oui	Oui
Emission réversible	191160	8,2 %		
PC Ondulé	166793	7,2 %		
PC	147333	6,3 %		
ECS Cuisine	19776	0,8 %		
Ventilation cuisine	8448	0,4 %		
Procédés cuisine	4380	0,2 %		
CF	816	0,0 %		
CTA	480	0,0 %		

**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®

Ossama Riad
Ingénieur conseil
o.riad@citron.io

Benoit Morin
Energy Manager
b.morin@citron.io

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

SAGE ÉNERGIE

Alexandre Mazeline
Ingénieur Energie
amazeline@sage-energie.fr

Geoffrey Passot
Chef de projet
gpassot@sage-energie.fr