



Citron[®]

Services en **efficacité
énergétique** des bâtiments

31 Août 2022

Rapport Audit énergétique
Décret Tertiaire
Rocquencourt

Inria



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 Rocquencourt

1. CONTEXTE DE LA MISSION (P.4)

2. SYNTHÈSE IMMOBILIÈRE ET ENERGETIQUE (P.7)

3. VOLET ANALYSE ENERGETIQUE DU SITE (P.13)

- 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.40)

- 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.71)

- 6.1. Méthodologique d'extrapolation des mesures
- 6.2. Récapitulatif des gains par usages
- 6.3. Glossaires Décret Tertiaire et Technique
- 6.4. Courbes de charges P&W



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 assujetti** au décret tertiaire



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 au Domaine de Voluceau, 78150 Le Chesnay-Rocquencourt. 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 d'installation	Date de désinstallation	Date de visite technique
Rocquencourt	11/05/2022	20/05/2022	20/05/2022

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 immobilière et énergétique



QUESTIONS SOULEVÉES

- Quelles sont les données clés pour l'audit énergétique réglementaire du site Rocquencourt ?
- Quels sont les enseignements de l'audit ?

Rocquencourt, construit **en 1967** présente un bâti ancien, dont les performances énergétiques sont moyennes. Certains bâtiments sont inoccupés, et les autres le sont partiellement.

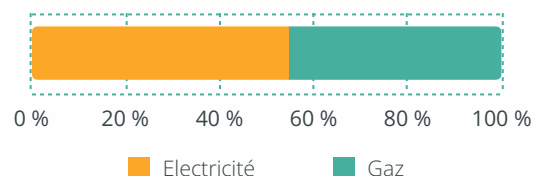
Au niveau des **équipements**, ils sont pour la plupart gérés par une GTB, cependant, ils ne sont pas optimisés. La production de chaud est gérée via une chaufferie centrale et des sous-stations. La production de froid est gérée via des **groupes froids**.

INFORMATIONS SUR LE SITE

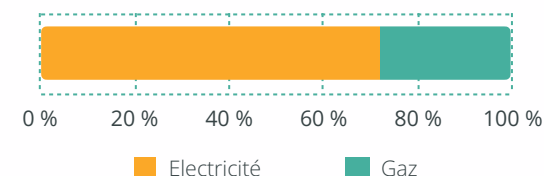
Volumes annuels de consommations énergétiques

Janvier - Décembre 2020

3 495 559 kWh_{EF}



321 830 €_{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

Domaine de Voluceau,
78150 Le Chesnay-
Rocquencourt



BÂTIMENT

Site construit en 1967
Bâtiments rénovés au fur et à
mesure des années



SURFACE

Bâtiments : 16 683 m²



OCCUPATION

Entre 20 et 100 personnes
présentent sur le site par jour.



ACTIVITÉ

Bureaux, Recherche
Ouverts du lundi au vendredi
de 9h à 19h



Synthèse Décret Tertiaire



CARACTÉRISTIQUES DU SITE

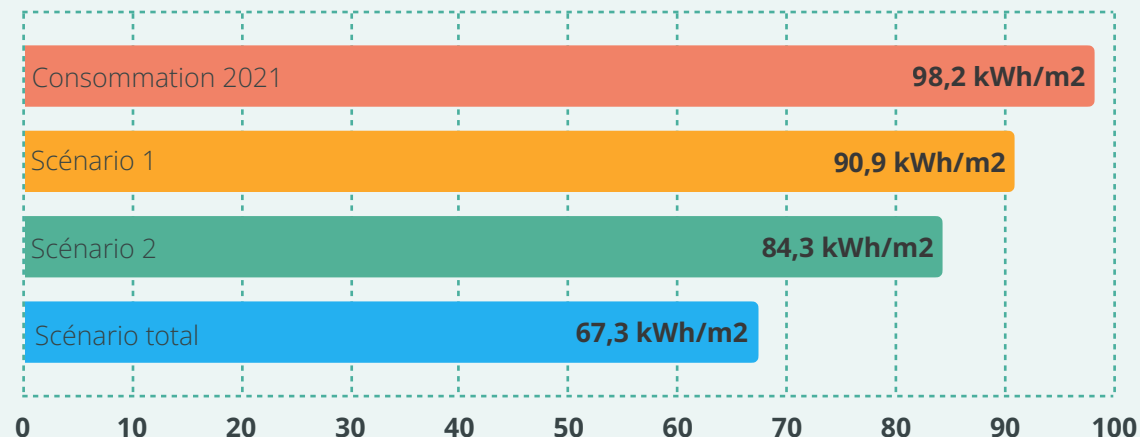
Bâtiment situé au **Domaine de Voluceau, 78150 Le Chesnay-Rocquencourt** :

- Impact environnemental en 2020 : **90,2 tCO₂**
- Surface totale : **38 743 m²**
- Date de construction : **1967**
- Horaires de présence
Lundi au vendredi : **9h à 19h**
- 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

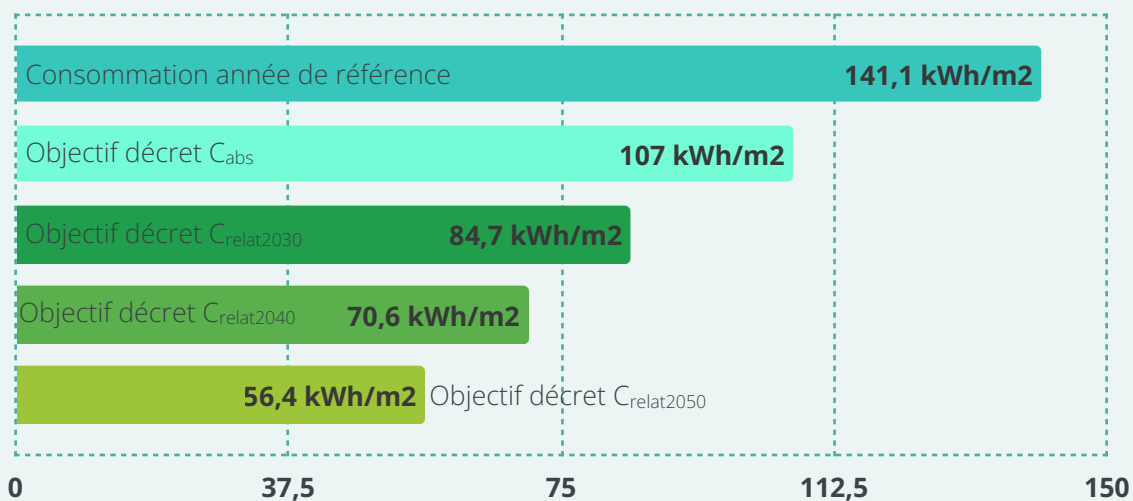
Année de référence $C_{réf}$ calculée : **2011**

Consommation de référence brute : **3 495 559 kWh**

Consommation de référence ajustée Tertiaire : **3 233 569 kWh**

Surface Tertiaire : **16 687 m²** surface de plancher

MARCHE RESTANTE DÉCRET TERTIAIRE



RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Désignation	Origine de l'action	Usage	Type d'énergie	Gains annuels					Budget (€)	Temps de Retour sur Investissement (Hors aide)	Valorisation CEE (€)	Temps de Retour sur Investissement (avec CEE)
				Energie (kWh)	Euros (€)	% consommation fluide	% consommation totale	Impact environnemental				
Action A : Sensibilisation à l'utilisation des prises de courant	Citron®	Prises de courant	Electricité	41 611 kWh	4 091 €	1,9 %	1,1 %	2,7 tCO2	-	Immédiat	-	Immédiat
Action B : Augmentation de la température de consigne de climatisation	STD	Production de froid	Electricité	26 677 kWh	9 604 €	1,4 %	70,0 %	1,71 tCO2	-	Immédiat	-	Immédiat
Action C : Ajustement des température de consigne de chauffage	STD	Production de chaud	Gaz	130 421 kWh	15 259 €	8,6 %	3,8 %	0,3 tCO2	-	Immédiat	-	Immédiat
Action D : Conduite liée à la mise en place d'un intéressement	SAGE ENERGIE	Production de chaud	Gaz	41 033 kWh	8 207 €	2,0 %	1,0 %	9,31 tCO2	2 000 €	1 mois	-	1 mois
			Electricité	38 110 kWh	13 719 €	0,0 %	1,0 %	2,44 tCO2				
Action F : Mise en place d'une plage horaire sur l'utilisation des VMC	SAGE ENERGIE	Ventilation	Electricité	7 622 kWh	2 744 €	0,4 %	0,2 %	0,49 tCO2	5 000 €	1 an et 10 mois	-	1 an et 10 mois
Action G : Pilotage de l'éclairage via la GTB	Citron®	Eclairage	Electricité	51 752 kWh	4 948 €	2,3 %	1,4 %	3,4 tCO2	12 000 €	2 ans et 5 mois	-	2 ans et 5 mois
Action I : Relamping LED des bâtiments	Citron®	Eclairage	Electricité	116 494 kWh	11 185 € + 3 986 €	5,3 %	3,1 %	7,7 tCO2	46 527 €	3 ans et 1 mois	2 464 €	2 ans et 11 mois
Action J : Mise en place d'une production biomasse et chaudière à condensation	SAGE ENERGIE	Production de chaud	Gaz	196 245 kWh	228 804 €	9,6 %	5,0 %	330 tCO2	700 000 €	3 ans et 1 mois	-	3 ans et 1 mois
Action K : Mise en place de sondes de CO2 sur les 6 CTA du bâtiment n°1	SAGE ENERGIE	CTA	Electricité	28 582 kWh	10 290 €	1,5 %	0,7 %	1,83 tCO2	43 000 €	3 ans et 3 mois	-	3 ans et 3 mois
		Production de chaud	Gaz	15 387 kWh	3 077 €	0,8 %	0,4 %	3,49 tCO2				

RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Désignation	Origine de l'action	Usage	Type d'énergie	Gains annuels					Budget (€)	Temps de Retour sur Investissement (Hors aide)	Valorisation CEE (€)	Temps de Retour sur Investissement (avec CEE)
				Energie (kWh)	Euros (€)	% consommation fluide	% consommation totale	Impact environnemental				
Action L : Mise en place de variateurs de vitesse sur la CTA restauration et de sonde de CO2	SAGE ENERGIE	CTA	Electricité	3 811 kWh	1 372 €	0,2 %	0,1 %	0,24 tCO2	11 000 €	3 ans et 3 mois	-	3 ans et 3 mois
		Production de chaud	Gaz	10 258 kWh	2 052 €	0,5 %	0,3 %	2,33 tCO2				
Action M : Remplacement complet de la GTC	SAGE ENERGIE	Ventilation	Electricité	76 219 kWh	27 439 €	4 %	1,9 %	4,88 tCO2	200 000 €	4 ans et 7 mois	-	4 ans et 7 mois
		Production de chaud	Gaz	82 066 kWh	16 413 €	4 %	2,1 %	18,63 tCO2				
Action O : Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques 300m²	SAGE ENERGIE	CTA	Electricité	54 000 kWh	19 440 €	2,8 %	1,4 %	3,5 tCO2	135 000 €	6 ans et 11 mois	-	6 ans et 11 mois
Action P : Mise en place de double flux sur les CTA laverie et cuisson	SAGE ENERGIE	Production de chaud	Electricité	32 826 kWh	6 565 €	1,6 %	0,8 %	7,45 tCO2	50 000 €	7 ans et 7 mois	-	7 ans et 7 mois
Action Q : Mise en place de ventilo-convecteur pour le bâtiment 36 avec récupération de chaleur du bâtiment 30	SAGE ENERGIE	Production de chaud	Gaz	41 033 kWh	8 207 €	2 %	1,0 %	9,31 tCO2	65 000 €	7 ans et 11 mois	-	7 ans et 11 mois
Action R : Mise en place d'une CTA double flux le bâtiment n°7	SAGE ENERGIE	CTA	Electricité	36 740 kWh	5 348 €	2,4 %	1,8 %	10,38 tCO2	60 000 €	11 ans et 3 mois	-	11 ans et 3 mois
Action S : Isolation de la toiture terrasse du bâtiment 1	STD	Production de chaleur	Gaz	101 529 kWh	11 879 €	6,4 %	2,9 %	1,2 tCO2	425 280 €	35 ans et 10 mois	-	35 ans et 10 mois
Action T : Réfection du réseau de chauffage	SAGE ENERGIE	Production de chaleur	Gaz	61 550 kWh	12 310 €	3 %	1,6 %	13,97 tCO2	1 248 000 €	101 ans et 5 mois	-	101 ans et 5 mois
Action U : Mise en place de films solaires	STD	CVC	Electricité	5 852 kWh	685 €	0,3 %	0,1 %	1,2 tCO2	181 200 €	264 ans et 6 mois	-	264 ans et 6 mois
Action V : Diminution de la puissance souscrite	Citron®	Tous	Electricité	-	8 116 €	-%	-%	-	-	Immédiat	-	Immédiat

5.7. SCÉNARIOS DÉCRET TERTIAIRE

		Année de référence	Année d'étude 2021	Objectif décret tertiaire 2030	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Bilan énergétique							
Consommation d'énergie corrigée de la variation climatique (kWh _{ef} /m²/an)		141,1	98,2	84,7	90,9	84,3	67,3
Pourcentage de réduction de consommation par rapport à l'année d'étude 2021					7,4 %	14,2 %	31,5 %
Equivalent des gains carbone					17 tCO2	63,1 tCO2	436,5 tCO2
Bilan financier							
Investissement total - hors subventions					7 000 €	294 527 €	3 184 007 €
Actions	Action A : Sensibilisation à l'utilisation des prises de courant				0 €	0 €	0 €
	Action B : Augmentation de la température de consigne de climatisation				0 €	0 €	0 €
	Action C : Ajustement des température de consigne de chauffage				0 €	0 €	0 €
	Action D : Conduite liée à la mise en place d'un intéressement				2 000 €	2 000 €	2 000 €
	Action F : Mise en place d'une plage horaire sur l'utilisation des VMC				5 000 €	5 000 €	5 000 €
	Action G : Pilotage de l'éclairage via la GTB					12 000 €	12 000 €
	Action I : Relamping LED des bâtiments					46 527 €	46 527 €
	Action J : Mise en place d'une production biomasse et chaudière à condensation						700 000 €
	Action K : Mise en place de sondes de CO2 sur les 6 CTA du bâtiment n°1					43 000 €	43 000 €
Subventions mobilisables (CEE)					0 €	2 464 €	2 464 €
Economie financière annuelle totale					45 508 €	98 550 €	415 521 €
Temps de retour sur investissement avec CEE					Immédiat	3 ans	7 ans et 7 mois

Le chiffrage des investissements et des gains d'économies d'énergies concernent les bâtiment Tertiaire ci-dessus.

5.7. SCÉNARIOS DÉCRET TERTIAIRE

		Année de référence	Année d'étude 2021	Objectif décret tertiaire 2030	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Bilan énergétique							
Consommation d'énergie corrigée de la variation climatique (kWhef/m²/an)		141,1	98,2	84,7	90,9	84,3	67,3
Pourcentage de réduction de consommation par rapport à l'année d'étude 2021					7,4 %	14,2 %	31,5 %
Equivalent des gains carbone					17 tCO2	63,1 tCO2	436,5 tCO2
Bilan financier							
Investissement total - hors subventions					7 000 €	294 527 €	3 184 007 €
Actions	Action L : Mise en place de variateurs de vitesse sur la CTA restauration et de sonde de CO2					11 000 €	11 000 €
	Action M : Remplacement complet de la GTC						200 000 €
	Action O : Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques 300m²						135 000 €
	Action P : Mise en place de double flux sur les CTA laverie et cuisson					50 000 €	50 000 €
	Action Q : Mise en place de ventilo-convecteur pour le bâtiment 36 avec récupération de chaleur du batiment 30					65 000 €	65 000 €
	Action R : Mise en place d'une CTA double flux le batiment n°7					60 000 €	60 000 €
	Action S : Isolation de la toiture terrasse du bâtiment 1						425 280 €
	Action T : Réfection du réseau de chauffage						1 248 000 €
	Action U : Mise en place de films solaires						181 200 €
Subventions mobilisables (CEE)					0 €	2 464 €	2 464 €
Economie financière annuelle totale					45 508 €	98 550 €	415 521 €
Temps de retour sur investissement avec CEE					Immédiat	3 ans	7 ans et 7 mois

Le chiffrage des investissements et des gains d'économies d'énergies concernent les bâtiment Tertiaire ci-dessus.

Volet

Analyse énergétique

du site

03.

ETUDE CONTRACTUELLE

PAGE 9 À 10



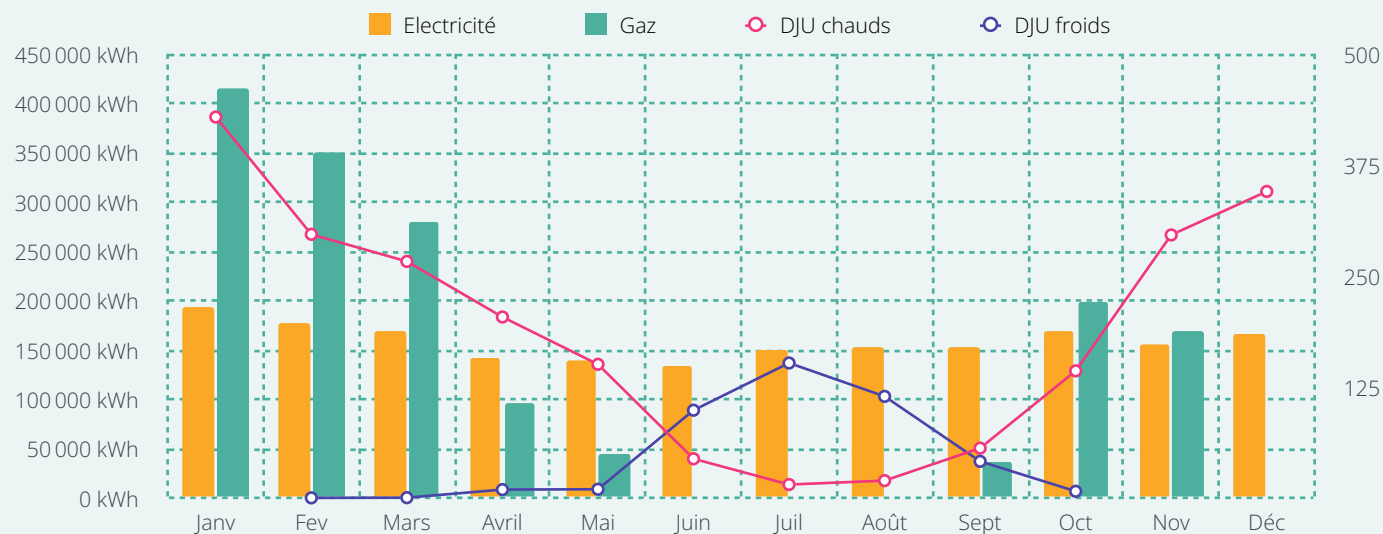
CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Bâtiment situé au **Domaine de Voluceau, 78150 Le Chesnay-Rocquencourt** :

- Impact environnemental en 2020 : **90,2 tCO2**
- Surface totale : **38 743 m²**
- Date de construction : **1967**
- Horaires de présence
Lundi au vendredi : **9h à 19h**
- Occupant : **INRIA**

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

PÉRIODE D'ÉTUDE 2020



OBSERVATIONS DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

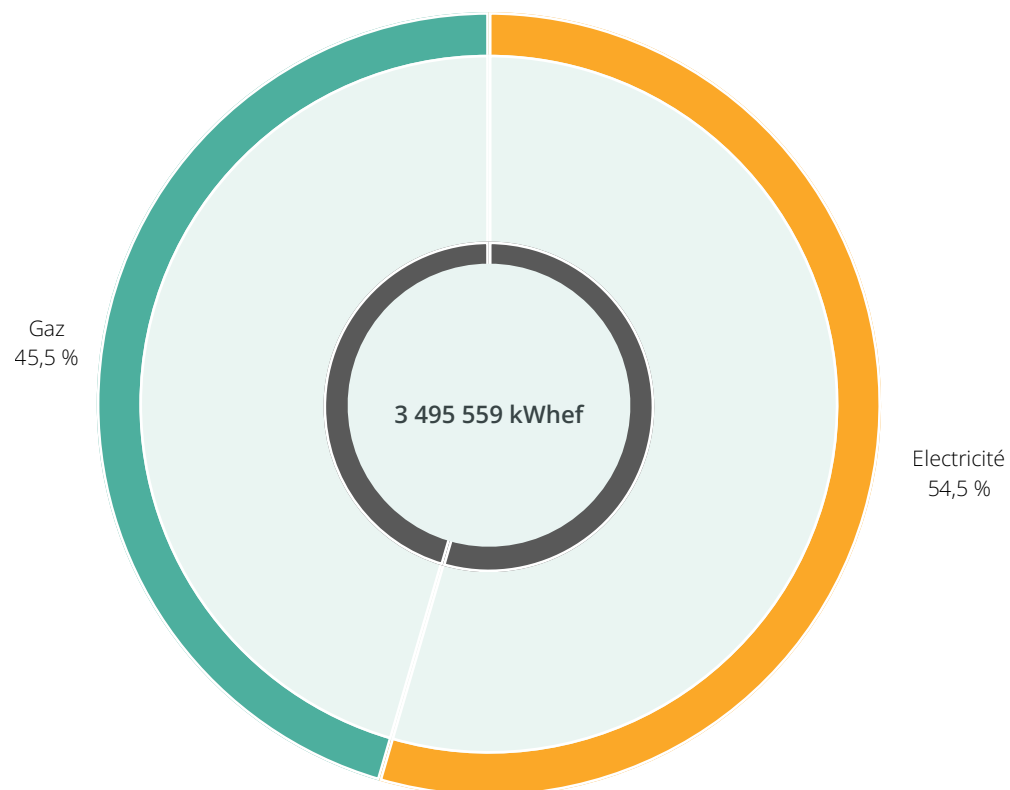
- Le site de INRIA au Chesnay-Rocquencourt présente 1 PDL électrique et 1 PDL gaz alimentant tout le site.
- Les consommations d'électricités sont corrélées à la rigueur climatique en été. En effet le chauffage est géré par des chaudières et des sous-stations, en revanche, l'usage principal des groupes froids est pour les salles serveurs, donc ne dépendent pas de la rigueur climatique.

3 495 559
kWh_{ef}

321 830
€ TTC

90,2
kWh_{ef}/m²/an

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE TOTALE EN ÉNERGIE FINALE



AVIS SUR LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE

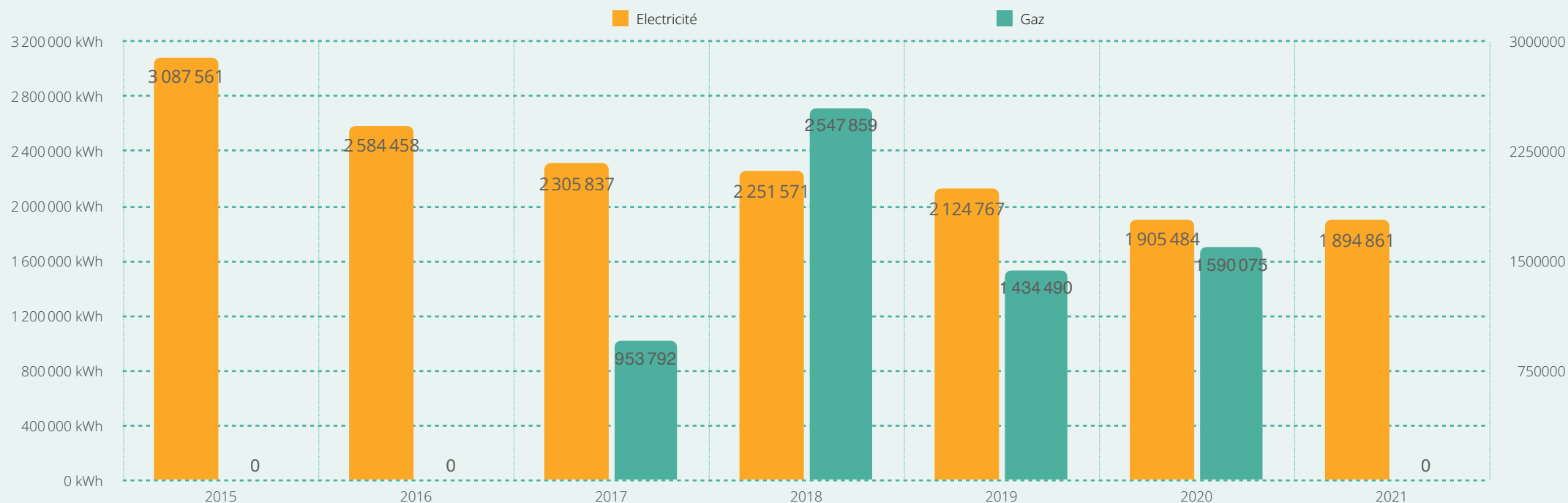
Le point de livraison électrique est situé dans le local Haute Tension où se trouve le transformateur.

Un TGBT est présent dans le sous-sol du bâtiment principal pour alimenter les Tableaux Divisionnaires des 3 zones du bâtiments : 1A, 1B et 1C.

En fonction de leur tailles, la distribution électrique des autres bâtiments se fait au travers de Tableaux plus ou moins importants eux-mêmes alimentant des Tableaux Divisionnaires plus petits.

Le site n'est actuellement pas équipé de sous-comptage pour suivre les usages dans les bâtiments. Cette piste peut être explorée afin de suivre plus précisément l'évolution de leur consommation.

EVOLUTION DES CONSOMMATIONS DE 2015 À 2021



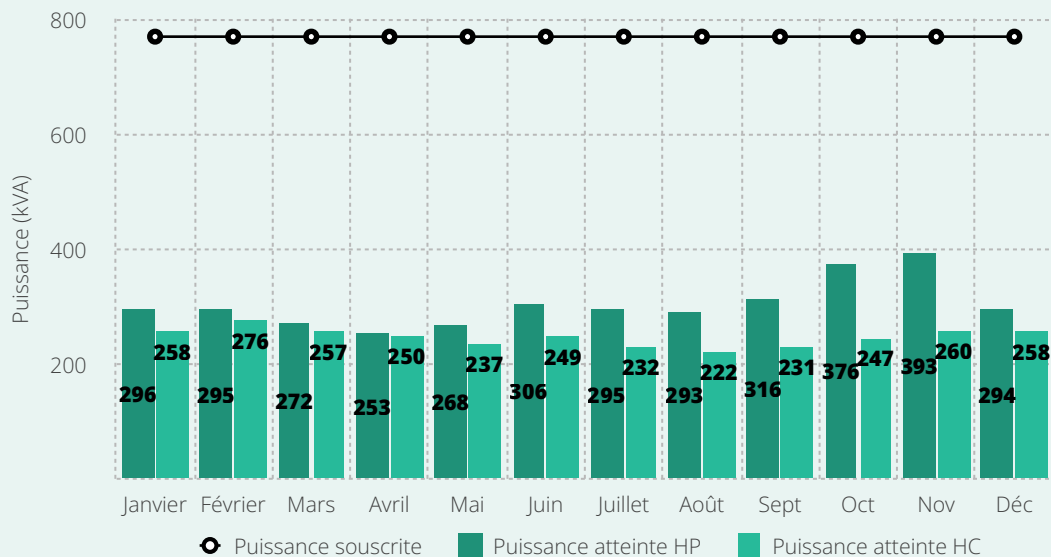
OBSERVATIONS

Les consommations annuelles du centre de Rocquencourt montrent une nette diminution entre 2015 et 2021. La raison principale est la délocalisation d'une partie du site au centre de Paris ce qui a conduit à la fermeture, au fur et à mesure des années, à la fermeture de nombreux bâtiment du site. Actuellement, moins d'une dizaine de bâtiments sur les 37 du centre sont utilisés de façon régulière par les occupants.

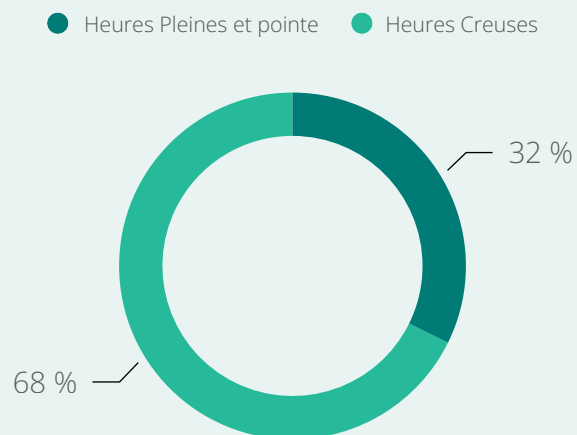
2020 et 2021 sont des années spéciales avec l'arrivée du Covid-19, bien qu'on note une baisse entre 2019 et 2020, elle reste assez consommatrice malgré les confinements et le télétravail. L'écart entre les deux années étant faible car le site était déjà de moins en moins occupé les années précédentes.

Concernant le gaz, 2018 l'année la plus consommatrice en raison de la facturation des consommations du centre. En revanche, la consommation en augmentation en 2020 malgré les mesures de télétravail montre que des optimisations peuvent être réalisées.

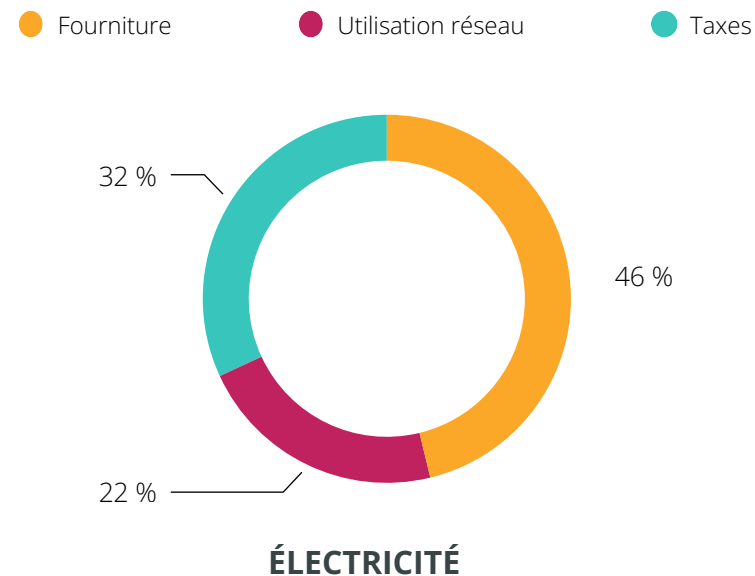
COMPARAISON DES PUISSANCES ATTEINTES ET SOUSCRITES



RÉPARTITION HEURES PLEINES - HEURES CREUSES



RÉPARTITION DES COÛTS SUR LES FACTURES



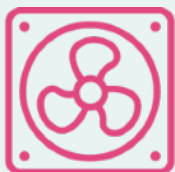
CONCLUSION DE L'ANALYSE DES FACTURES

- **68 % des consommations** ont lieu en heures creuses, qui correspondent à la période de faible consommation soit de 22 à 6 heures. Une grande partie est expliquée par la consommation des serveurs qui fonctionnent 24h/24.
- A travers ce rapport, nous mettrons en évidence les usages qui dérivent en termes de pilotage, et comment réduire ces consommations inutiles.

INVENTAIRE TECHNIQUE - CVC



Équipement	Utilité	Nombre	Zone desservie	Marque	Modèle	Puissance	État
Chaudière	Chauffage	3	Toutes	TRANSTUB ATLANTIC GUILLOT	LR 29	2 000 kW 1 650 kW	Vetuste Moyen
Brûleur	Chauffage	3	Toutes	RIELLO	RS 190/M	-	Moyen
Groupe de Pompe	Chauffage	47	Toutes	SALMSON	DCX80-50 DCX50-50 JRC412-B-22/5.5T36 ...	-	Moyen Vetuste
V3V+Servomoteur	Chauffage	55	Toutes	SIEMENS STAFEA CONTROL	MXG461 SQS65 MAGNETIC ...	-	Moyen Vetuste
Ballon ECS	Chauffage	1	Toutes	CHAROT	3 500 L	-	Moyen



Équipement	Utilité	Nombre	Zone desservie	Marque	Modèle	Puissance	État
CTA	Ventilation	6	Bâtiment 1	CIAT	CLIMACIAT	7 500 m3/h 5 600 m3/h 9 950 m3/h 3 500 m3/h	Moyen
CTA	Ventilation	1	Bâtiment 7	-	-	-	Moyen
CTA	Ventilation	1	Bâtiment 6	CIAT	TECH 100 TECH 150	-	Moyen
Caisson d'extraction	Ventilation	2	Bâtiment 1,7	CIAT HELIOS	CLIMACIAT SKCW315 A	9950 m3/h	Moyen



Équipement	Utilité	Nombre	Zone desservie	Marque	Modèle	Puissance	Information
Groupe Froid	Production de froid	1	Bâtiment 30	CIAT	DYNACIAT	254 kW	Moyen
Unité extérieure	Production de froid	2	Bâtiment 7	CIAT DAKIN	CONDENCIAT CL 75A RYP200B8W1	-	Bon Moyen

INVENTAIRE TECHNIQUE - ÉCLAIRAGE



Équipement	Nombre	Puissance cumulée	Localisation
Dalle T8 4x18W 60x60cm	62	4 464 W	Bâtiment 5
Dalle T8 4x18W 60x60cm	38	2 736 W	Bâtiment 10
Néon T8 2x36W 120cm	96	6 912 W	Bâtiment 30
Néon T8 2x58W 150cm	53	6 148 W	Bâtiment 6
Downlight 2x18W	72	2 592 W	Bâtiment 6
Panneau LED 30W 120x30cm NG	23	690	Bâtiment 6
Hublot CFL 2x18W	244	8 784 W	Bâtiment 1
Néon T8 1x58W 150cm	130	7 540 W	Bâtiment 1
Ampoule halogène 100W	12	1 200 W	Bâtiment 1
Dalle T8 4x18W 60x60cm	84	6 048 W	Bâtiment 1
Dalle T8 4x18W 60x60cm	Environ 700	-	Bungalows

AVIS SUR LE MATÉRIEL

La **production de chaud** est assurée par la chaufferie du bâtiment 26, puis par des sous-stations propres à chaque bâtiments. Elles sont programmées pour chauffer (à 21°C) si la température passe sous la limite de 20°C.

Un groupe froid s'occupe de la **production de froid** pour la climatisation, mais surtout pour le refroidissement des salles serveurs des bâtiments 7 et 30. Ce dernier semble être en bon état. Son positionnement en toiture l'expose aux débris lors de tempêtes et aux poussières qui abîment les grilles avec le temps.

Pour rappel, les consignes préconisées par l'**ADEME sont de 19°C pour le chauffage et 26°C pour la climatisation.**

L'**éclairage** du bâtiment est en partie en LED notamment dans le bâtiment 35. Le reste des locaux sont entièrement équipés d'éclairage d'anciennes générations. Un Relamping global de ces zones est à envisager pour diminuer la consommation des bâtiments utilisés. Qui plus est, l'occupation est irrégulière, c'est pourquoi l'installation de détecteurs de présence permettrait de limiter les consommations d'éclairage inutiles.

D'après nos mesures, nous remarquons un talon de consommation relativement élevé au niveau des **prises de courant**. Sensibiliser les utilisateurs à l'extinction des équipements lors de leur départ le soir permettrait de réaliser des économies.

De manière général, la **GTB (Gestion Technique du Bâtiment)** permet de mieux piloter les consommations du bâtiment. Seulement elle ne permet pas pour le moment d'assurer une supervision optimale des équipements. Dans le cadre des futurs travaux, il est essentiel de prévoir une amélioration du système pour améliorer le pilotage de certains équipements.

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	Maintenance sous forme de forfait avec des prestations complémentaires, absence de poste P3 de type garantie totale
Durée du marché	1 +1 +1 +1 ans	Le marché dure 1 ans avec la possibilité de reconduire trois fois
Périmètre	OUI	Le périmètre des prestations est bien défini
Pénalité	OUI	Le marché comprend des pénalités basées sur le calendrier du titulaire
Suivi des énergies	Absent	Il n'y a pas de relève de compteur
Astreinte	OUI	Le marché inclus une permanence. L'exploitant devra intervenir sous 2 heures.
Délais	OUI	2 h en astreinte
GMAO et alarme	ABSENT	La GMAO est absent du CCTP, cependant le titulaire utilise la GTB pour la mise en place d'alarme
Suivi du marché	ABSENT	Aucune réunion n'est imposée dans le cadre du marché
Rapport annuel	NON	L'exploitant ne doit pas rendre un rapport annuel, seulement un rapport à la demande d'INRIA

Le marché cadre l'ensemble des prestations.

Le marché a une volonté de réaliser l'entretien préventif avec une astreinte et un délais d'intervention de 2 heures pour répondre aux pannes.

Le titulaire utilise la GTB pour mettre en place des alarmes et notifier les pannes, le marché n'indique pas ce type d'utilisation.

Le périmètre d'intervention du marché est bien défini.

Le titulaire ne relève aucun compteur de fluide.

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 basées sur un calendrier remis par le titulaire.

Il n'y a pas de notion de GMAO.

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. Aujourd'hui les équipements ont majoritairement plus de 10 ans, il y a besoin de renouveler certains 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.

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
DAKIN	R407C	1 774	7,5		Bat 7
CIAT	R410A	2 088	2		Bat 7
CIAT	R407C	1 774	55*2		Bat 30 GF1
CIAT	R407C	1 774	55*2		Bat 30 GF2

Ne pas respecter les interdictions expose à 75 000 € 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.

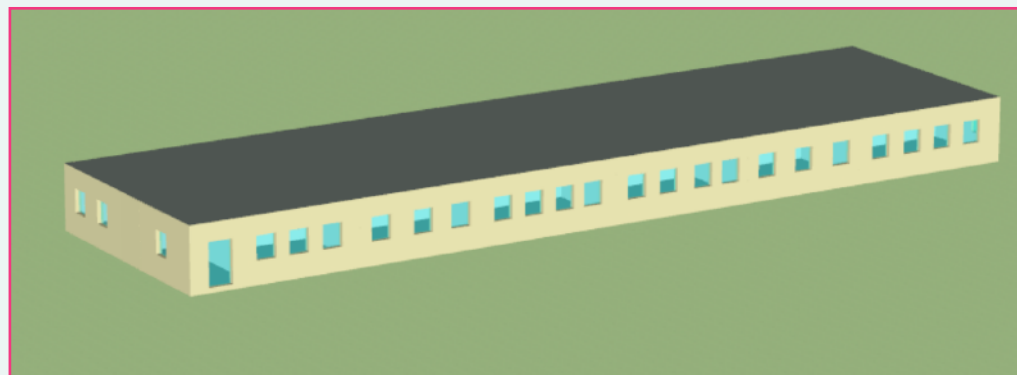
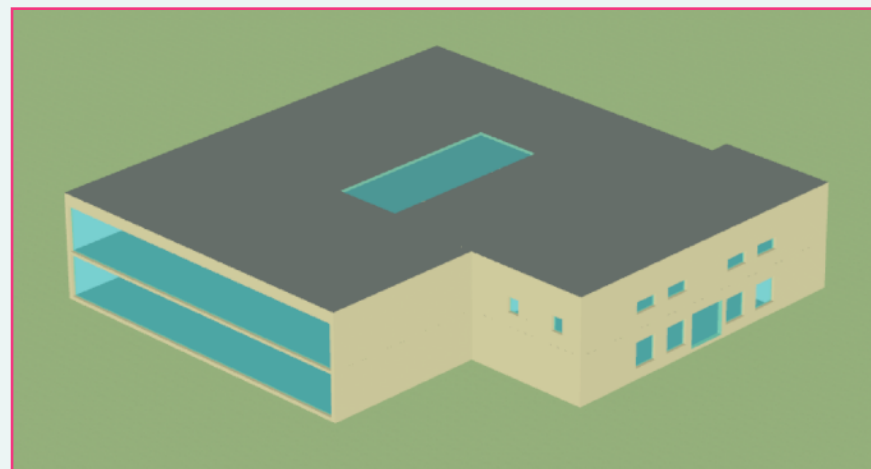
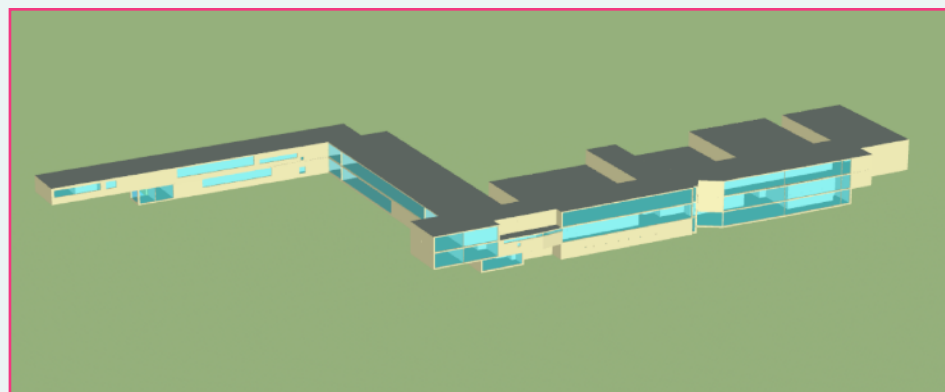
SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

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 2020
- 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 22°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 température de la CTA Bâtiment 6**
T°C en journée : 24,5°C / T°C en réduit : 10°C
- **Consigne de température de la CTA Bâtiment 1**
T°C en journée : 21°C / T°C en réduit : 10°C
- **Consigne de chauffage des radiateurs des bureaux**
T°C en journée : 20°C / T°C en réduit : 17°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 des salles de conférence**
Soufflage + Extraction : 350 m³/h en journée / 50 m³/h en réduit
- **Débit de ventilation de la Bibliothèque**
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 : 450 lux / Inoccupation : 0 lux
- **Eclairage des circulations**
Occupation : 300 lux / Inoccupation : 0 lux
- **Puissance moyenne dissipée des prises de courant**
Occupation : 5 kW / Inoccupation : 1 kW
- **Puissance moyenne dissipée des onduleurs**
Occupation : 20 kW / Inoccupation : 4 kW
- **Occupation du site**
Horaires - Lundi au vendredi : 8 à 19h
Occupation moyenne - 0,01 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

Bâtiment 1					
Localisation	Composition	Épaisseurs	Résistance thermique totale	Norme	Performance thermique
Murs extérieurs					
Mur RDC + étages	Béton Laine minérale Placo	10 cm 10 cm 1 cm	2,40 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	> 2,90 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Moyenne
Plancher intermédiaire					
Etages	Béton cellulaire	20 cm	0,69 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	> 2,90 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Très mauvaise
Toitures terrasses					
Toutes zones	Béton cellulaire	20 cm	0,69 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	> 3,3 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Très mauvaise
Plancher bas sur sous-sol					
Toutes zones	Dalle béton Polystyrène expansé	20 cm 3 cm	1,30 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	> 2,7 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Mauvaise

Bungalow					
Localisation	Composition	Épaisseurs	Résistance thermique totale	Norme	Performance thermique
Murs extérieurs					
Toutes zones	Enduit Parpaing en béton Polystyrène expansé Placoplatre BA 13	2 cm 20 cm 5 cm 1,30 cm	1,53 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	> 2,90 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Mauvaise
Toitures					
Toutes zones	Tôle d'acier Laine de verre Placoplatre BA 13	0,5 cm 20 cm 1,30 cm	5,10 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	> 3,3 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Très bonne
Parois internes					
Toutes zones	Placoplatre BA 13 Lame d'air PLacoplatre BA 13	1,30 cm 1,50 cm 1,30 cm	0,75 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	> 3,3 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Très mauvaise

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

Bâtiment 6					
Localisation	Composition	Épaisseurs	Résistance thermique totale	Norme	Performance thermique
Murs extérieurs					
Bâtiment 6	Béton Laine minérale Placo	10 cm 10 cm 1 cm	2,40 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	> 2,90 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Moyenne
Bâtiment 6 rénové	Béton Polystyrène expansé Placoplatre	10 cm 10 cm 1 cm	2,80 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	> 2,90 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Correcte
Toitures terrasses					
Bâtiment 6	Laine de roche Etanchéité	12 cm -	3,1 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	> 3,3 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Moyenne
Bâtiment 6 rénové	Polystyrène expansé Etanchéité	12 cm -	3,3 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	> 3,3 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Bonne
Plancher bas sur sous-sol					
Toutes zones	Dalle béton Polystyrène expansé	20 cm 3 cm	3,85 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	> 2,7 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Très 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 opaques du site.

L'analyse des données montrent une **performance globale** moyenne des parois. Le **confort des occupants** semblait tout de même bon lors de la venue de l'ingénieur sur site. La simulation vient confirmer que le besoin en chaud et en froid du site reste dans la normale pour cette typologie de bâtiment mais pourrait être amélioré.

Le bâtiment 1 est presque intégralement vitré et son architecture complexifie la mise en place d'action d'isolation par l'extérieur.

Les bungalow ont une performance thermique variable d'un bâtiment à l'autre, n'ayant pas tous été rénové.

Le bâtiment 6, abritant le réfectoire et les cuisines, est celui qui semble avoir les parois opaques les plus performantes.

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	Type de vitrage	Facteur solaire	Uw	Norme	Performance
Fenêtres						
Toutes zones Bâtiment 1	Aluminium	Double vitrage 4/12/4	0,62	2,20 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	< 1,9 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	Moyenne
Hall principal Bâtiment 1	Aluminium	Double vitrage 8/14/4	0,62	1,10 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	< 1,9 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	Bonne
Bungalow	Aluminium	Double vitrage 4/12/4	0,62	2,20 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	< 1,9 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	Moyenne
Baie vitrée Réfectoire Bâtiment 6	Aluminium	Double vitrage 6/12/6	0,62	1,30 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	< 1,9 $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	Bonne

AVIS SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES

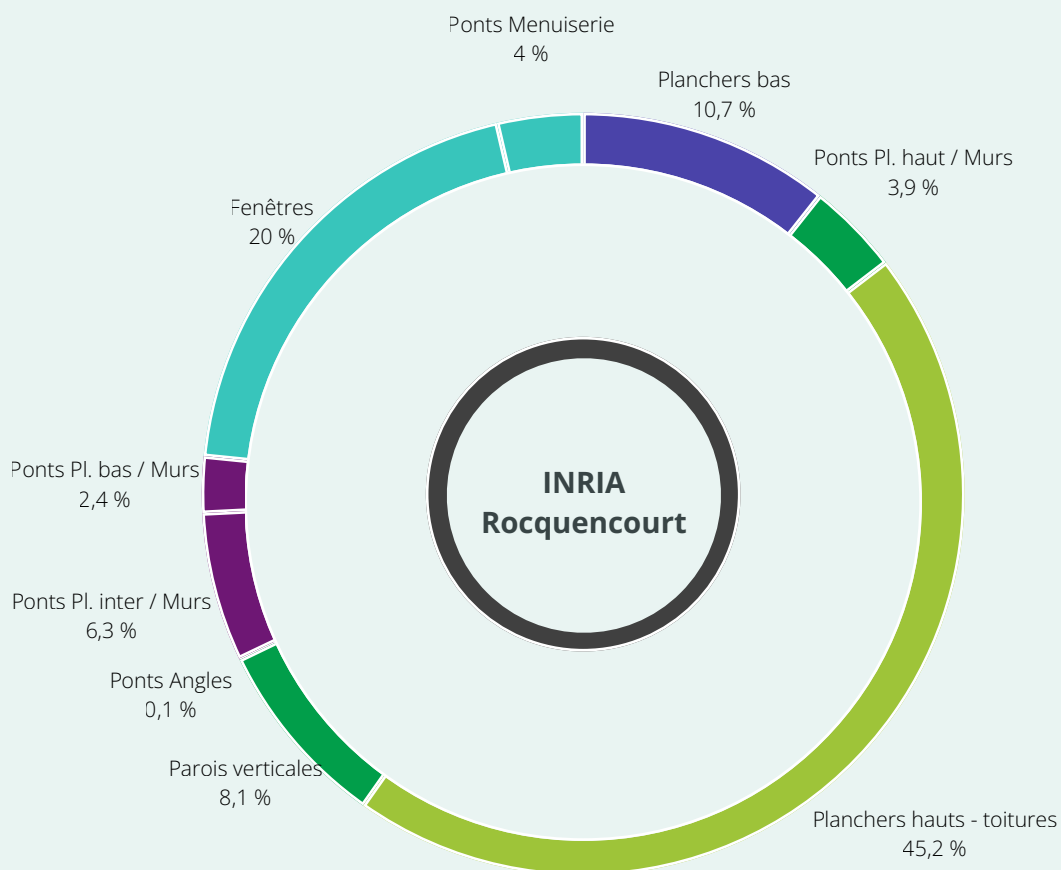
La **Simulation Thermique Dynamique**, la comparaison avec les **normes actuelles** et la **visite technique** sur site réalisée par l'ingénieur nous permettent de déterminer avec une certaine précision la performance des parois vitrées et des menuiseries du site.

L'analyse des données montrent une **performance moyenne** des vitrages. Nous n'avons pas noté d'inconfort majeur de la part des employés dans la plupart des zones. Les fenêtres du bâtiment 1B cependant sont exposés au soleil ce qui cause une gêne en période de forte chaleur.

Une action de **mise en place de films solaire** sur les vitrages du bâtiment 1 est détaillé dans ce sens plus loin dans le rapport.

La grande majorité des bâtiments étant inoccupés, le confort et les performances thermiques n'ont pas pu être vérifiés dans ces zones.

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



DEPERDITIONS PAR TYPOLOGIE DE PAROIS

45,2 %

Des déperditions se font par la toiture des bâtiments (principalement le bâtiment 1)

12,7 %

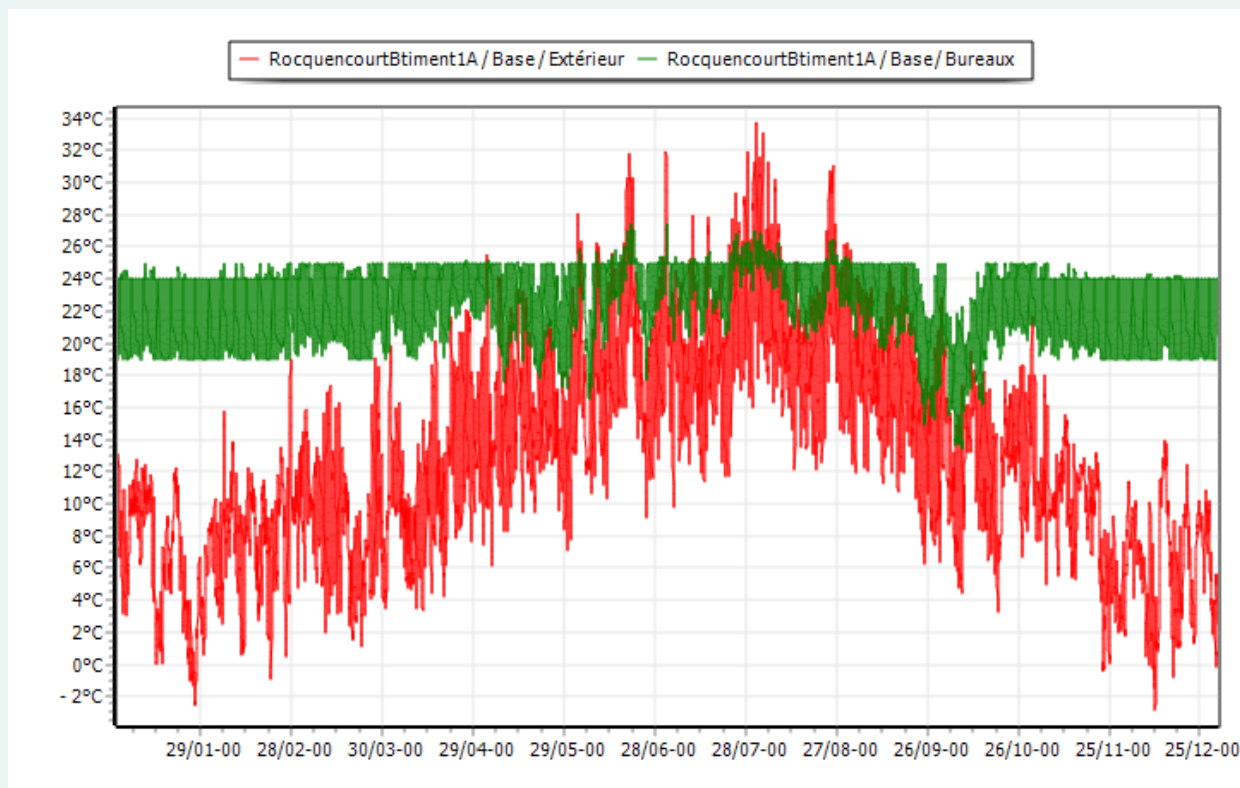
Des déperditions se font par les ponts thermiques aux niveaux des murs et plafonds

- La présence de nombreuses menuiseries, en particulier dans le bâtiment 1 et 6, impacte à hauteur de 24 % les déperditions globales du site.
- La part des menuiseries est faible étant donné que certains bâtiments sont composés de baies vitrées augmentant la surface vitrée tout en diminuant celle des menuiseries.
- Les performances thermiques des parois verticales sont correctes ce qui limite les pertes thermiques via les parois opaques. Exception faite des planchers bas qui représentent à eux seuls 10,7 % du total. Nous pouvons l'expliquer en partie par l'âge des bâtiments mais aussi par l'architecture du bâtiment 1 dont la zone C a un plancher suspendu.
- Le problème principal du centre provient des toitures, et plus particulièrement sur le bâtiment 1 dont la toiture montre de gros signes de déperditions. Son isolation est un point majeur si l'on souhaite réduire les consommations du site et améliorer les performances thermiques du bâtiment.

4.5.

ANALYSE DE CONFORT

COMPARAISON DE TEMPERATURE DE L'EXTERIEUR ET INTERIEUR DE LA ZONE BUREAUX - BÂTIMENT 1



RESSENTI DE LA TEMPERATURE D'AMBIANCE DE LA ZONE BUREAUX - BÂTIMENT 1

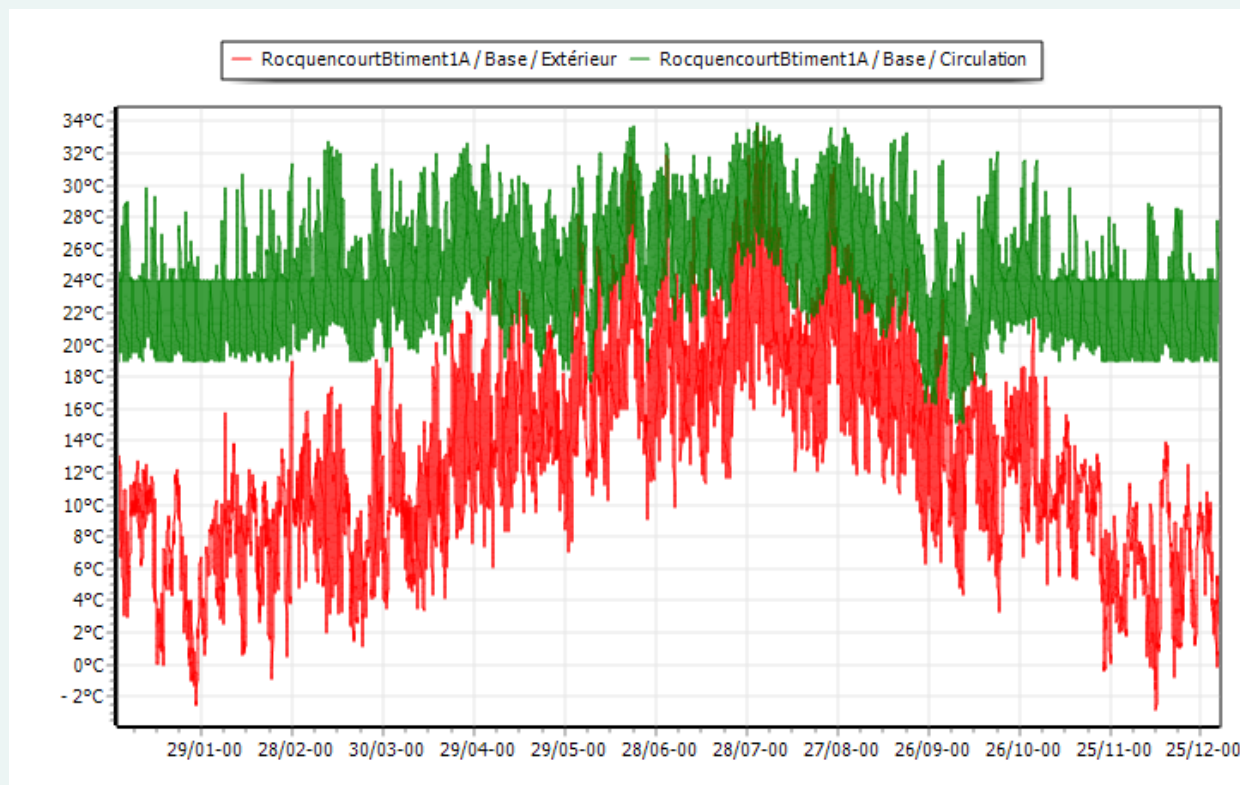
On observe grâce à la courbe que la température ambiante des bureaux dans le bâtiment 1 est globalement assez stable. La température extérieure impacte les locaux principalement en été lors des grandes périodes de chaleur. L'ambiance ne dépasse jamais la température extérieure mais dépasse les consignes prévues dans la zone.

Lors de la visite au mois de mai, aucun inconfort majeur n'a été noté. L'écart de température entre l'extérieure et les mesures à l'intérieur était cohérent avec la situation du site.

4.5.

ANALYSE DE CONFORT

COMPARAISON DE TEMPERATURE DE L'EXTERIEUR ET INTERIEUR DE LA ZONE CIRCULATION - BÂTIMENT 1



RESSENTI DE LA TEMPERATURE D'AMBIANCE DE LA ZONE CIRCULATION - BÂTIMENT 1

La simulation nous permet de confirmer que la température extérieure a un impact important sur l'ambiance des circulations du bâtiment 1. La majeure partie de ces zones sont vitrées et donc exposées au soleil. Cela se traduit par une augmentation importante de la température à partir du moment où la météo est dégagée.

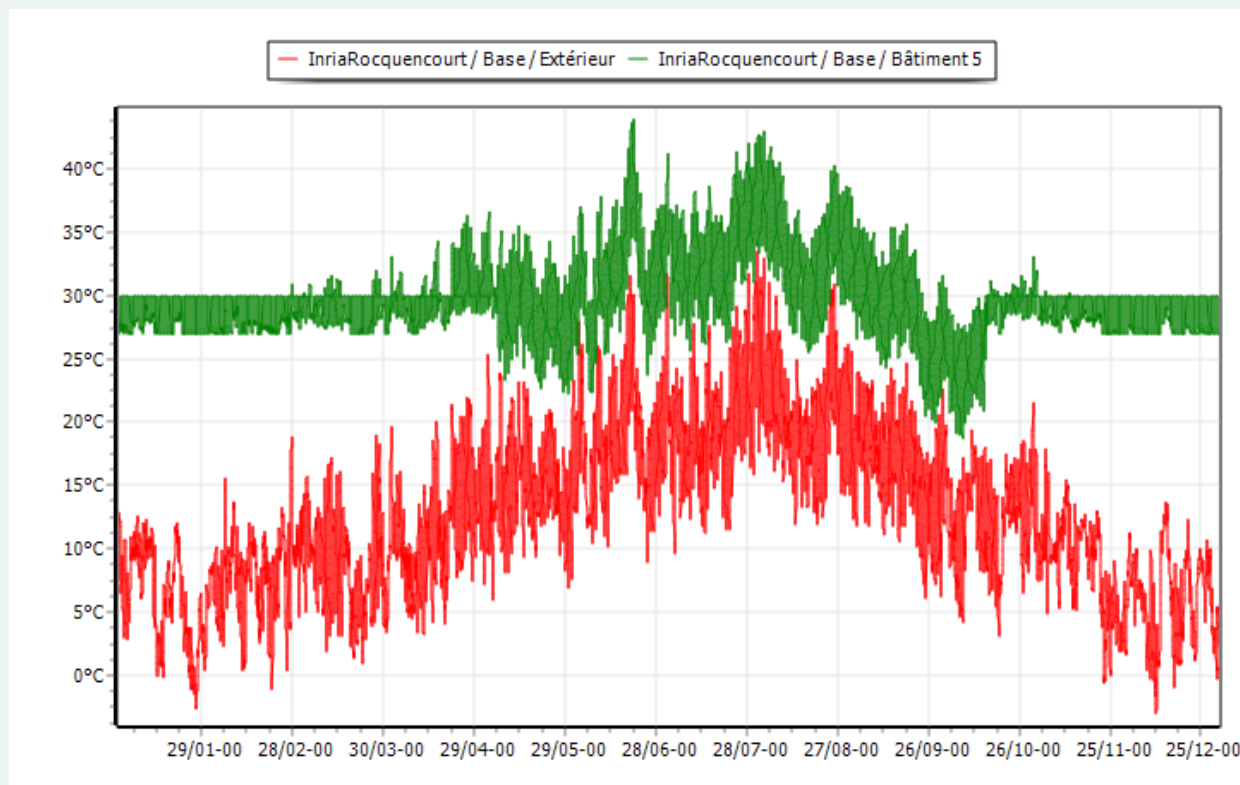
En été, la température de la zone reste nettement supérieure à la température extérieure. Il est probable que l'inconfort est important à cette période.

Lors de la visite, la météo était orageuse et n'a pas donc pas permis de vérifier ce cas.

4.5.

ANALYSE DE CONFORT

COMPARAISON DE TEMPERATURE DE L'EXTERIEUR ET INTERIEUR DU BÂTIMENT 5



RESSENTI DE LA TEMPERATURE D'AMBIANCE DE LA ZONE BUREAUX

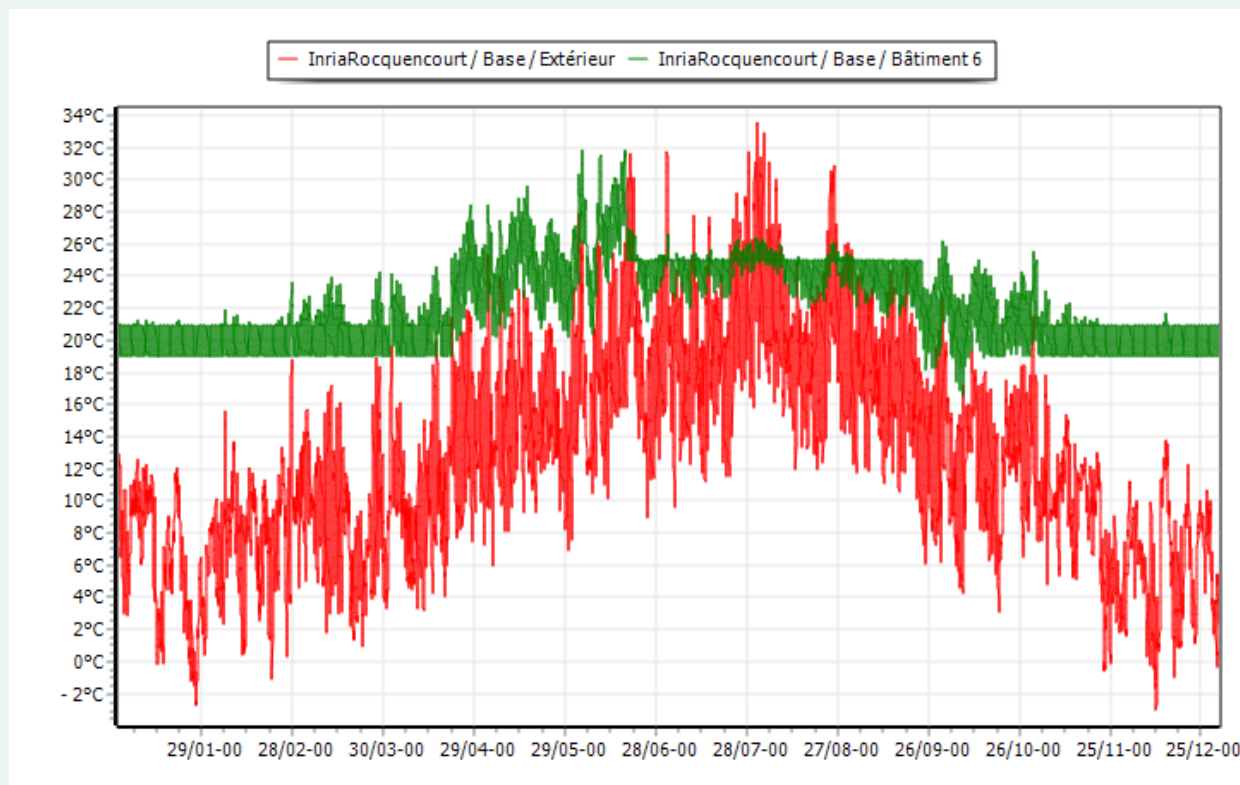
On peut voir grâce à la simulation que l'impact de la météo est particulièrement important sur la période estivale. Cela est dû à la construction des bungalows dont les performances sont moyennes.

En hiver, les radiateurs assurent un confort régulier dans la zone. On peut supposer que les autres bâtiments de la même typologie se comportent de la même manière, avec des variations liées aux rénovation des toitures sur certains d'entre eux.

4.5.

ANALYSE DE CONFORT

COMPARAISON DE TEMPERATURE DE L'EXTERIEUR ET INTERIEUR DU BÂTIMENT 6



RESSENTI DE LA TEMPERATURE D'AMBIANCE DU BÂTIMENT 6

Le bâtiment 6 est réservé aux cuisine et aux espaces de restauration/pause des occupants du centre. Il n'est donc occupé que quelques heures par jour à l'exception des équipes de préparations présentes plus tôt dans la journée.

De la même manière que pour le bâtiment 1, celui-ci est composé de grandes baies vitrées dans certaines zones. La cafétéria au rez-de-chaussée est exposées au soleil une partie de la journée tandis que le réfectoire l'est quasiment en continu grâce aux puits de lumières en toiture.

On observe cependant sur la courbe que la température extérieure impact l'ambiance du bâtiment dans des proportions acceptables.

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)
Bâtiment 5	Bureaux	40 652 kWh	-
Bâtiment 6	RDC	19 990 kWh	-
Bâtiment 6	R+1	11 740 kWh	-
Bâtiment 1	Bibilothèque	1 620 kWh	41 922 kWh
Bâtiment 1	Bureaux	12 262 kWh	82 505 kWh
Bâtiment 1	Circulation	11 404 kWh	-
Bâtiment 1	Salles de conférences	10 174 kWh	23 631 kWh
Bâtiments Serveurs	Locaux serveurs	-	470 455 kWh
Bâtiment 10	Bureaux, Bibliothèque	45 222 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)
Bâtiment 1 - Bureaux	185 490	55 052	390	79,9 %	2 007	5 017
Bâtiment 1 - Circulations	189 086	5 748	2 053	106,7 %	1 459	5 157
Bâtiment 1 - Salles de conférence	28 869	10 196	55	70,8 %	986	4 147
Bâtiment 1 - Bibliothèque	38 977	0	1 011	89,24 %	690	1 725
Bâtiment 6 - RDC	10 817	15 190	136	44,2 %	1 811	5 777
Bâtiment 6 - R+1	16 767	10 345				
Bâtiment 5 - Bureaux	13 945	21 065	4 016	71,99 %	510	1 430
Locaux serveurs	0	4 350	0	24,29 %	1 892	4 730

ACTION B

AJUSTEMENT DES TEMPÉRATURES DE CONSIGNE DE CLIMATISATION

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 bureaux est de 25°C. Une température de 26°C est suffisante afin d'assurer un confort optimal.

À titre d'exemple, l'ADEME recommande que la température des bureaux soit maintenue à $26 \pm 1^\circ\text{C}$ en été afin d'associer gains énergétiques et confort des occupants.

Une augmentation de 1°C sur la température de consigne engendre en moyenne une économie de 7% sur la consommation énergétique de la production de chaleur.

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

Tableau des gains

Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
26 677 kWh	9 604 €	1,4 %	0,7 %	1,71 tCO2	-	Immédiat



ACTION C

AJUSTEMENT DES TEMPÉRATURES DE CONSIGNE DE CHAUFFAGE



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'INRIA a communiqué à ses centres la nécessité de diminuer les consignes de chauffage à 19°C. Nous avons donc simulé les gains que pourraient apporter la mise en place de cette action sur le site

Principe de la solution proposée

À l'heure actuelle, la température de consigne dans les bureaux est de 21°C. Une température de 19°C est suffisante afin d'assurer un confort optimal.

À titre d'exemple, l'ADEME recommande que la température des bureaux soit maintenue à $19 \pm 1^\circ\text{C}$ en hiver afin d'associer gains énergétiques et confort des occupants.

Une diminution de 1°C sur la température de consigne engendre en moyenne une économie de 7% sur la consommation énergétique de la production de chaleur.

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

Tableau des gains

Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
130 421 kWh	15 259 €	8,6 %	3,8 %	0,3 tCO2	-	Immédiat

ACTION 5

ISOLATION DE LA TOITURE TERRASSE DU BÂTIMENT 1



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 notamment lors des mois hivernaux.

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

Principe de la solution proposée

Nous avons noté une performance thermique mauvaise de la toiture, ce qui entraîne de fortes déperditions d'énergie au niveau des parois extérieures.

La performance thermique de la toiture peut être largement améliorée en installant une épaisseur d'isolant. La résistance thermique de la paroi sera donc augmentée, et les déperditions fortement diminuées.

- Type d'isolant : polyuréthane
- Epaisseur : 10 cm
- Résistance thermique de l'isolant : 4,35 m².K/W

Nous avons estimé un coût de 100 €/m² pour cette préconisation qui comprend coût du matériel et pose. Celle-ci n'affecte en aucun cas la surface du bâtiment et les travaux ne gêneront pas le quotidien des collaborateurs.

Investissement

Equipement	Quantité (m2)	Prix unitaire	Coût Total
Isolant et main d'oeuvre	3 544	100 €	425 280 €
Total			425 280 €

Tableau des gains

Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
101 529 kWh	11 879 €	6,4 %	2,9 %	1,2 tCO2	425 280 €	35 ans et 10 mois



ACTION U

MISE EN PLACE DE FILMS SOLAIRES



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 climatisation notamment lors des mois estivaux.

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

Principe de la solution proposée

Nous préconisons la mise en place de films solaires été. Le film solaire se pose sur la partie intérieure des fenêtres. En été il permet de réfléchir les rayons du soleil qui atteignent la paroi vitrée, la chaleur est ainsi repoussée.

Le bâtiment 1 est très grande partie vitrée. Les zones de circulations et les bureaux sont donc fortement exposés au soleil. Afin de limiter l'augmentation de la température dans ces zones en période de forte chaleur, nous préconisons de mettre en place des **films solaires** sur les vitrages.

Cette action répond à un critère **d'efficacité énergétique** par les gains sur la climatisation du site mais aussi à une problématique de **confort des occupants**.

Investissement

Equipement	Quantité (m2)	Prix unitaire	Coût Total
Film Solaire et main d'oeuvre	1 510	100 €	181 200 €
Total			181 200 €

Tableau des gains

Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
5 852 kWh	685 €	0,3 %	0,1 %	1,2 tCO2	181 200 €	264 ans et 6 mois

Nouvelle performance thermique des menuiseries extérieures

Localisation	Composition châssis	Type de vitrage	Facteur solaire	Uw	Norme	Performance thermique
Fenêtres						
Toutes zones Bâtiment 1	Aluminium	Double vitrage 4/12/4	0,62	2,20 W/m².K	< 1,9 W/m².K	Moyenne
Hall principal Bâtiment 1	Aluminium	Double vitrage 8/14/4	0,62	1,10 W/m².K	< 1,9 W/m².K	Bonne



Volet Electrique

COURBE DE CHARGE « GÉNÉRAL DU SITE » MESURÉE DU 12/05/2022 AU 20/05/2022



Les mesures effectuées lors de notre visite nous ont permis d'avoir une meilleure vision de la consommation du site et nous a permis d'établir la cartographie ci-contre

Le site ayant besoin d'être ventilé en grand volume, les CTA et la ventilation représentent 29,2 % de la consommation énergétique du bâtiment. Nous observons que ces deux usages sont assez bien pilotés, notamment grâce à la présence d'une GTB, mais qu'une amélioration est possible.

Les serveurs et la production de froid représentent 43,2 % de la consommation du bâtiment. En effet, le bâtiment étant peu occupé, et les serveurs fonctionnant 24h/24, leur part de consommation est très importante.

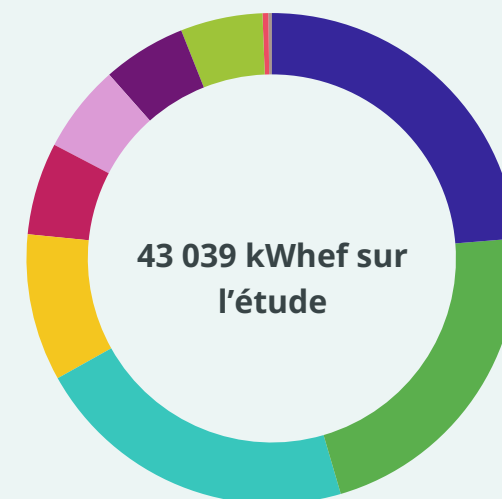
L'éclairage représente 9,7 % de la consommation du site. Le bâtiment est en grande partie équipée d'éclairages d'anciennes générations.

De manière général, les équipements de ce site sont bien pilotés, avec une diminution de la consommation lors des périodes d'inoccupation, mais avec des talons de consommation importants.

Ces données mesurées nous ont permis d'extrapoler les consommations sur une année.



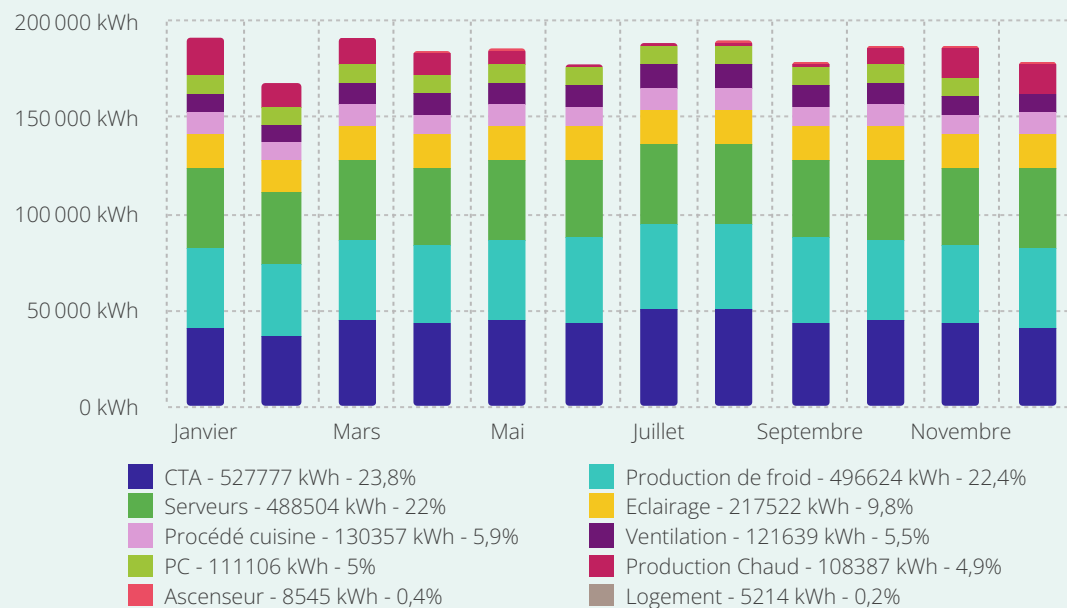
CARTOGRAPHIE DES CONSOMMATIONS MESURÉES DU 12/05/2022 AU 20/05/2022



43 039 kWh sur l'étude

CTA 23,7 % - 10200 kWh	Serveurs 21,8 % - 9369 kWh
Production de froid 21,4 % - 9216 kWh	Eclairage 9,7 % - 4172 kWh
Production Chaud 6,1 % - 2619 kWh	Procédé cuisine 5,8 % - 2500 kWh
Ventilation 5,5 % - 2370 kWh	PC 5,4 % - 2329 kWh
Ascenseur 0,4 % - 164 kWh	Logement 0,2 % - 100 kWh

EXTRAPOLATION DES DONNÉES DE CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES PAR USAGE PENDANT UNE ANNÉE



Le premier poste de consommation correspond aux CTA avec 23,8 % de la consommation annuelle.

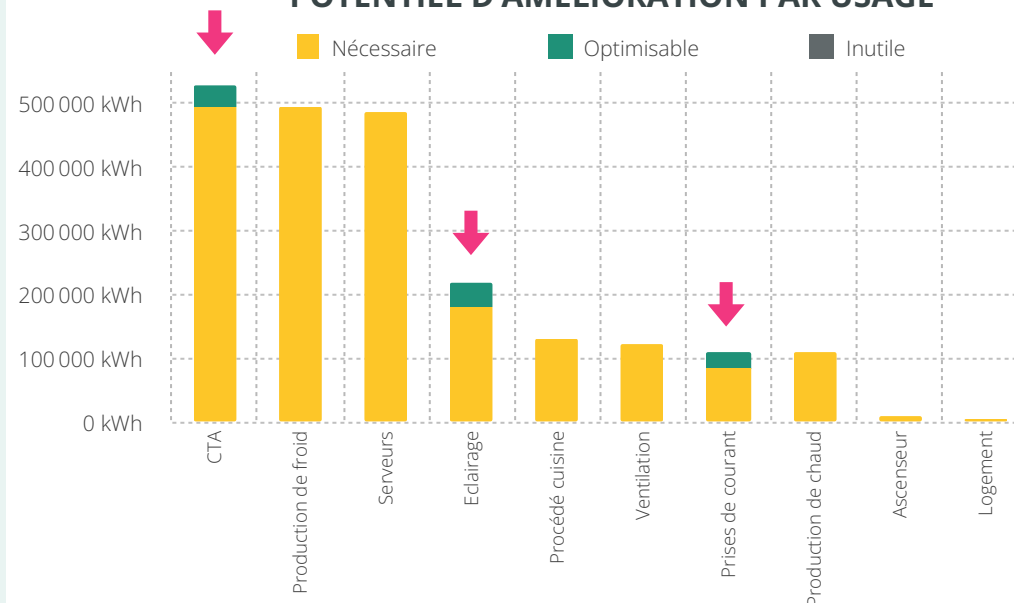
Viennent ensuite la production de froid et les serveurs avec respectivement 22,4 % et 22 %. Certains bâtiments sont utilisés uniquement pour loger les serveurs du site et nécessitent de la climatisation en continue.

La part d'éclairage est faible en comparaison avec les autres usages avec 9,8% de la consommation globale du site. Les bâtiments étant en grande partie inutilisée, il est normal que cet usage ne dépasse pas 10%.

Les procédés cuisine du site ont une consommation importante, ils représentent à eux seul 5,9%. Un bâtiment entier est dédié aux cuisines et espaces de restauration pour le site.

Les prises de courant représentent 5 % de la consommation annuelle.

POTENTIEL D'AMÉLIORATION PAR USAGE



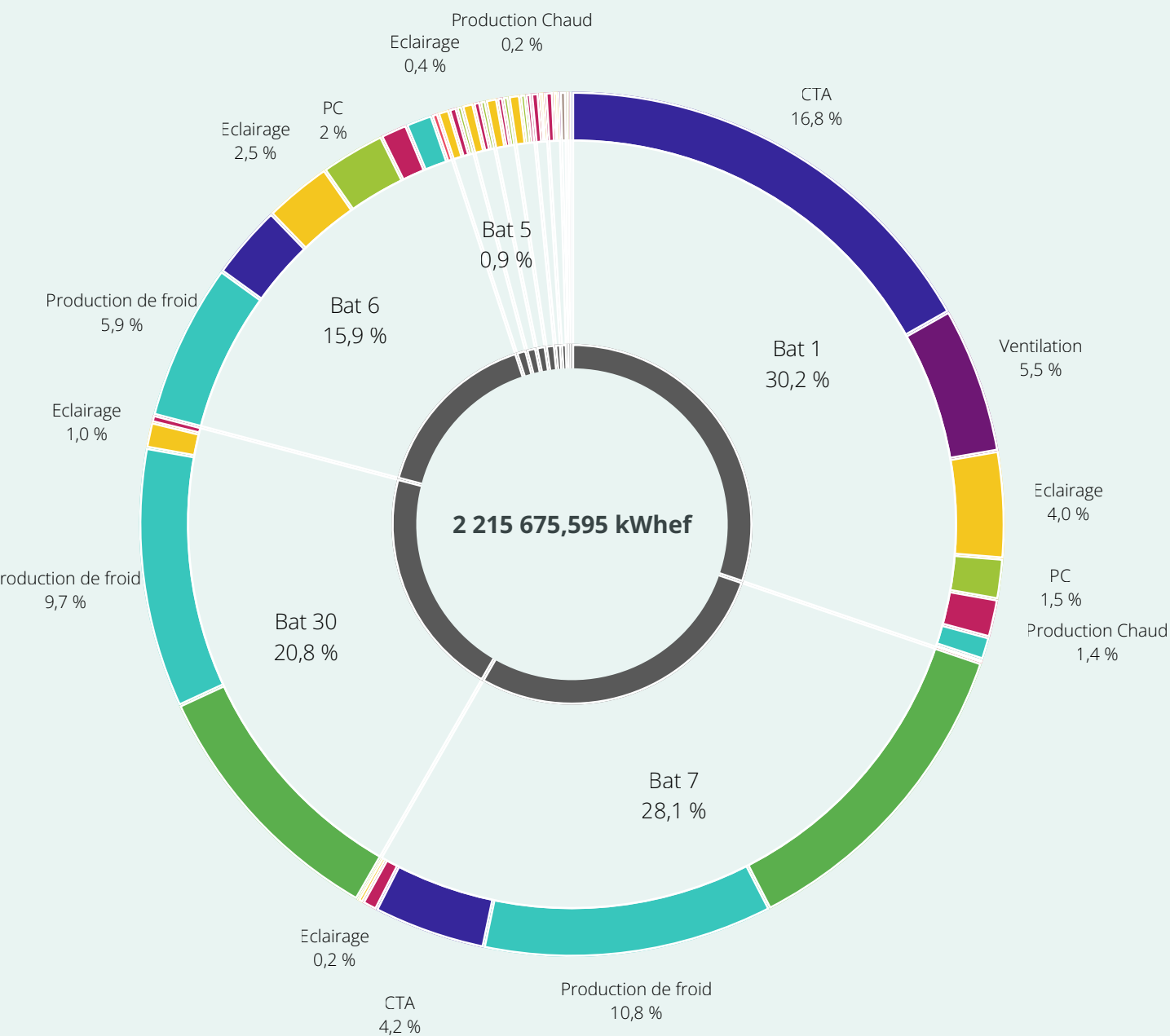
ACTIONS PROGRAMMÉES

L'extrapolation des données a permis d'étudier la pertinence de chaque usage. Après analyse des consommations énergétiques, trois usages énergétiques pertinents pour des actions d'économies ressortent : les CTA, l'éclairage et les prises de courant

Des actions d'économies d'énergies ont été étudiées pour ces usages, et sont présentées dans la partie ci-après.

- Campagne de sensibilisation à l'utilisation des prises de courant
- Pilotage de l'éclairage via la GTB
- Relamping LED

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS ANNUELLES EXTRAPOLÉES PAR ZONE ET PAR USAGE



23,8 %
De la consommation liée aux CTA

22 %
De la consommation liée aux serveurs

ANALYSE DE LA COURBE DE CHARGE ECLAIRAGE

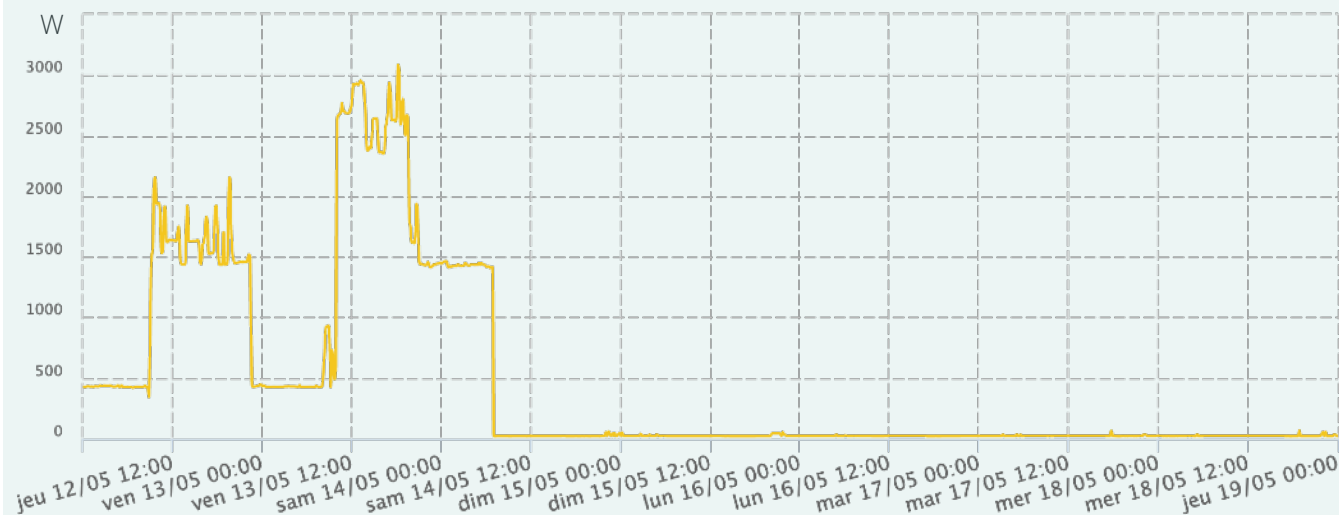


CHIFFRES CLÉS SUR LA PÉRIODE DE MESURES

9,7 %
de la consommation

4 172
kWh

CONSOMMATIONS D'ÉLECTRICITÉ PÉRIODE DE MESURES



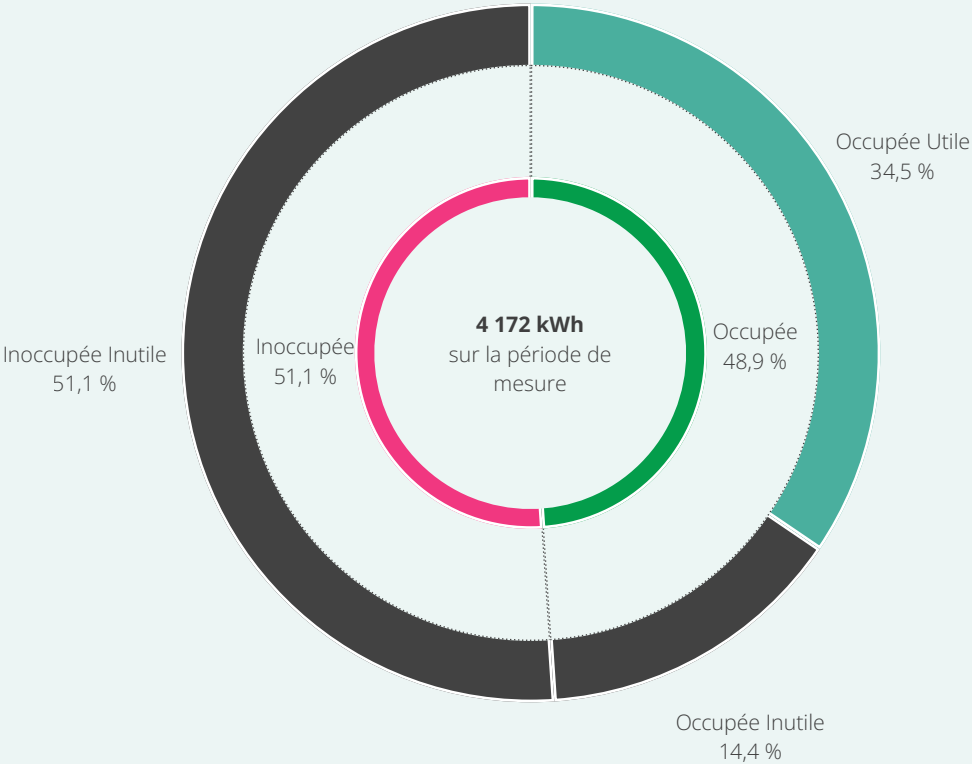
OBSERVATIONS DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

- La courbe ci-dessus correspond à la consommation de l'éclairage du bâtiment sur la période de mesure.
- Il est probable que l'ensemble des départs d'éclairage n'ait pas été mesuré au vu de la consommation très faible en fin de semaine.
- L'usage pourrait être optimisé en pilotant l'éclairage pour éviter une consommation inutile lorsque personne n'en a besoin.

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR PÉRIODE

Définition des périodes :

La période « Occupée Utile » désigne l'utilisation de l'usage pendant l'occupation du site. La partie « Inoccupée Utile » correspond à la consommation des éclairages lors du passage du personnel de ménage avant l'arrivée du personnel. « Inoccupée Inutile » désigne la consommation hors occupation du site.



ACTIONS À MENER

Nous préconisons d’optimiser le fonctionnement de la nappe d’éclairage grâce à une action principale : le pilotage de l’éclairage et un Relamping LED.

Le détail de ces actions est présenté en annexe.

Désignation		Pilotage de l'éclairage	Relamping LED des bâtiments
Gains annuels	Energie (kWh)	51 752 kWh	122 312 kWh
	Euros TTC	5 938 €	14 974 €
	% de la consommation totale	3,4 %	6,4 %
Budget (€ TTC)		14 400 €	55 712 €
Temps de retour sur investissement		2 ans et 5 mois	2 ans et 10 mois
Valorisation CEE		-	2 464 €
Temps de retour sur investissement (après CEE)		2 ans et 5 mois	2 ans et 8 mois

ANALYSE DE LA COURBE DE CHARGE PRISES DE COURANT

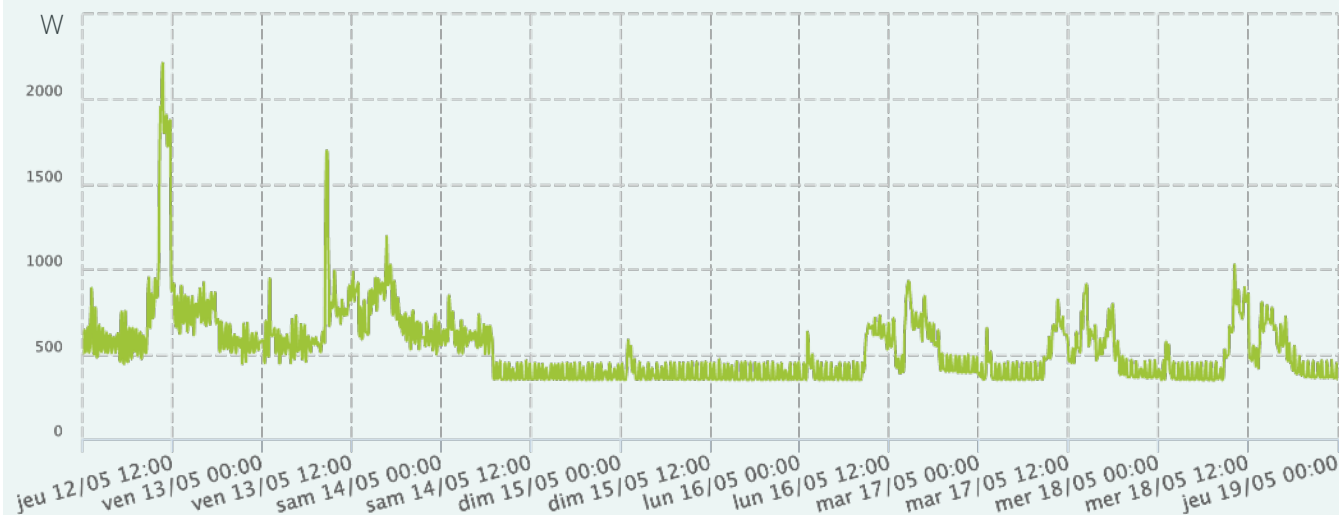


CHIFFRES CLÉS SUR LA PÉRIODE DE MESURES

5,4 %
de la consommation

2 329
kWh

CONSOMMATIONS D'ÉLECTRICITÉ PÉRIODE DE MESURES



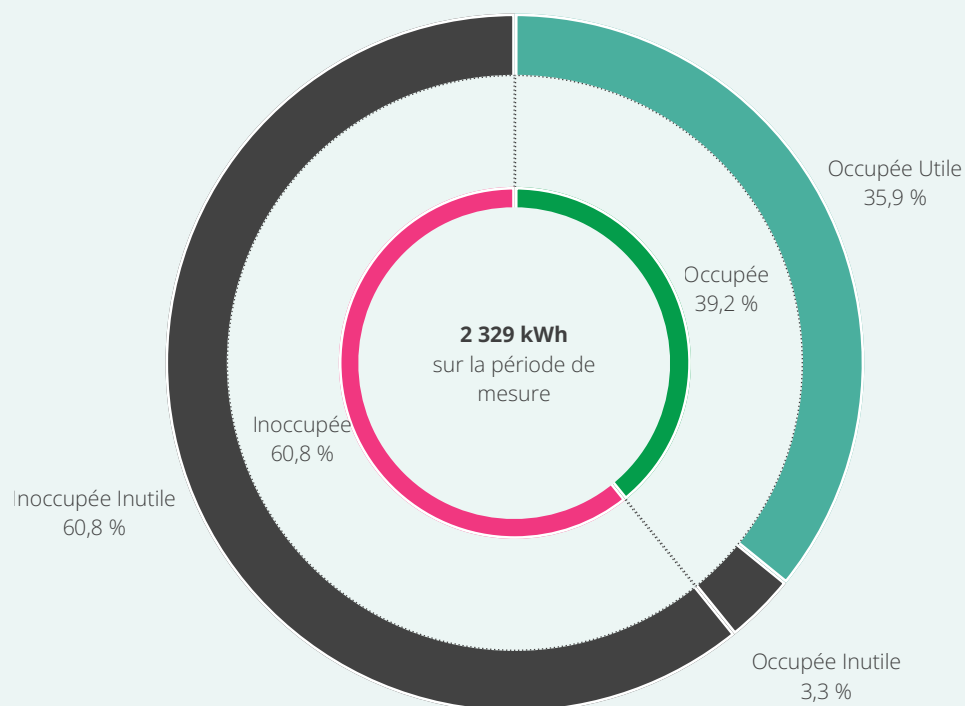
OBSERVATIONS DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

- La courbe ci-dessus correspond à la consommation des prises de courant du bâtiment sur la période de mesure.
- L'usage n'est pas piloté, il pourrait être optimisé en diminuant davantage les consommations lors des périodes d'inoccupation, et d'inutilité.

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR PÉRIODE

Définition des périodes :

La période « Occupée Utile » désigne l'utilisation de l'usage pendant l'occupation du site. La partie « Inoccupée Utile » correspond à la consommation des équipements ne pouvant être mis complètement à l'arrêt tandis que la partie « Inoccupée Inutile » désigne la consommation hors occupation du site.



ACTIONS À MENER

Nous préconisons d'optimiser le fonctionnement des prises de courant grâce à une action : la campagne de sensibilisation à l'utilisation des prises de courant.

Le détail de ces actions est présenté en annexe.

Désignation		Campagne de sensibilisation
Gains annuels	Energie (kWh)	41 611 kWh
	Euros TTC	4 909 €
	% de la consommation totale	1,1 %
Budget (€ HT)		-
Temps de retour sur investissement		Immédiat
Valorisation CEE		-
Temps de retour sur investissement (après CEE)		Immédiat

ANALYSE DE LA COURBE DE CHARGE VENTILATION



CHIFFRES CLÉS SUR LA PÉRIODE DE MESURES

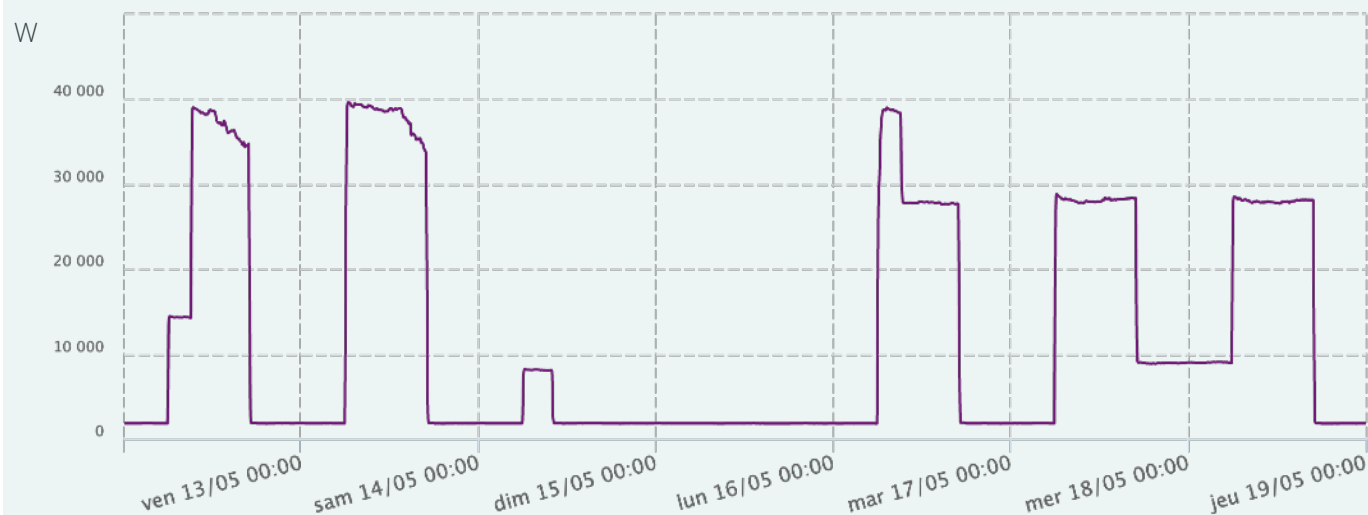
5,5

% de la consommation

2 370

kWh

CONSOMMATIONS D'ÉLECTRICITÉ PÉRIODE DE MESURES



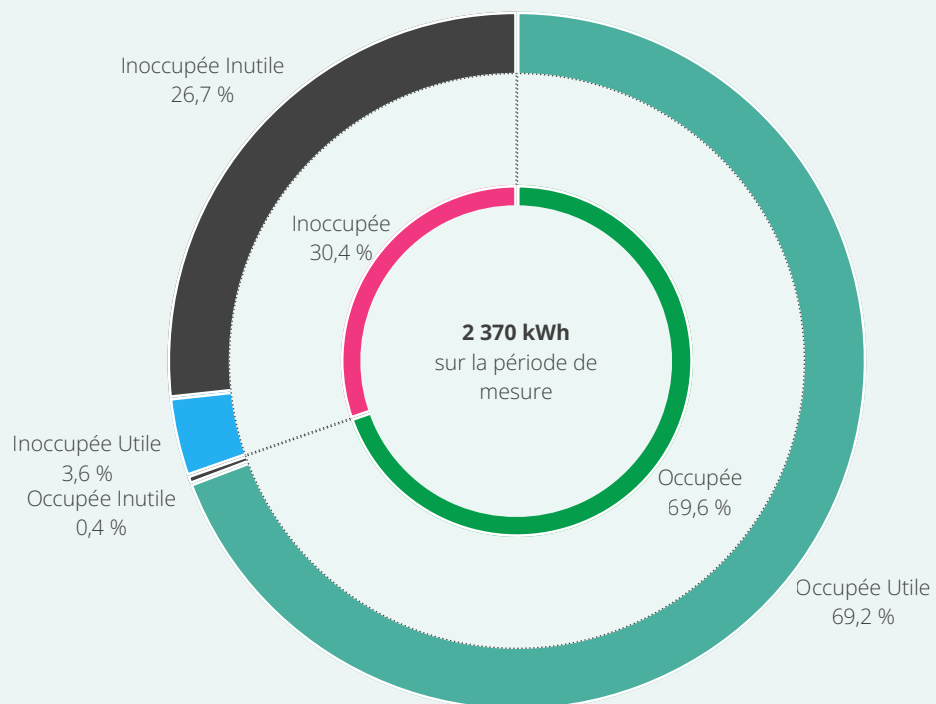
OBSERVATIONS DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

- On observe pour cet usage un talon de consommation d'environ 1 850 W.
- Un réduit de nuit est actif et explique la baisse de consommation la nuit.
- Des optimisations peuvent être apportées avec un meilleur pilotage de certains équipements.

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR PÉRIODE

Définition des périodes :

La période « Occupée Utile » désigne l'utilisation de l'usage pendant l'occupation du site. La partie « Inoccupée Utile » correspond à la ventilation hors période d'ouverture du site mais nécessaire pour la gestion du réduct de nuit.



ACTIONS À MENER

Nous préconisons de revoir la programmation de la GTB pour améliorer le pilotage des équipements de ventilation tels que les CTA.

Le détail de cette action est présenté en annexe.

Désignation		Mise en place d'une plage horaires sur les VMC
Gains annuels	Energie (kWh)	7 622 kWh
	Euros TTC	2 643,9 €
	% de la consommation totale	0,2 %
Budget (€ HT)		5 000 €
Temps de retour sur investissement		1 an et 10 mois
Valorisation CEE		-
Temps de retour sur investissement (après CEE)		1 an et 10 mois

ACTION A.

SENSIBILISATION À L'UTILISATION DES PRISES DE COURANT



QUESTIONS SOULEVÉES

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

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 l'ensemble du bâtiment.

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

Gains annuels					Budget (€)	Temps de Retour sur Investissement	Montant d'aides CEE	TRI Brut
Energie (kWh)	Euros (€)	% consommation fluide	% consommation totale	Impact environnemental				
41 611 kWh	4 909 €	1,9 %	1,1 %	2,7 tCO2	-	Immédiat	-	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	41033 kW	8 206,61 €	2,0 %	1,0 %	9,31 tCO2	2 000 €	3 mois
Électricité	38110 kW	13 719,48 €	2,0 %	1,0 %	2,44 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		
7 622 kWh	2 743,90 €	0,4 %	0,2 %	0,49 tCO2	5 000 €	1 ans et 10 mois



ACTION G

PILOTAGE DE L'ECLAIRAGE VIA 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 ?

La consommation d'éclairage reste très importante en période d'inoccupation. Les bâtiments ayant une occupation irrégulière, il serait intéressant d'installer des capteurs de présence (plutôt que des horloges par exemple).

Principe de la solution proposée

La solution envisagée est la pose de capteurs de présence permettant de détecter la nécessité d'éclairage par les usagers. Dans l'ensemble, nous n'avons pas noté de dérive majeure le jour de la visite mais l'occupation du site était particulièrement basse ce jour-là.

La présence de capteurs de présence permettrait d'automatiser la gestion de l'éclairage afin de limiter les dérives liées à l'irrégularité de l'occupation sur le site.

Selon la taille des bâtiments, nous estimons que 400 capteurs sont nécessaires pour couvrir l'entièreté des bâtiments concernés.

Objet	Quantité	Prix unitaire	Coût Total
Capteurs de présence	400	15 €	7 200 €
Main d'oeuvre	400	15 €	7 200 €
Total			14 400 €

Gains annuels					Budget (€)	Temps de Retour sur Investissement	Montant d'aides CEE	TRI Brut
Energie (kWh)	Euros (€)	% consommation fluide	% consommation totale	Impact environnemental				
51 752 kWh	5 938 €	2,3 %	1,4 %	3,4 tCO2	14 400 €	2 ans et 5 mois	-	2 ans et 5 mois



ACTION I

RELAMPING LED DES BÂTIMENTS

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.

Tableau des gains

Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
116 494 kWh	11 185 € + 3 986 € en coût de maintenance	5,3 %	3,1 %	7,7 tCO2	46 527 €	3 ans et 1 mois

Subventions CEE

Référence	Action	Valorisation en euros	TRI Brut
BAT-EQ-127	Luminaires d'éclairage général à modules LED	2 464 €	2 ans et 11 mois

ACTION I

RELAMPING LED DES BÂTIMENTS

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.



Investissement

Existant	Quantité	Préconisation	Quantité	Prix unitaire	Coût Total
Dalle T8 4x18W 60x60cm	62	Panneau LED 30W 60x60cm G	62	7,20 €	446 €
Dalle T8 4x18W 60x60cm	38	Panneau LED 30W 60x60cm G	38	7,20 €	274 €
Néon T8 2x36W 120cm	96	Panneau LED 30W 120x30cm G	96	4,60 €	442 €
Néon T8 2x58W 150cm	53	Tube LED 2x20W 150cm G	53	5,80 €	307 €
Downlight 2x18W	72	Downlight LED 22W NG	72	6,00 €	432 €
Hublot CFL 2x18W	244	Hublot LED 17W NG	244	6,00 €	1 464 €
Néon T8 1x58W 150cm	130	Tube LED 1x20W 120cm G	130	2,90 €	377 €
Ampoule halogène 100W	12	Ampoule LED 10W NG	12	1,80 €	22 €
Dalle T8 4x18W 60x60cm	84	Panneau LED 30W 60x60cm G	84	7,20 €	605 €
Main d'œuvre (heures)			55	60 €	3 300 €
Total					4 020 €

*Les quantités indiquées concernent les bâtiments audités et principalement occupés à date de l'audit

ACTION J

MISE EN PLACE D'UNE PRODUCTION BIOMASSE ET D'UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION

QUESTIONS SOULEVÉES

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

La chaudière biomasse est l'un des systèmes de chauffage les plus économiques.

Principe de la solution proposée

Lors de notre visite, nous avons remarqué que le chauffage du site était réalisé grâce à des chaudières au gaz anciennes. Nous vous préconisons de remplacer ces équipements par 3 chaudières de 330 kW en bois déchiqueté granulométrie C3 couplées à une chaudière gaz à condensation de 1000 kW. Il sera nécessaire d'installer un silo de 150 m3 soit 6m x 5m x 5m pour le stockage du bois.

La chaudière biomasse fonctionne comme une chaudière à gaz ou fioul mais utilise le bois comme combustible. Le bois est un combustible, local et économique. Le rendement de ces chaudières est très élevé.

Cette action est subventionnée par des CEE (BAT-TH-157) dont l'étude plus précise pourra être réalisée si l'action est mise en place.

Tableau des gains

Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
196 245 kWh	228 803,94 €	9,6 %	5 %	330,29 tCO2	700 000 €	3,06 ans

ACTION K

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 sur les 6 CTA du bâtiment 1 permettrait de limiter le taux d'air neuf passant par la CTA du bâtiment et donc de limiter la quantité d'énergie à fournir pour chauffer ce dernier.

Elles sont toute équipées de variateurs de vitesse, la mise en place des sondes permettra de les coupler avec et de gérer intégralement leur programmation en fonction du besoin et de l'occupation du bâtiment.

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	15 387 kWh	3 077 €	0,8 %	0,4 %	3,49 tCO2	43 000 €	3 ans et 4 mois
Électricité	28 582 kWh	10 290 €	1,5 %	0,7 %	1,83 tCO2		



ACTION L

MISE EN PLACE DE VARIATEURS DE VITESSE ET DE SONDES CO2 SUR LA CTA RESTAURATION

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 6.

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 6 pour piloter sa CTA de façon plus optimale.

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	3 811 kWh	1 372 €	0,2 %	0,1 %	0,24 tCO2	11 000 €	3 ans et 3 mois
Électricité	10 258 kWh	2 052 €	0,5 %	0,3 %	2,33 tCO2		



ACTION M

REPLACEMENT DE LA GESTION TECHNIQUE CENTRALISÉE

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 ici le remplacement complet de la Gestion Technique Centralisée du site. Une gestion centralisée efficace est essentielle pour éviter des dérives énergétiques et optimiser les potentiels nouveaux équipements installés sur le site dans le futur.

Cette action passera par la mise à jour des consignes de température et des programmes horaires sur les différents, la mise à jour de l'ensemble de l'équipement de régulation avec intégration de sondes d'ambiance et la suppression des équipements inutiles.

Le dernier point important concerne la possibilité sur la nouvelle GTB d'ajouter des points de comptage et sous-comptage afin de suivre plus finement les consommations du centre.

Tableau des gains

	Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	82 066 kWh	16 413 €	4 %	2,1 %	18,63 tCO2	200 000 €	4 ans et 6 mois
Électricité	76 219 kWh	27 439 €	4 %	1,9 %	4,88 tCO2		



ACTION 0

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.

Principe de la solution proposée

Avec l'installation de l'équivalent de 300m² de panneaux photovoltaïques sur la toiture du bâtiment 1, nous avons estimé une production annuelle potentielle de 54 000 kWh.

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.

$$\begin{aligned}\text{Production d'énergie annuelle} &= \text{Productible} \times \text{Puissance DC installée} \\ &= \mathbf{54\,000\,kWh}\end{aligned}$$

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

Tableau des gains

Usage	Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Tous	54 000 kWh	19 440 €	2,8 %	1,4 %	3,46 tCO2	135 000 €	6 ans et 11 mois

ACTION P

MISE EN PLACE DE DOUBLE FLUX SUR LES CTA LAVERIE ET CUISSON

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

Pour cette actions, deux solution sont possibles. Soit la modification aéraulique du système soit la création d'une batterie de récupération au niveau de l'extraction avec un réseau hydraulique vers la batterie de préchauffage soufflage.

La présence de double-flux avec une batterie de récupération au niveau de l'extraction permettra de d'optimiser le fonctionnement de l'équipement tout en améliorant ses performances dans les zones Laverie et Cuisson où le débit d'air nécessaire est plus important que d'autres zones du centre.

Tableau des gains

Coût annuel					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
32 826 kWh	6 565,29 €	1,6 %	0,8 %	7,45 tCO2	50 000 €	7,62 ans



ACTION Q

SUPPRESSION DU CHAUFFAGE DANS LE BÂTIMENT 36 ET MISE EN PLACE DE 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 de diminuer les besoins en chauffage et refroidissement du bâtiment 6.

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

Principe de la solution proposée

Nous avons noté que le bâtiment 36, qui correspond au gymnase, n'était quasiment plus utilisé par les occupants suite aux mesures de télétravail et la diminution du nombre d'occupants ces dernières années. Il n'est donc plus nécessaire de l'alimenter en chauffage au même titre que les autres bâtiments.

L'action préconisée ici correspond au remplacement des émetteurs dans le bâtiment 36 par des ventilo-convecteurs (régime d'eau 30-25) alimenté par un réseau de récupération des calories lié au bâtiment 30. Cela permettra de ne couper l'alimentation principale du bâtiment 36 et de réduire la consommation de gaz du centre.

Tableau des gains

Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
41 033 kWh	8 207 €	2 %	1 %	9,31 tCO2	65 000 €	7,92 ans



ACTION R

MISE EN PLACE D'UNE CTA DOUBLE FLUX DANS LE BÂTIMENT 7

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 ici la mise en place d'une CTA double flux avec variateur de vitesse et sonde de CO2 - mise en place d'une batterie basse température pour valorisation chaleur fatale salle serveur

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

	Gain annuel					Budget	Temps de Retour sur Investissement
	Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
Gaz	49 240 kWh	9 847,94 €	2,0 %	1,0 %	11,18 tCO2	60 000 €	6 ans et 1 mois
Électricité	-12500 kWh	-4 500 €	-1,0 %	-%	-0,80 tCO2		



ACTION T

RÉFECTION GLOBALE DU RÉSEAU DE CHAUFFAGE DU SITE

QUESTIONS SOULEVÉES

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

Le réseau de chauffage du site est ancien et en mauvaise état. Des fuites ont été signalées lors de la visite ce qui entraîne des pertes et des surconsommations du systèmes.

Principe de la solution proposée

Lors de notre visite, nous avons remarqué le réseau de chauffage du site était en mauvaise état. Le responsable maintenance du centre nous a signalé lors de la visite que des fuites étaient de plus en plus fréquentes ce qui entraîne des pertes et des surconsommations du système.

Bien que l'action soit complexe et coûteuse, nous avons préconisons le remplacement de l'ensemble du réseau primaire soit environ 970ml et dans le même temps de mettre en place un échangeur dans chaque sous-station pour améliorer l'efficacité du système.

Tableau des gains

Gains annuels					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
61 550 kWh	12 309,92 €	3,0 %	1,6 %	13,97 tCO2	1 248 000 €	101,38 ans

RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Désignation	Origine de l'action	Usage	Type d'énergie	Gains annuels					Budget (€)	Temps de Retour sur Investissement (Hors aide)	Valorisation CEE (€)	Temps de Retour sur Investissement (avec CEE)
				Energie (kWh)	Euros (€)	% consommation fluide	% consommation totale	Impact environnemental				
Action A : Sensibilisation à l'utilisation des prises de courant	Citron®	Prises de courant	Electricité	41 611 kWh	4 091 €	1,9 %	1,1 %	2,7 tCO2	-	Immédiat	-	Immédiat
Action B : Augmentation de la température de consigne de climatisation	STD	Production de froid	Electricité	26 677 kWh	9 604 €	1,4 %	70,0 %	1,71 tCO2	-	Immédiat	-	Immédiat
Action C : Ajustement des température de consigne de chauffage	STD	Production de chaud	Gaz	130 421 kWh	15 259 €	8,6 %	3,8 %	0,3 tCO2	-	Immédiat	-	Immédiat
Action D : Conduite liée à la mise en place d'un intéressement	SAGE ENERGIE	Production de chaud	Gaz	41 033 kWh	8 207 €	2,0 %	1,0 %	9,31 tCO2	2 000 €	1 mois	-	1 mois
			Electricité	38 110 kWh	13 719 €	0,0 %	1,0 %	2,44 tCO2				
Action F : Mise en place d'une plage horaire sur l'utilisation des VMC	SAGE ENERGIE	Ventilation	Electricité	7 622 kWh	2 744 €	0,4 %	0,2 %	0,49 tCO2	5 000 €	1 an et 10 mois	-	1 an et 10 mois
Action G : Pilotage de l'éclairage via la GTB	Citron®	Eclairage	Electricité	51 752 kWh	4 948 €	2,3 %	1,4 %	3,4 tCO2	12 000 €	2 ans et 5 mois	-	2 ans et 5 mois
Action I : Relamping LED des bâtiments	Citron®	Eclairage	Electricité	116 494 kWh	11 185 € + 3 986 €	5,3 %	3,1 %	7,7 tCO2	46 527 €	3 ans et 1 mois	2 464 €	2 ans et 11 mois
Action J : Mise en place d'une production biomasse et chaudière à condensation	SAGE ENERGIE	Production de chaud	Gaz	196 245 kWh	228 804 €	9,6 %	5,0 %	330 tCO2	700 000 €	3 ans et 1 mois	-	3 ans et 1 mois
Action K : Mise en place de sondes de CO2 sur les 6 CTA du bâtiment n°1	SAGE ENERGIE	CTA	Electricité	28 582 kWh	10 290 €	1,5 %	0,7 %	1,83 tCO2	43 000 €	3 ans et 3 mois	-	3 ans et 3 mois
		Production de chaud	Gaz	15 387 kWh	3 077 €	0,8 %	0,4 %	3,49 tCO2				

RÉCAPITULATIF DES ACTIONS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Désignation	Origine de l'action	Usage	Type d'énergie	Gains annuels					Budget (€)	Temps de Retour sur Investissement (Hors aide)	Valorisation CEE (€)	Temps de Retour sur Investissement (avec CEE)
				Energie (kWh)	Euros (€)	% consommation fluide	% consommation totale	Impact environnemental				
Action L : Mise en place de variateurs de vitesse sur la CTA restauration et de sonde de CO2	SAGE ENERGIE	CTA	Electricité	3 811 kWh	1 372 €	0,2 %	0,1 %	0,24 tCO2	11 000 €	3 ans et 3 mois	-	3 ans et 3 mois
		Production de chaud	Gaz	10 258 kWh	2 052 €	0,5 %	0,3 %	2,33 tCO2				
Action M : Remplacement complet de la GTC	SAGE ENERGIE	Ventilation	Electricité	76 219 kWh	27 439 €	4 %	1,9 %	4,88 tCO2	200 000 €	4 ans et 7 mois	-	4 ans et 7 mois
		Production de chaud	Gaz	82 066 kWh	16 413 €	4 %	2,1 %	18,63 tCO2				
Action O : Mise en place de panneaux solaires photovoltaïques 300m²	SAGE ENERGIE	CTA	Electricité	54 000 kWh	19 440 €	2,8 %	1,4 %	3,5 tCO2	135 000 €	6 ans et 11 mois	-	6 ans et 11 mois
Action P : Mise en place de double flux sur les CTA laverie et cuisson	SAGE ENERGIE	Production de chaud	Electricité	32 826 kWh	6 565 €	1,6 %	0,8 %	7,45 tCO2	50 000 €	7 ans et 7 mois	-	7 ans et 7 mois
Action Q : Mise en place de ventilo-convecteur pour le bâtiment 36 avec récupération de chaleur du bâtiment 30	SAGE ENERGIE	Production de chaud	Gaz	41 033 kWh	8 207 €	2 %	1,0 %	9,31 tCO2	65 000 €	7 ans et 11 mois	-	7 ans et 11 mois
Action R : Mise en place d'une CTA double flux le bâtiment n°7	SAGE ENERGIE	CTA	Electricité	36 740 kWh	5 348 €	2,4 %	1,8 %	10,38 tCO2	60 000 €	11 ans et 3 mois	-	11 ans et 3 mois
Action S : Isolation de la toiture terrasse du bâtiment 1	STD	Production de chaleur	Gaz	101 529 kWh	11 879 €	6,4 %	2,9 %	1,2 tCO2	425 280 €	35 ans et 10 mois	-	35 ans et 10 mois
Action T : Réfection du réseau de chauffage	SAGE ENERGIE	Production de chaleur	Gaz	61 550 kWh	12 310 €	3 %	1,6 %	13,97 tCO2	1 248 000 €	101 ans et 5 mois	-	101 ans et 5 mois
Action U : Mise en place de films solaires	STD	CVC	Electricité	5 852 kWh	685 €	0,3 %	0,1 %	1,2 tCO2	181 200 €	264 ans et 6 mois	-	264 ans et 6 mois
Action V : Diminution de la puissance souscrite	Citron®	Tous	Electricité	-	8 116 €	-%	-%	-	-	Immédiat	-	Immédiat

POUR ALLER PLUS LOIN

REPLACEMENT DES GROUPES DE POMPES ET SERVOMOTEURS VÉTUSTES

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

Cette action n'est pas intégrée aux scénarios en raison de son trop grand retour sur investissement. En effet les gains associés sont très faibles en comparaison du budget pour sa mise en place.

Nous avons noté que l'état des équipements, 34 groupes de pompe et 29 servomoteur et V3V, étaient dans un état vétuste. Même si les gains associés à leur remplacement sont faibles, il est important que les organes de distribution soient en bon état pour assurer que le réseau fonctionne correctement.

Tableau des gains

Coût annuel					Budget	Temps de Retour sur Investissement
Energie (kWh)	Euros (€)	% conso fluide	% conso totale	Impact environnemental tCO2		
953 kW	190,55 €	0 %	0 %	0,22 tCO2	114 000 €	598,27 ans



POUR ALLER PLUS LOIN

DIMINUTION DE LA PUISSANCE SOUSCRITE

QUESTIONS SOULEVÉES

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

Cette préconisation ne permet pas de réduire la consommation énergétique mais le coût de l'énergie qui sera facturée

Principe de la solution proposée

L'analyse des factures montre que la puissance maximale appelée par le site n'excède pas 393 kVA alors que la puissance souscrite s'élève à 770 kVA.

Nous préconisons donc une diminution de la puissance souscrite à 440 kVA ce qui laisse une petite marge de 10% par rapport aux puissances maximales observées.

La préconisation entraînerait une économie de 8 116,33 € par an ce qui correspond à une diminution de 2,01% de la facture électrique du site.

Après des échanges sur cette action, il a été indiqué que l'INRIA était dans l'impossibilité de la réaliser en raison du coût trop important qu'imposerait le remplacement des tores de mesures au niveau du poste de livraison. De plus, ces travaux nécessiterait un arrêt complet du centre de 24h minimum.

Une solution annexe peut être la diminution de la puissance souscrite au minimum possible sans remplacement de tores.



POUR ALLER PLUS LOIN

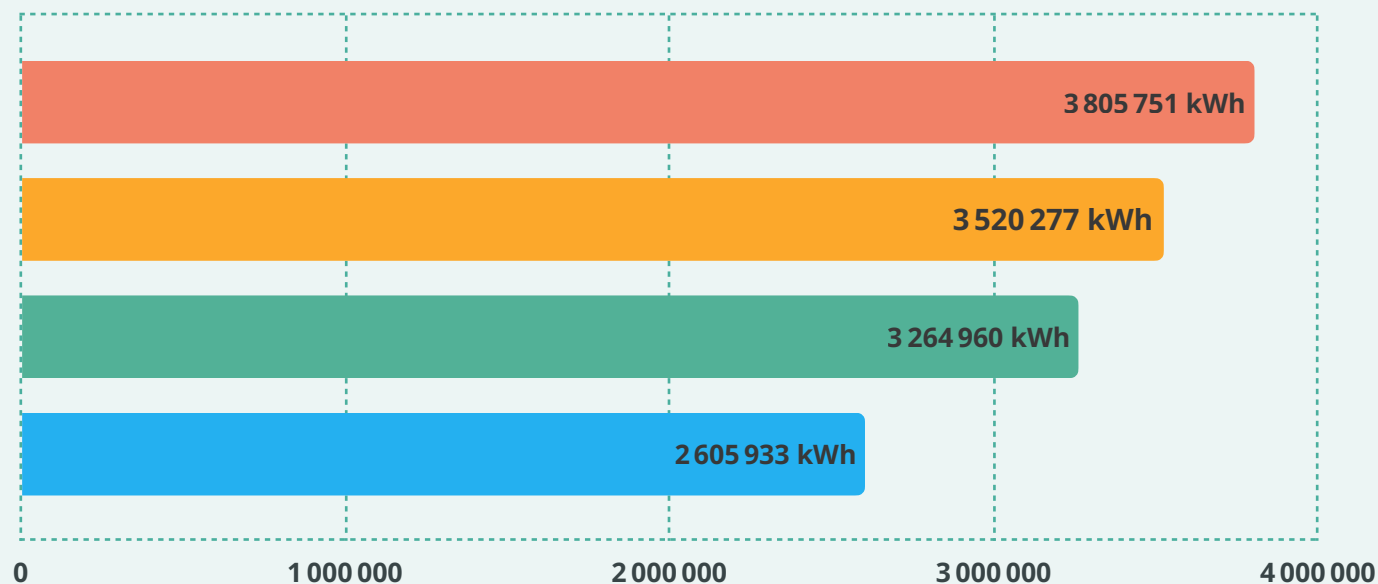
1 - Réorganisation du centre

Principe de la solution proposée

La visite du site de Rocquencourt nous a permis de mettre en lumière le fait que l'utilisation du site n'est pas optimale. En effet, ces dernières années, le site est de moins en moins occupé, certains bâtiments sont donc fermés. Cependant, de nombreux bâtiments restent ouverts et consomment de l'énergie, pour une occupation peu importante ou inexistante.

Il serait intéressant de rassembler les occupants dans certains bâtiments, afin de couper la consommation d'énergie des autres. Nous proposons que les bâtiments 1, 4, 6, 14 et 35, soient les seuls bâtiments accueillants du public. Les bâtiments 7 et 30 représentent un cas particulier, il s'agit des salles serveurs, la consommation d'énergie est donc expliquée. Le regroupement des serveurs dans un seul bâtiment pourrait aussi représenter une économie d'énergie.

SCÉNARIO TOTAL



PLANS D' ACTIONS PAR RAPPORT A L' ANNÉE D' ÉTUDE 2020

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 **7,5 %**, permettant d'économiser **45 508 € par an**, avec un investissement de **7 000 €** pour un TRI de **3 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 **14,2 %**, permettant d'économiser **98 550 €** pour **294 527 €** d'investissement, soit un TRI total de **3 ans**, la valorisation CEE étant de **2 464 €**.

Au **troisième scénario**, s'ajoute les préconisations **avec un investissement supérieur à 70 000 €**. Le pourcentage d'économies pour ce scénario est de **31,6 %**, permettant d'économiser **415 521 €** pour **3 184 007€** d'investissement, soit un TRI total de **7 ans et 7 mois**.

07. Annexe.

MÉTHODOLOGIE D'EXTRAPOLATION DES CONSOMMATIONS

The INRIA logo is displayed in a stylized, red, cursive font within a white rectangular box that has a thin green border. This box is positioned on a teal background that also contains the header text.

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 en mai. La visite du site, les informations fournies par le site Rocquencourt, les mesures effectuées, les relèves de compteurs et le total de la consommation électrique de l'année 2020 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 de confinement où l'activité diminue :
 - Prises de courant
 - Eclairage
 - Data Center
 - Ascenseur
4. Nous prenons l'hypothèse que certains usages varient en fonction de la rigueur climatique et des horaires d'éclairage :
 - Production chaud
 - Production réversible
 - Production de froid
 - Ventilation



08. Annexe

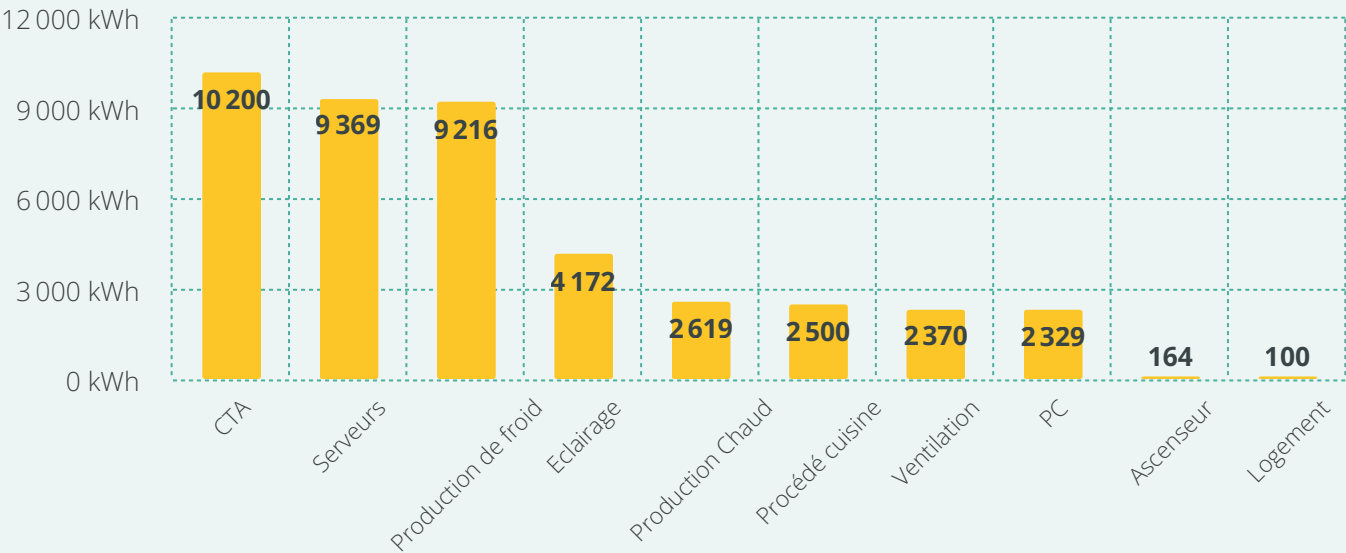
DONNÉES OBTENUES PAR MESURE



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



VOLUME DE CONSOMMATION PAR USAGE SUR LA PÉRIODE DE MESURE



RÉCAPITULATIF DES ACTIONS À MENER

Usage	Consommation sur l'année	Pourcentage du total	Optimisation	Investissement
CTA	527 777,14 kWh	23,8 %		
Production de froid	496 624,21 kWh	22,4 %		
Serveurs	488 503,94 kWh	22,1 %		
Eclairage	217 522,14 kWh	9,8 %	Oui	Oui
Procédé cuisine	130 357,14 kWh	5,9 %		
Ventilation	121 638,85 kWh	5,5 %	Oui	Non
PC	111 106,47 kWh	5,0 %	Oui	Non
Production Chaud	108 386,54 kWh	4,9 %		
Ascenseur	8 544,87 kWh	0,4 %		
Logement	5 214,29 kWh	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.

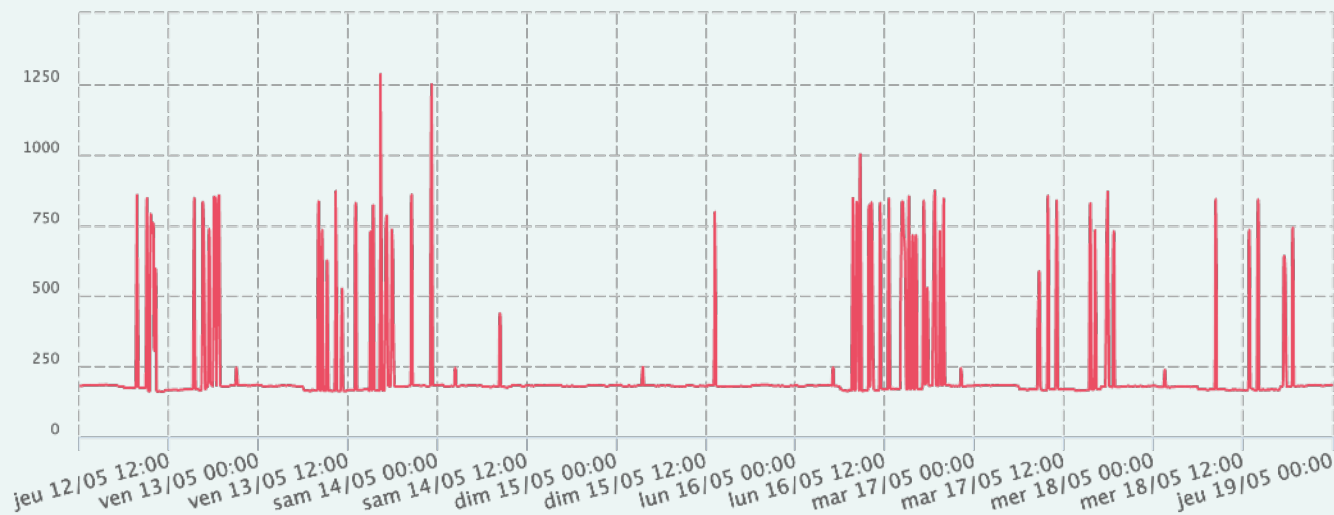
PAC : Pompe À Chaleur; Système de production de chaleur utilisant un dispositif thermodynamique pour transférer la chaleur d'un milieu froid vers l'espace chauffé. Les pompes à chaleurs peuvent être hydrauliques, aérauliques ou combinés air/eau.

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.

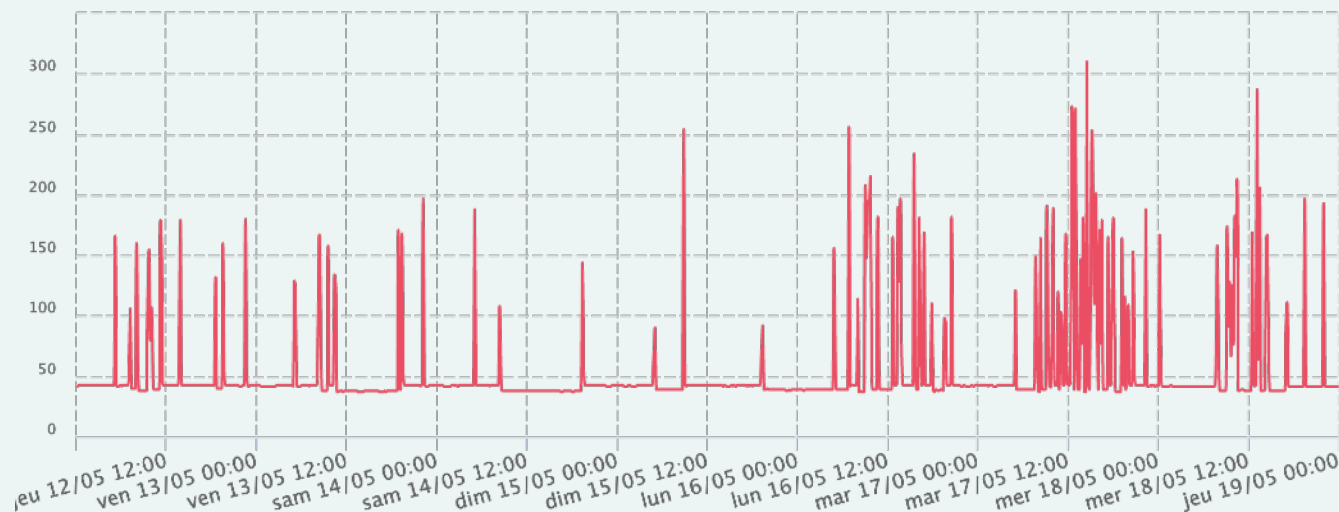
W : Watt; unité de puissance électrique.



Bat 1 Ascenseur 1 : 36 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

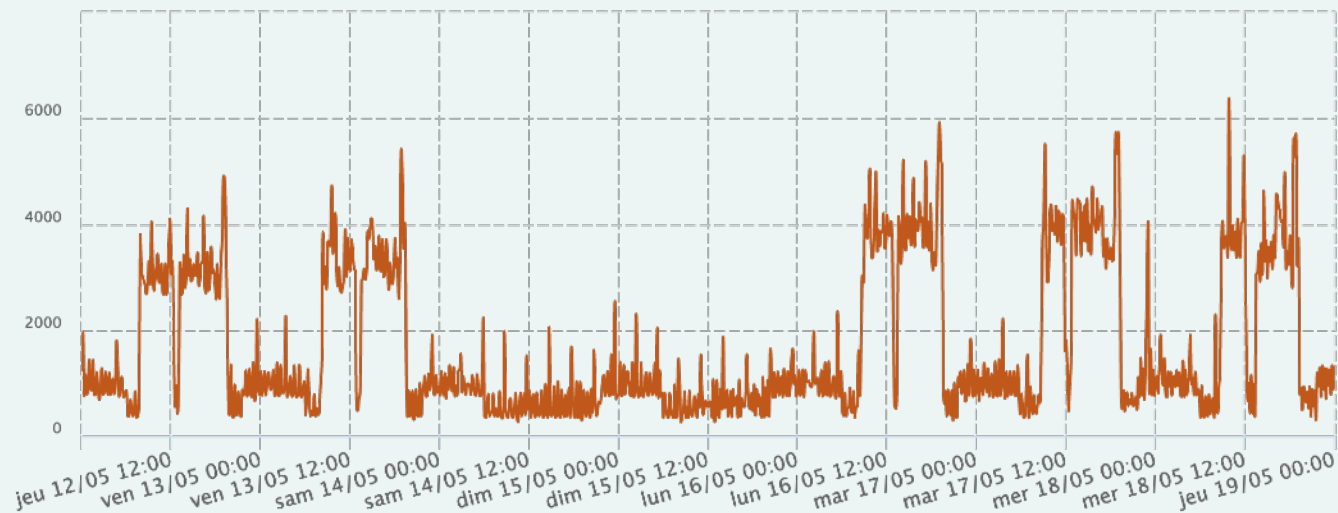
- Appel de puissance maximal à 1 280 W
- Talon de consommation autour de 180 W
- Départ non piloté



Bat 1 Ascenseur 2 : 9 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

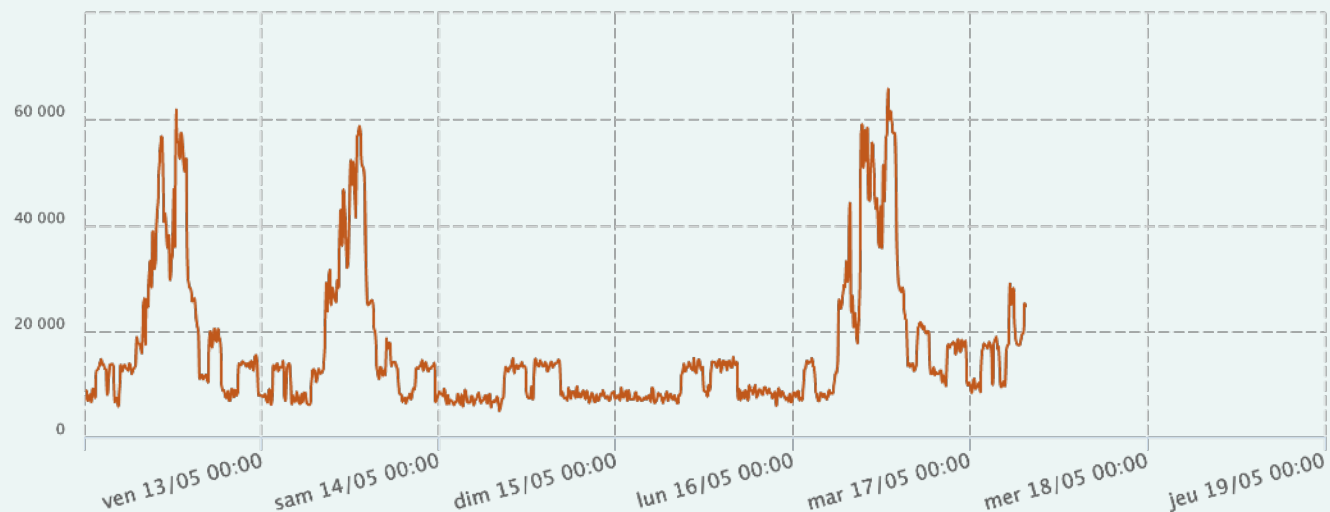
- Appel de puissance maximal à 310 W
- Talon de consommation autour de 42 W
- Départ non piloté



GNR EDF BAT 5 : 285 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

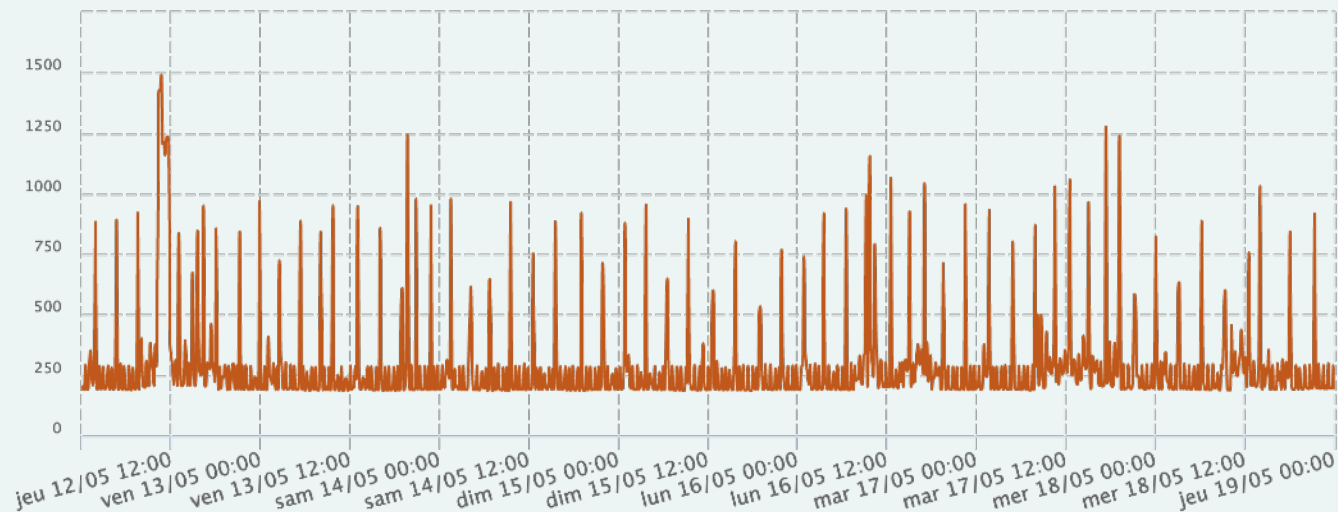
- Appel de puissance maximal à 6 380 W
- Talon de consommation entre 500 et 1 000 W
- Départ assez bien piloté



GNR Bat 6 : 2 056 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

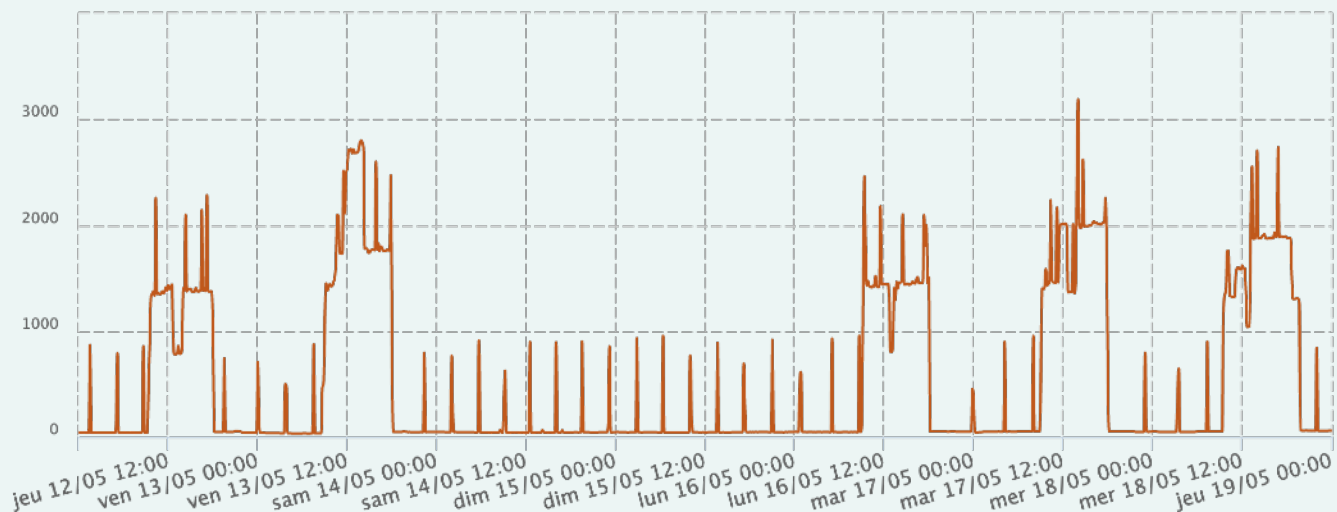
- Appel de puissance maximal à 65 700 W
- Talon de consommation autour de 7 000 W
- Départ non piloté



GNR Bat 10 : 49 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

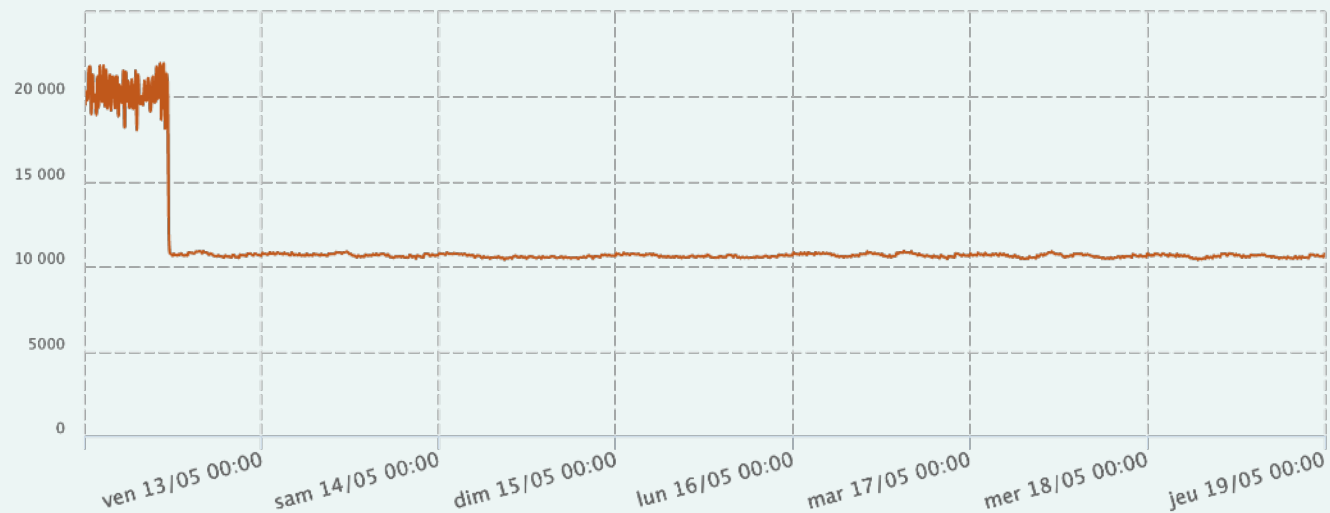
- Appel de puissance maximal à 1 490 W
- Talon de consommation autour de 300 W
- Départ non piloté



Bat 7 Armoire 2 zone sud est : 88 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

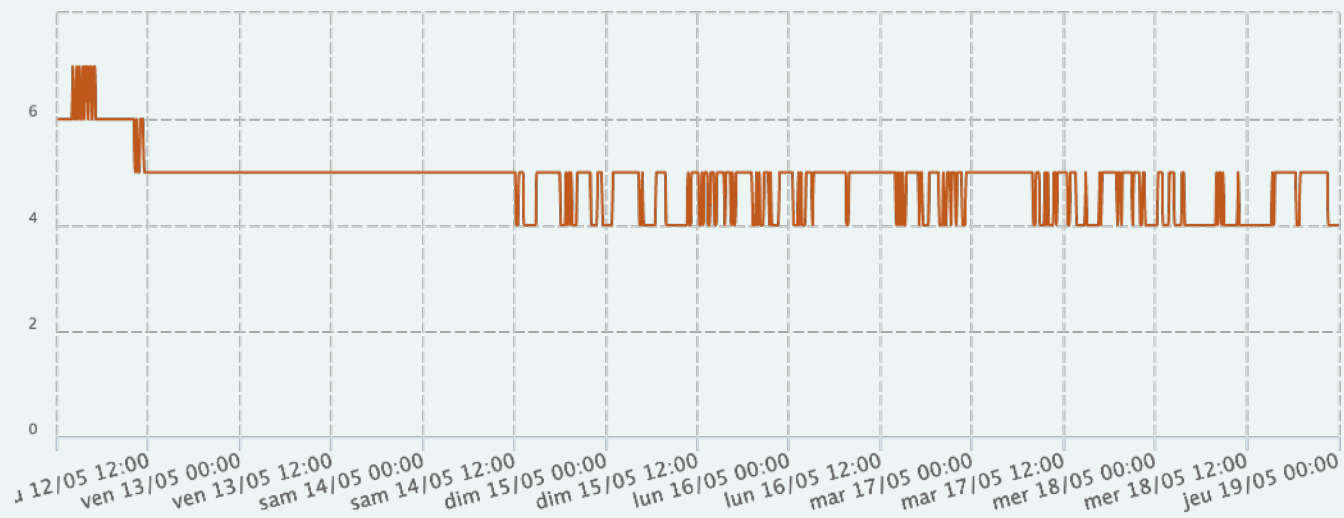
- Appel de puissance maximal à 3 200 W
- Talon de consommation autour de 50 W
- Départ non piloté



GNR Salle serveur 2 bat 7 : 1 897 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

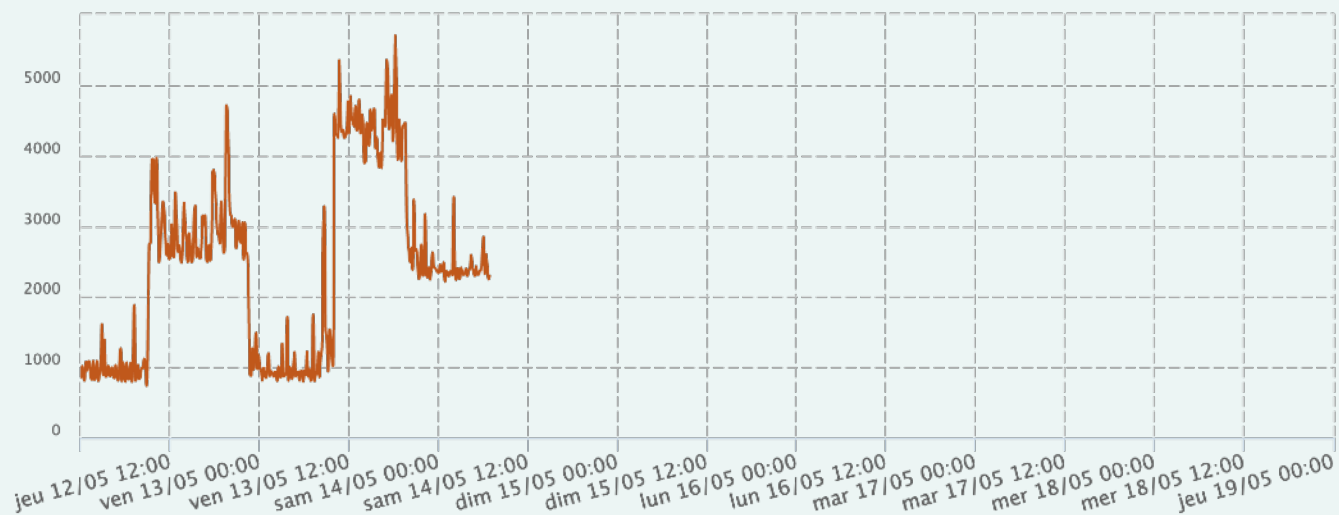
- Appel de puissance maximal à 22 000 W
- Talon de consommation autour de 11 000 W
- Départ non piloté



TD Bureaux Zone sud : 0,8 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

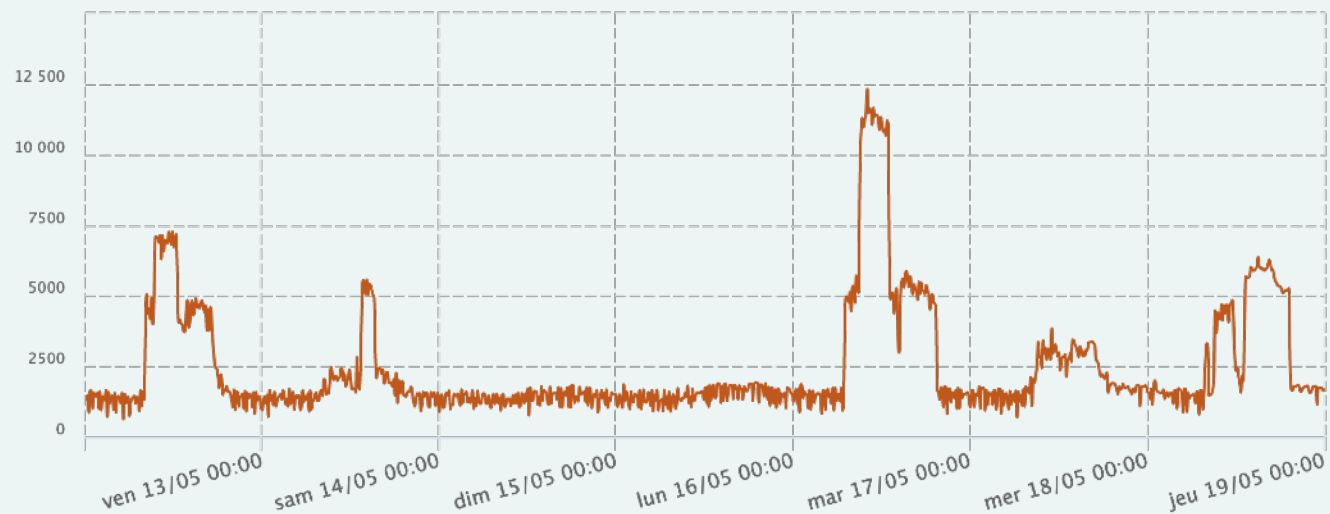
- Appel de puissance maximal à 7 W
- Talon de consommation autour de 5 W
- Départ non piloté



GNR TD 1 : 132 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

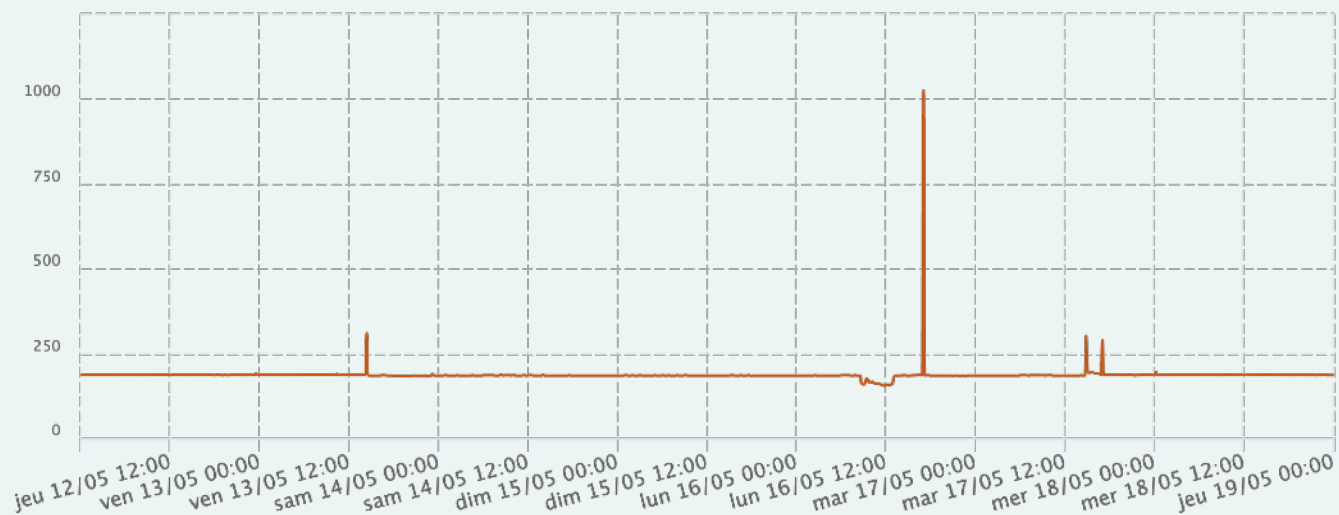
- Appel de puissance maximal à 5 700 W
- Pas de talon de consommation
- Départ non piloté



Bat 1 armoire pépinière 2 : 411 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

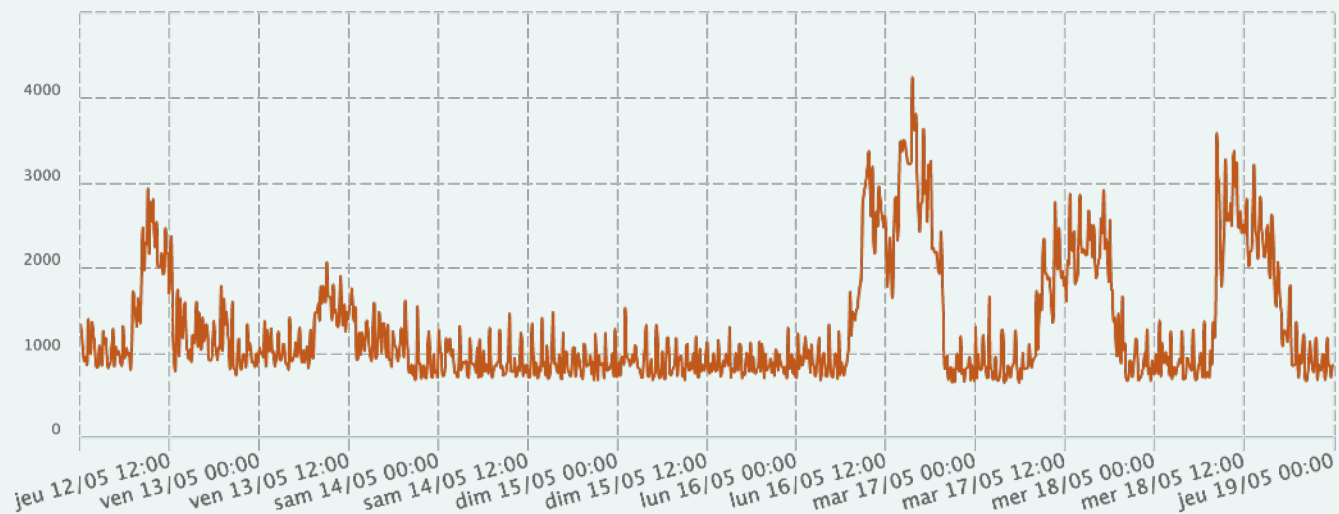
- Appel de puissance maximal à 12 300 W
- Talon de consommation autour de 1 500 W
- Départ non piloté



Armoire petit amphi : 31 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

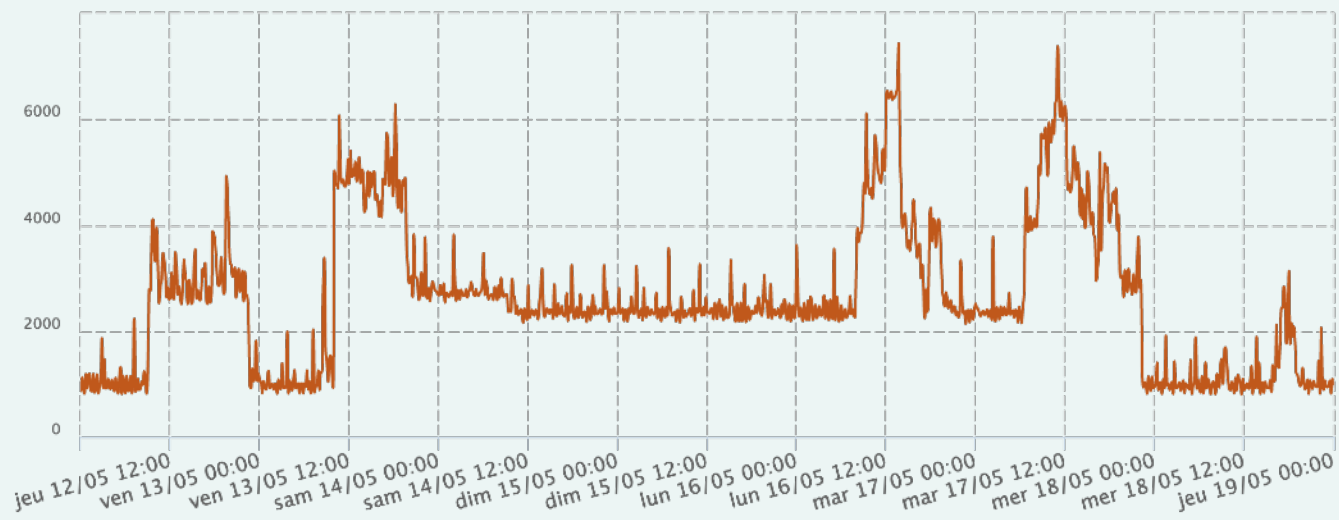
- Appel de puissance maximal à 1 025 W
- Talon de consommation autour de 185 W
- Départ non piloté



Armoire pépinière 3 : 213 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

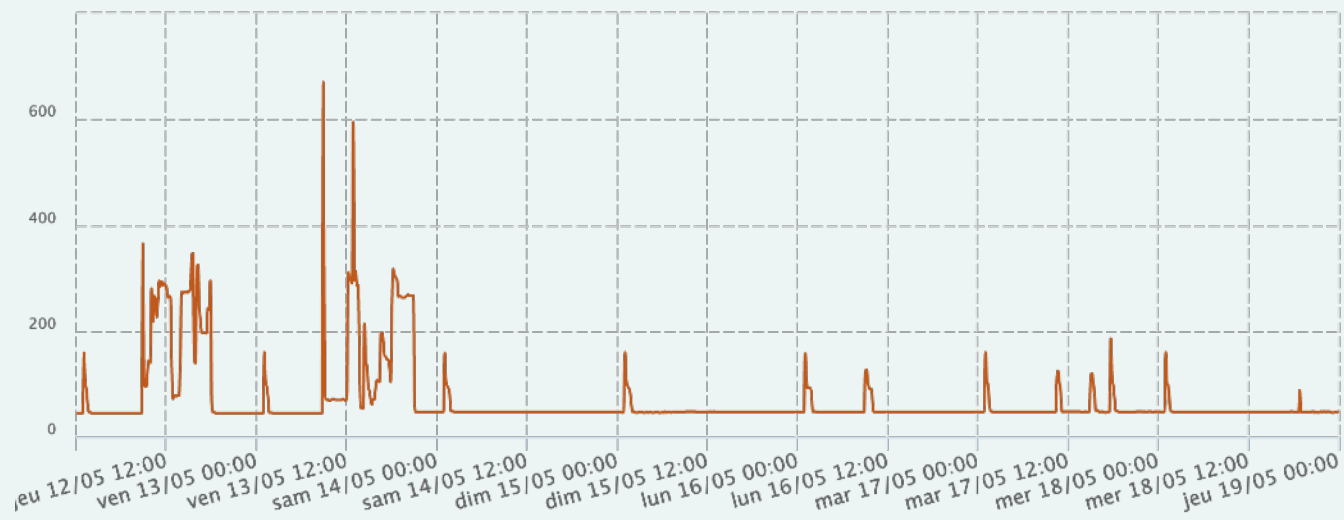
- Appel de puissance maximal à 4 245 W
- Talon de consommation autour de 900 W
- Départ non piloté



QF7 armoire divisionnaire : 441 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

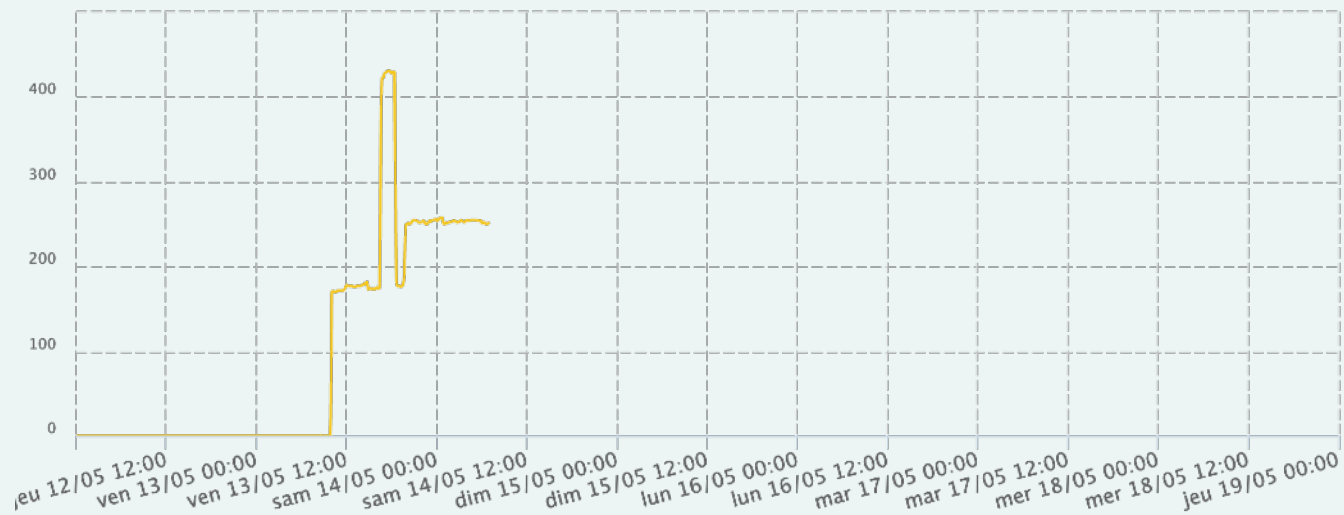
- Appel de puissance maximal à 7 430 W
- Talon de consommation entre 1 000 et 2 500 W
- Départ non piloté



GNR TD5 bat 1A : 12 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

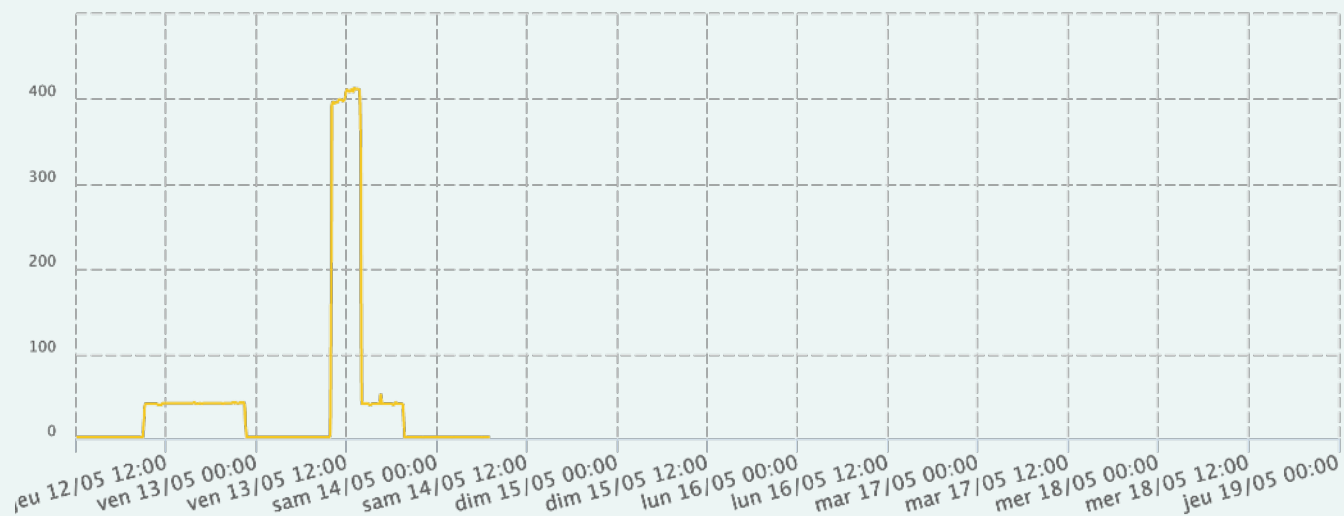
- Appel de puissance maximal à 670 W
- Talon de consommation autour de 50 W
- Départ non piloté



ECL circulation foyer : 5,06 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

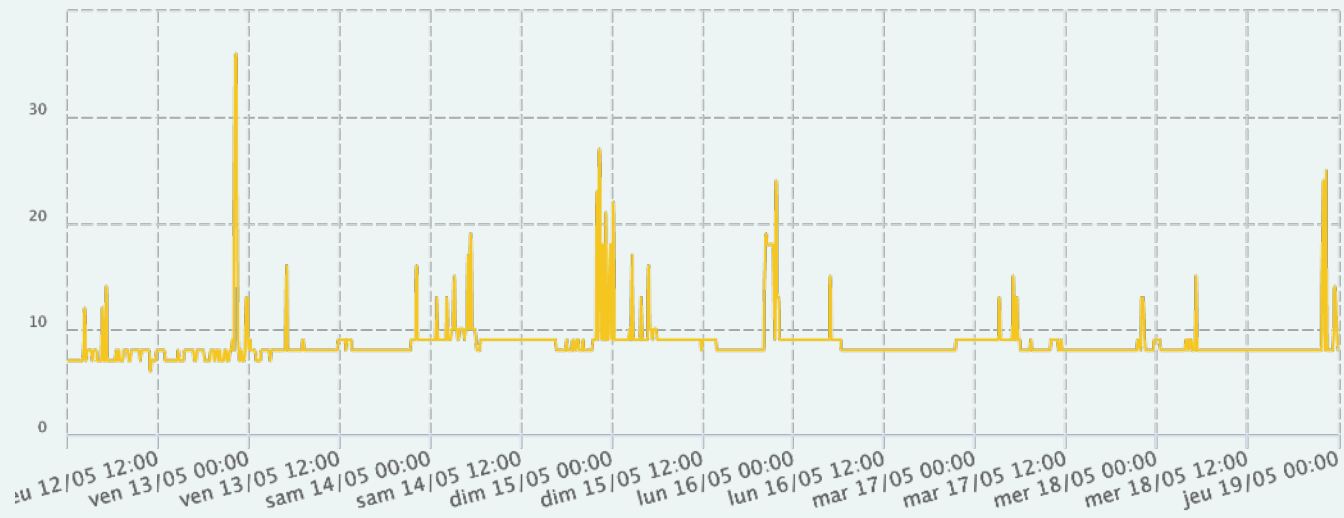
- Appel de puissance maximal à 430 W
- Talon de consommation autour de 0 W
- Départ non piloté



ECL salle des commissions 1 : 2,5 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

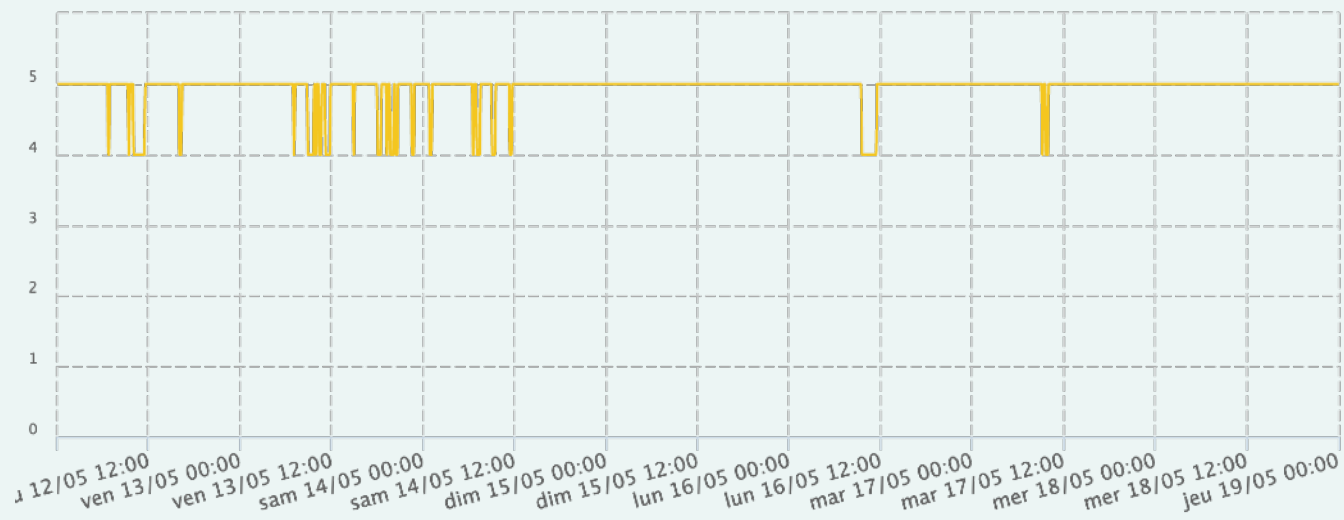
- Appel de puissance maximal à 420 W
- Talon de consommation autour de 2 W
- Départ non piloté



ECL extérieur : 1,5 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

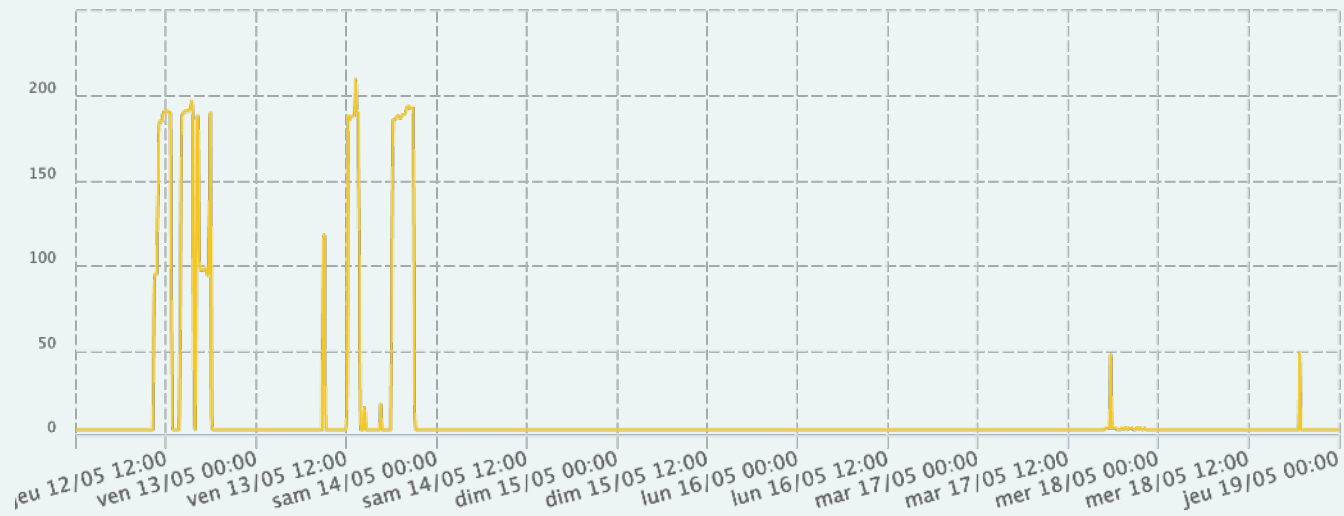
- Appel de puissance maximal à 36 W
- Talon de consommation autour de 9 W
- Départ non piloté



ECL Circulation : 0,83 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

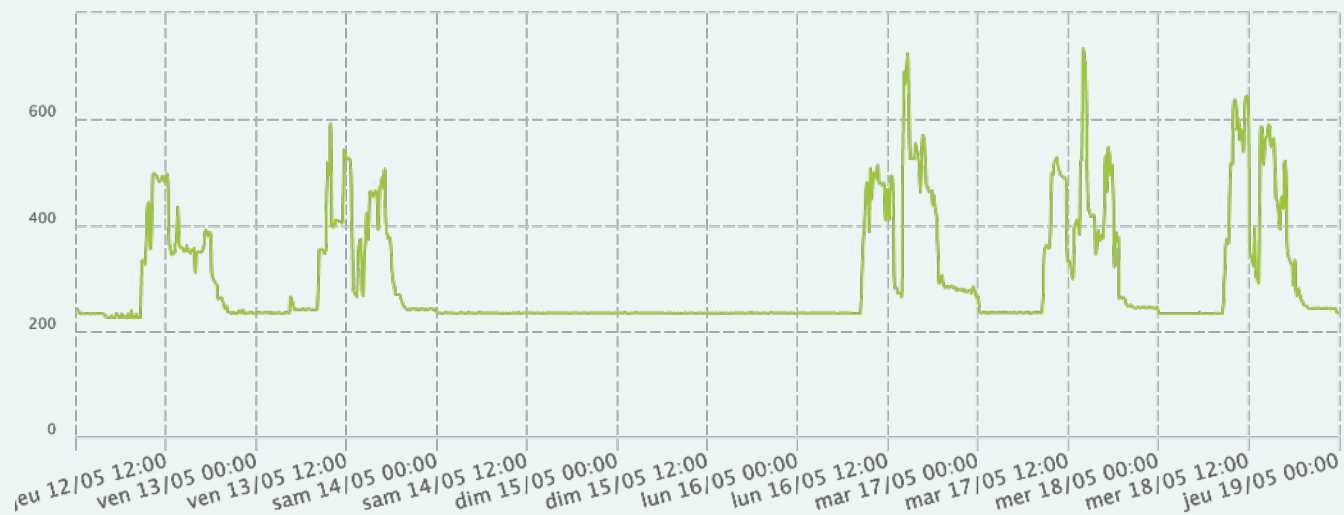
- Appel de puissance maximal à 5 W
- Pas de talon de consommation
- Départ non piloté



ECL Bureaux : 2,4 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

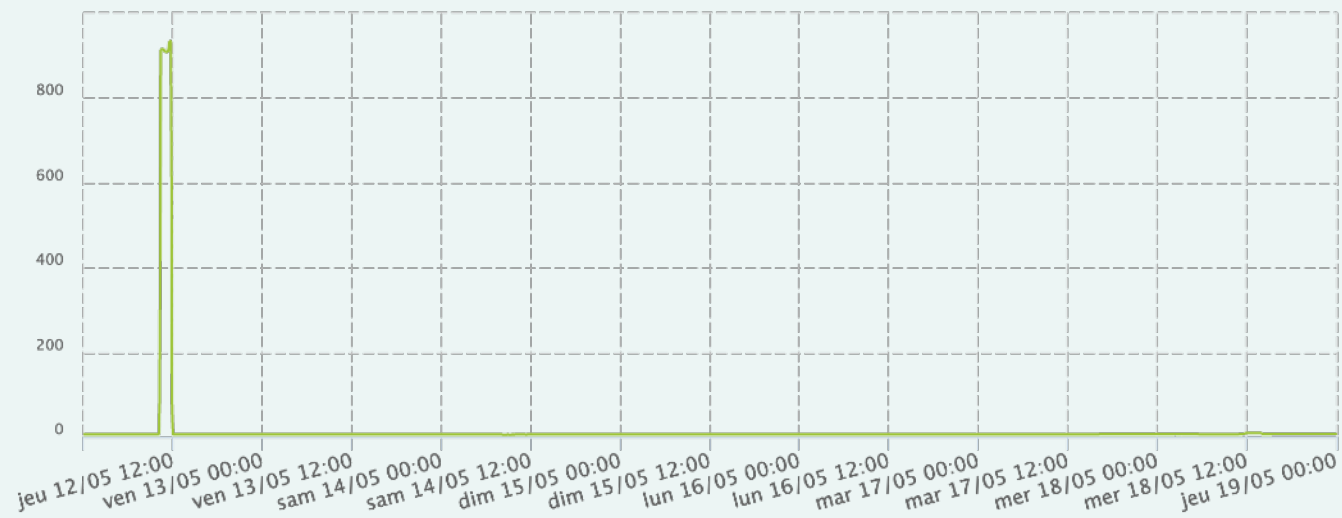
- Appel de puissance maximal à 210 W
- Talon de consommation autour de 3 W
- Départ non piloté



Bat 5 général stabilisé : 50 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

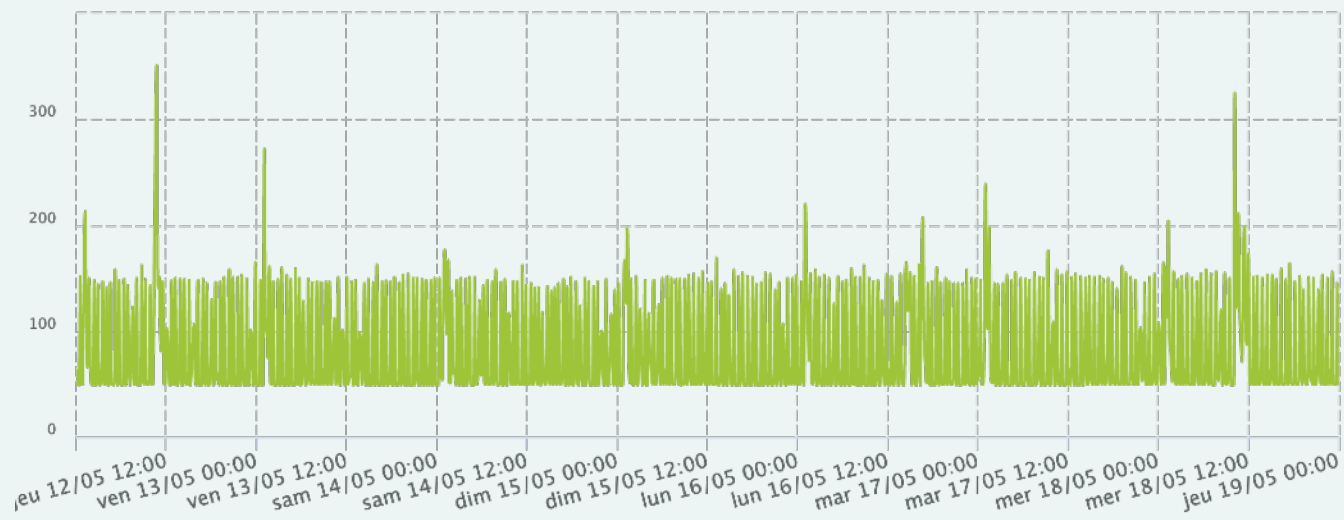
- Appel de puissance maximal à 733 W
- Talon de consommation autour de 235 W
- Départ assez bien piloté



PC terminaux gauche : 2,5 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

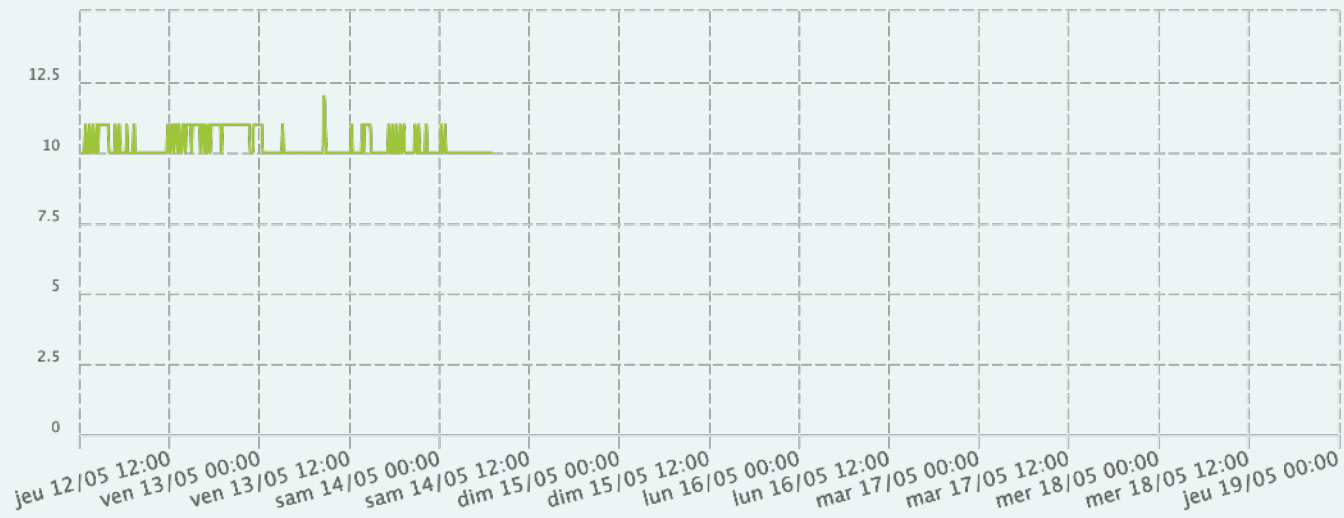
- Appel de puissance maximal à 930 W
- Talon de consommation autour de 6 W
- Départ non piloté



PC normal droite : 14 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

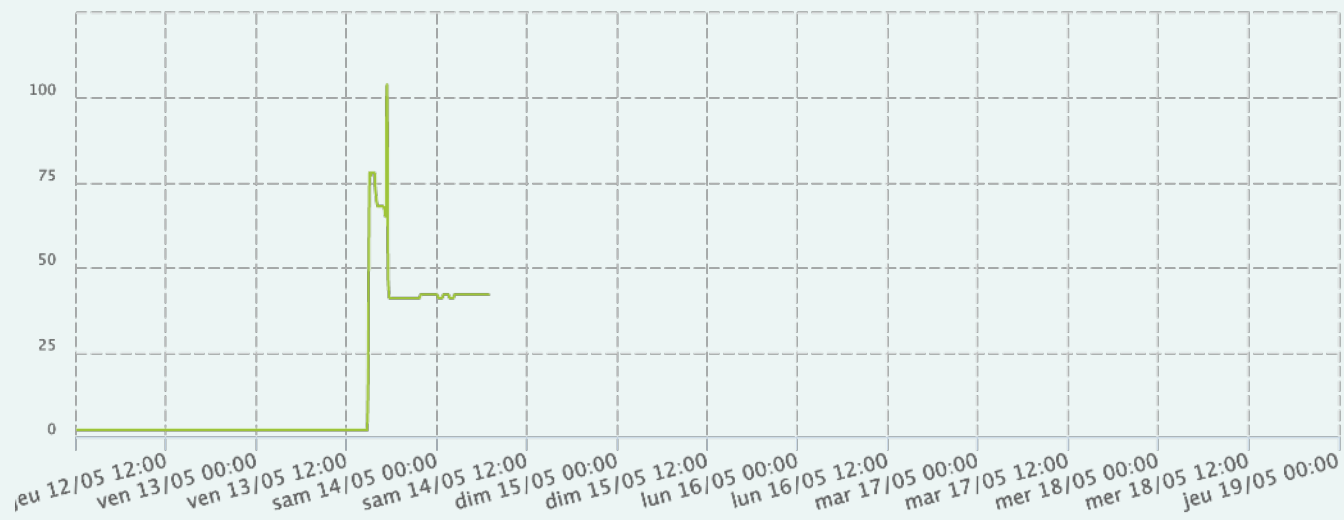
- Appel de puissance maximal à 350 W
- Talon de consommation entre 50 et 150 W
- Départ non piloté



PC bureaux sanitaire : 0,6 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

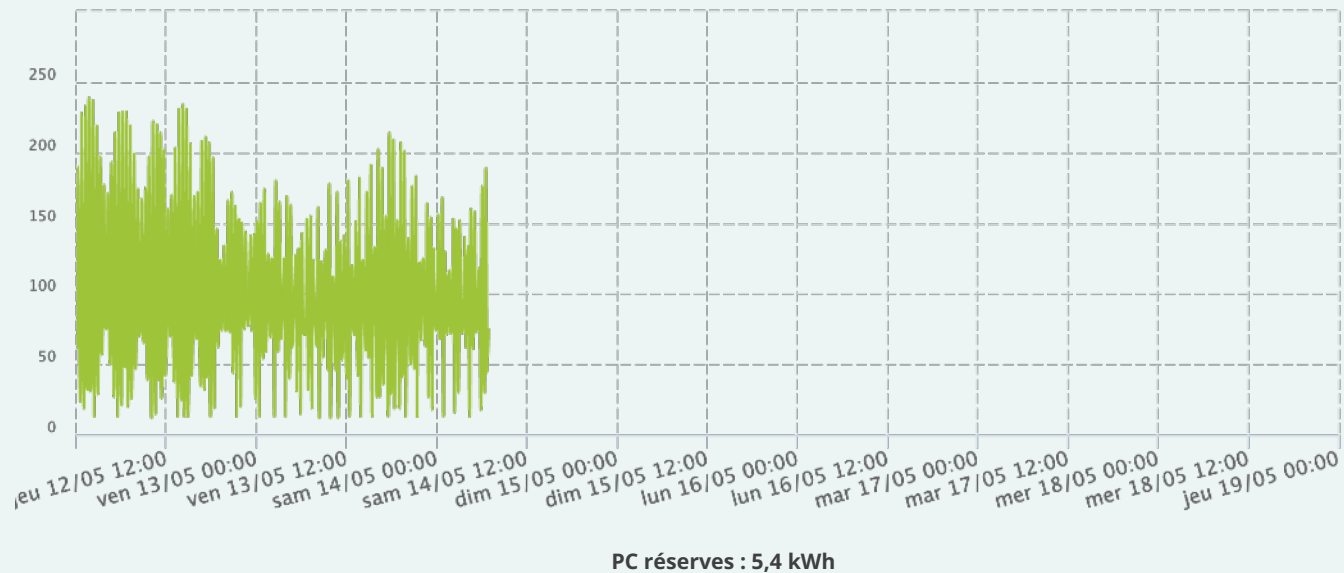
- Appel de puissance maximal à 12 W
- Pas de talon de consommation
- Départ non piloté



PC Foyer salle des commissions : 0,8 kWh

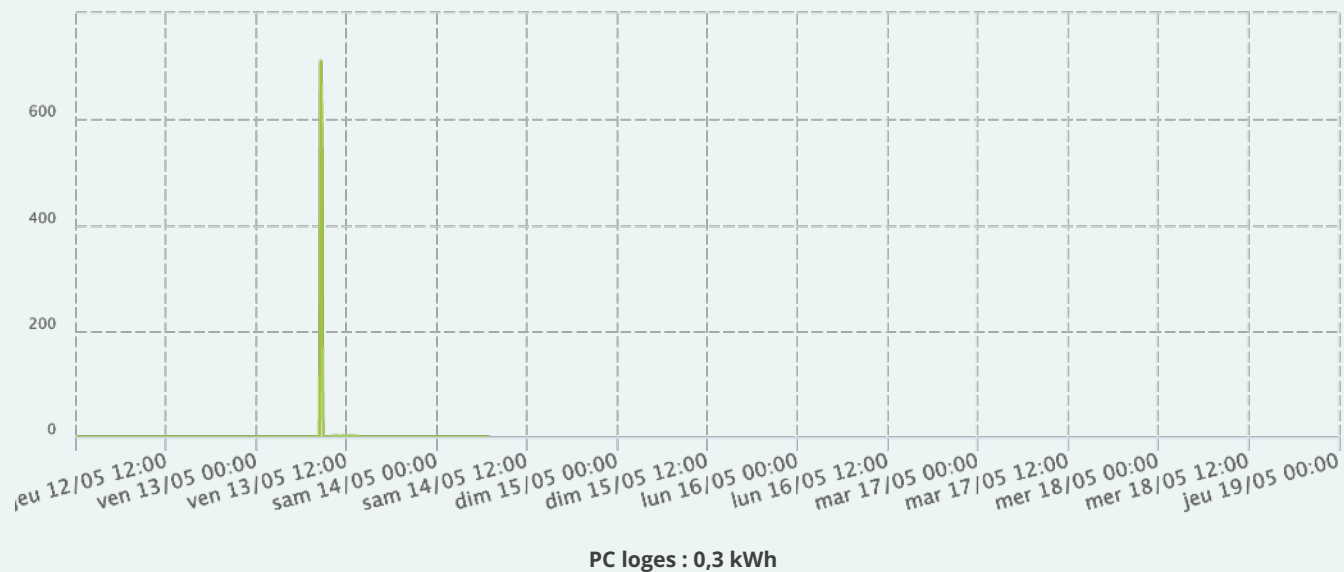
Avis de l'ingénieur et/ou du client :

- Appel de puissance maximal à 104 W
- Pas de talon de consommation
- Départ non piloté



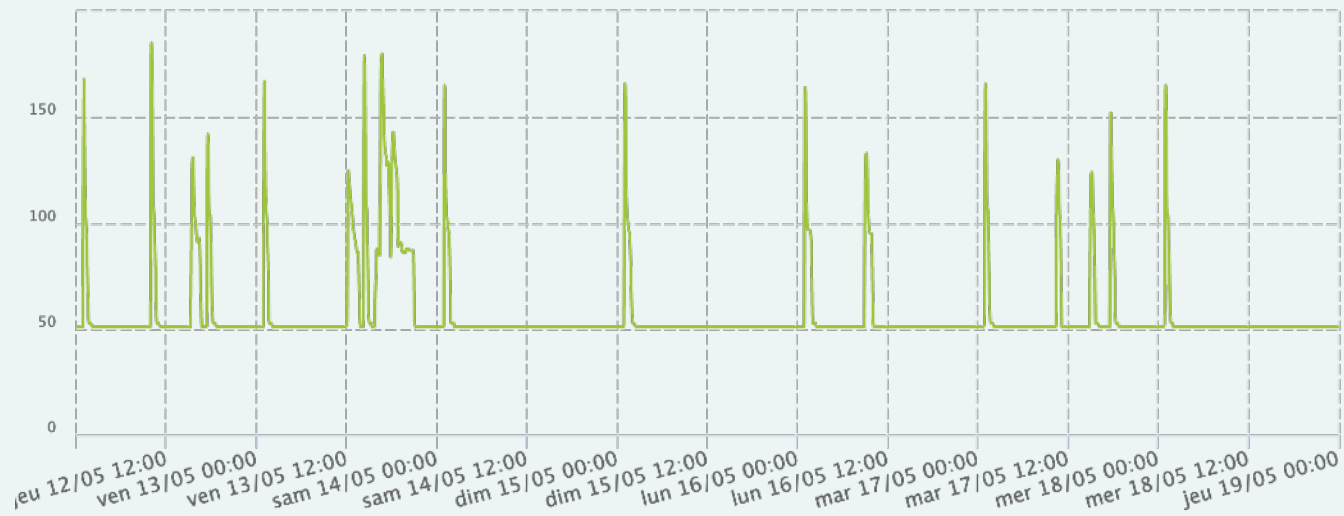
Avis de l'ingénieur et/ou du client :

- Appel de puissance maximal à 239 W
- Pas de talon de consommation
- Départ non piloté



Avis de l'ingénieur et/ou du client :

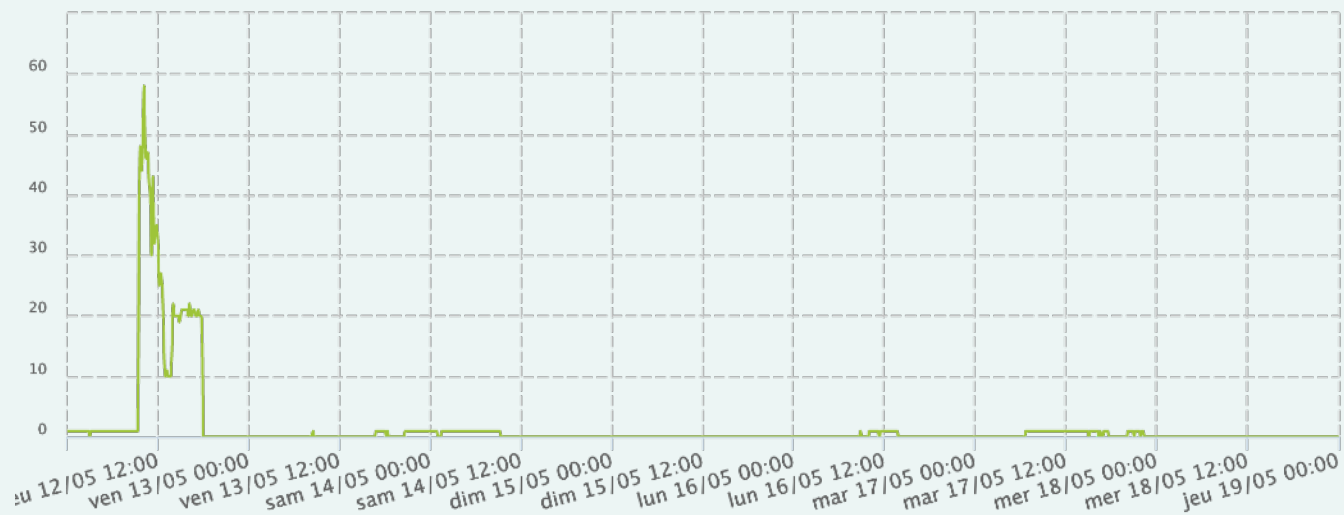
- Appel de puissance maximal à 710 W
- Talon de consommation autour de 0 W
- Départ non piloté



PC 1 : 10 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

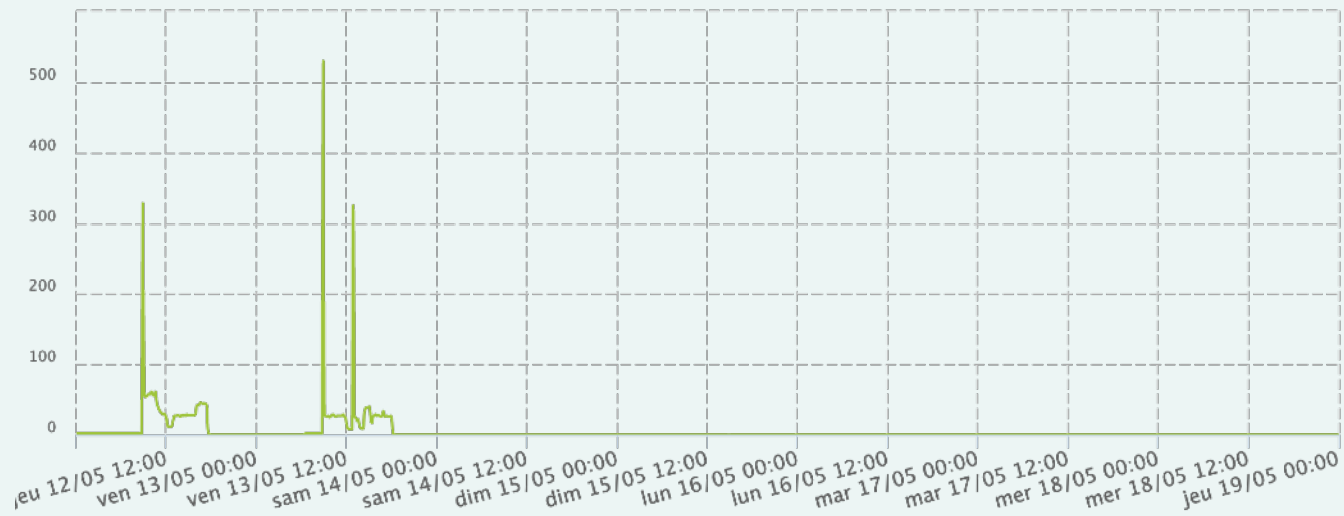
- Appel de puissance maximal à 185 W
- Talon de consommation autour de 51 W
- Départ non piloté



PC 2 : 0,3 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

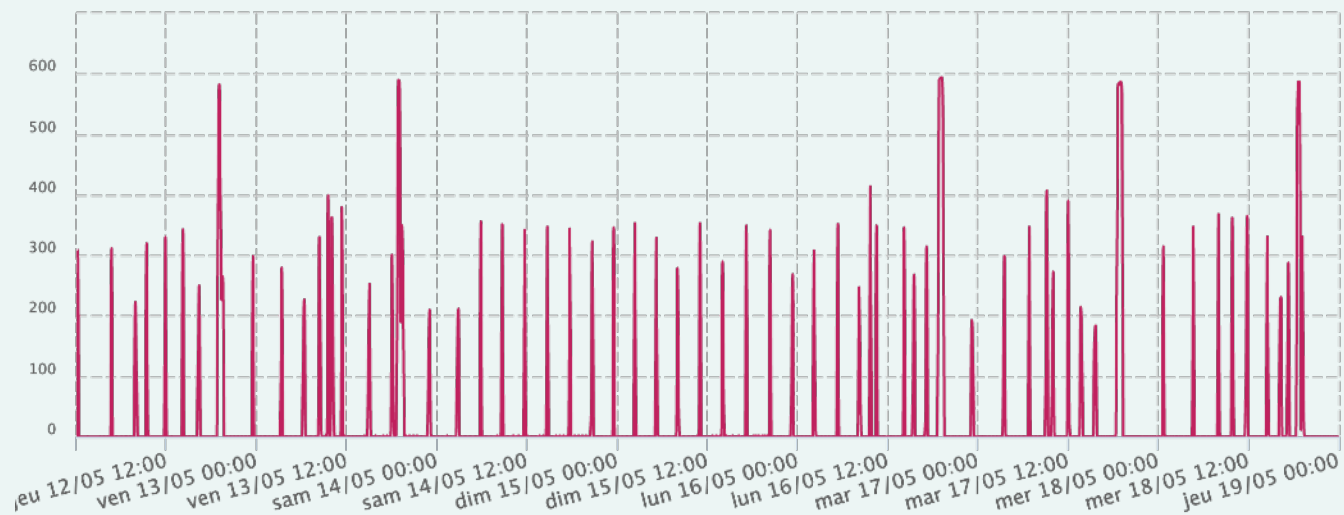
- Appel de puissance maximal à 58 W
- Talon de consommation autour de 1 W
- Départ non piloté



PC 3 : 0,9 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

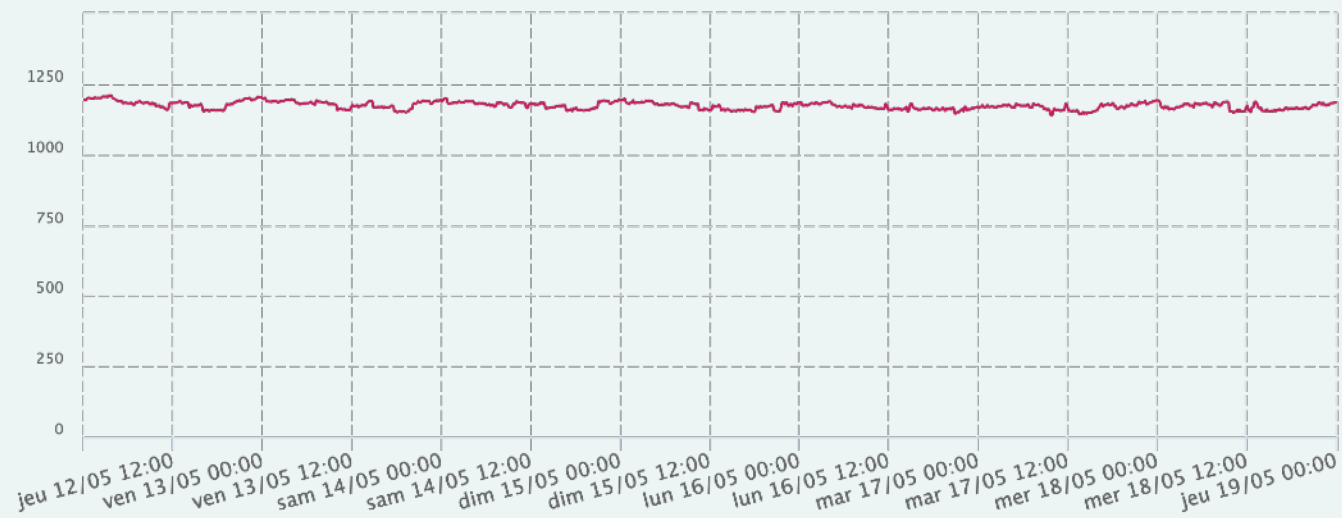
- Appel de puissance maximal à 530 W
- Talon de consommation autour de 1 W
- Départ non piloté



Ballon Bat 5 : 5 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

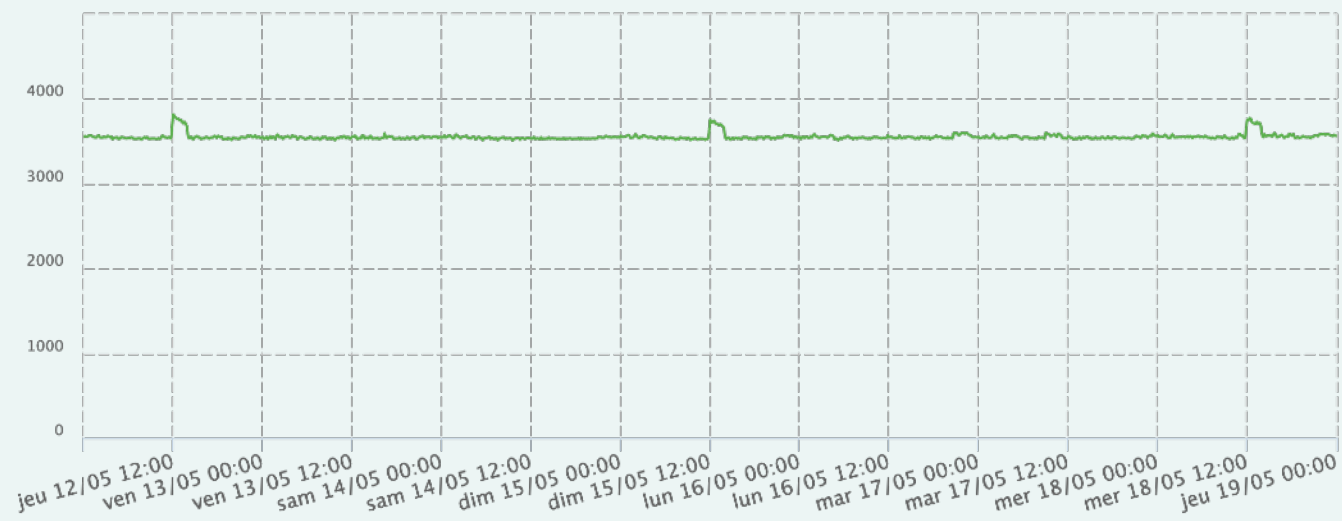
- Appel de puissance maximal à 595 W
- Talon de consommation autour de 0 W
- Départ non piloté



QF6 alim sous station chauffage : 197 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

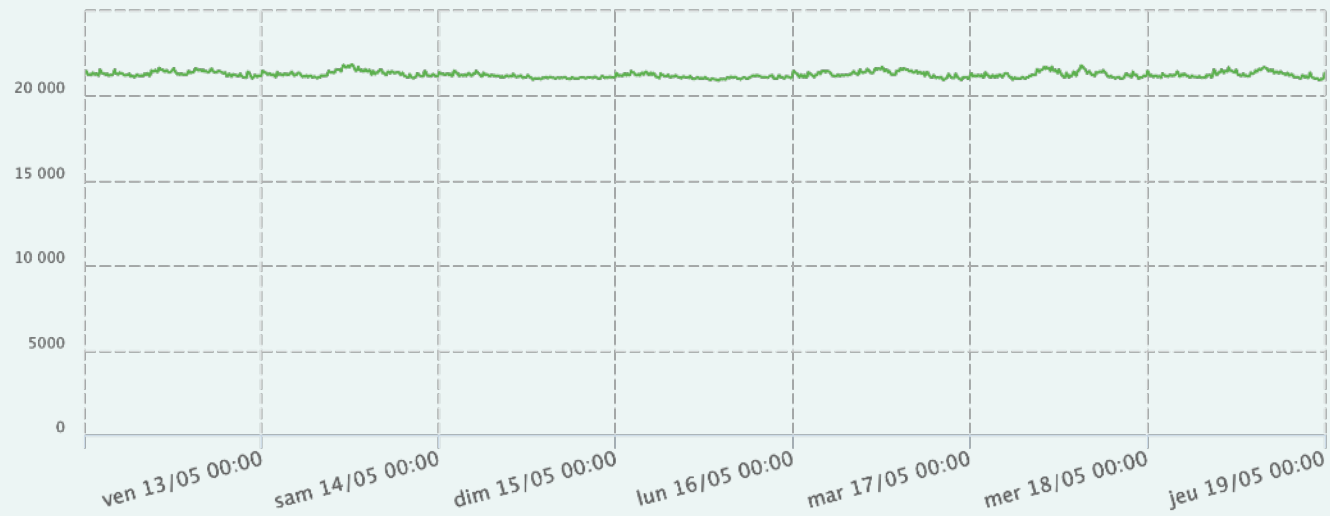
- Appel de puissance maximal à 1 200 W
- Talon de consommation autour de 1 200 W
- Départ non piloté



Serveurs Bat 30 Baie 1 : 597 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

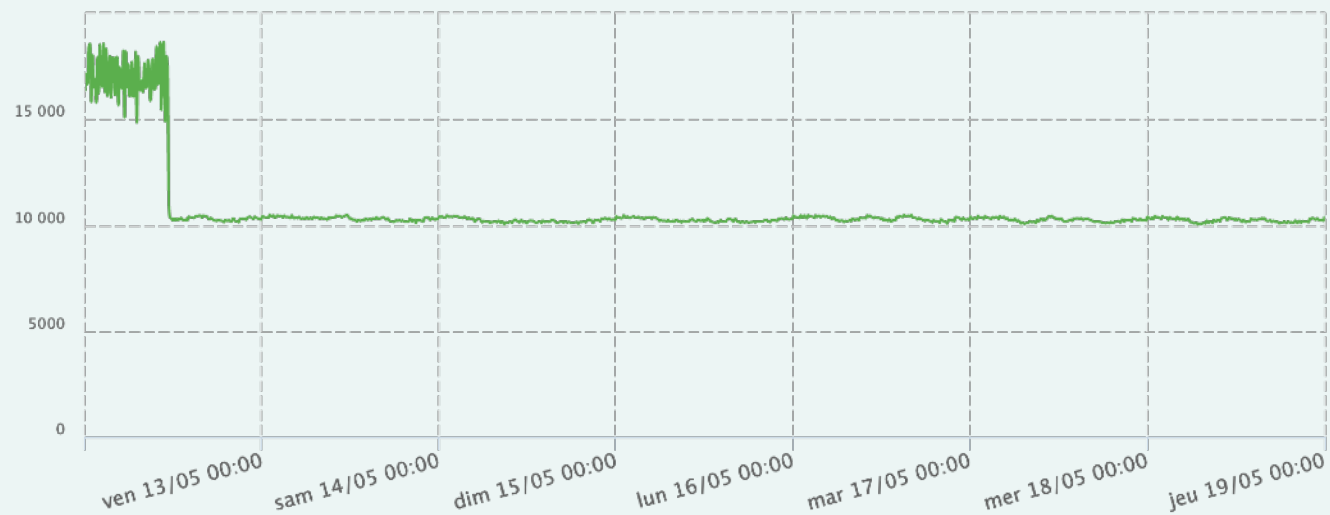
- Appel de puissance maximal à 3 750 W
- Talon de consommation autour de 3 500 W
- Départ non piloté



Serveurs Bat 30 Baie 2 : 3 572 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

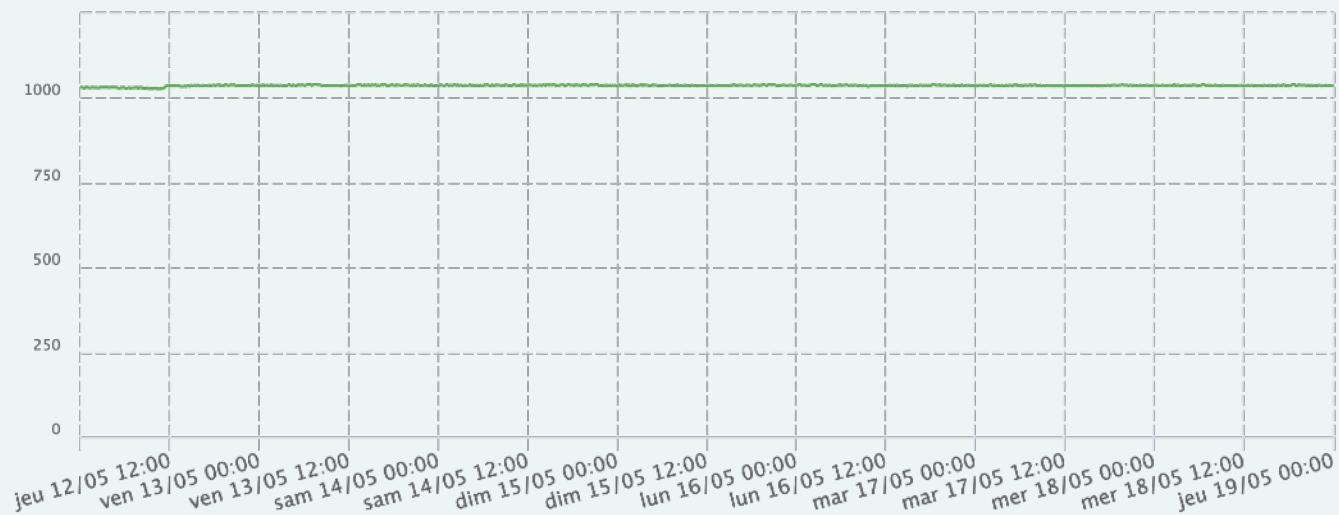
- Appel de puissance maximal à 22 000 W
- Talon de consommation autour de 21 500 W
- Départ non piloté



TD 1 Serveurs 2 : 1 801 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

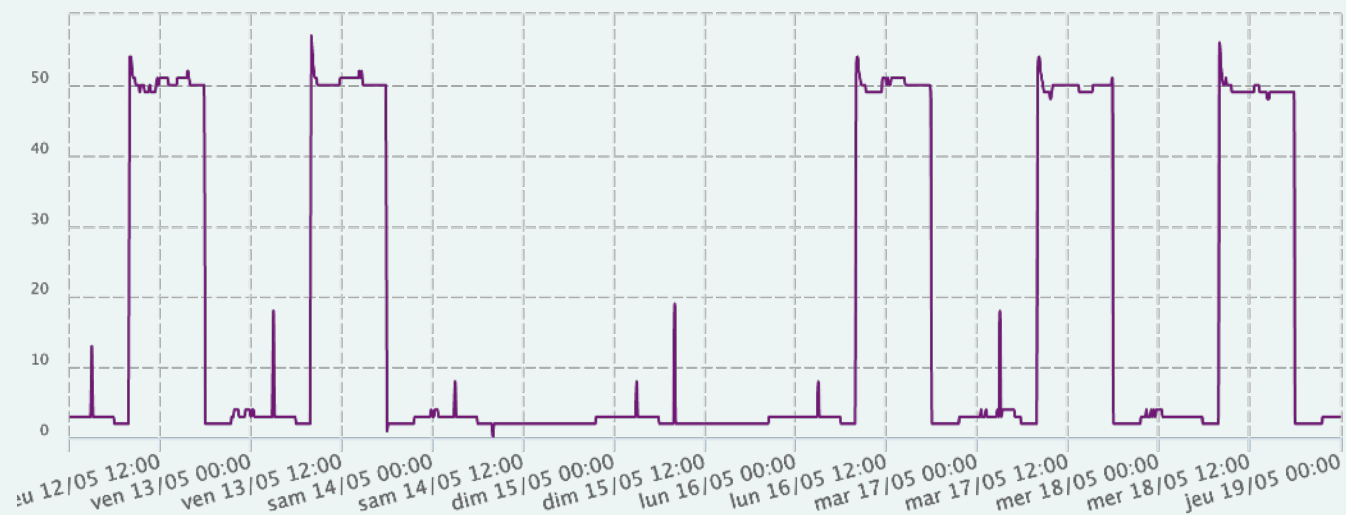
- Appel de puissance maximal à 18 600 W
- Talon de consommation autour de 10 300 W
- Départ non piloté



TD 2 Serveurs 2 : 174 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

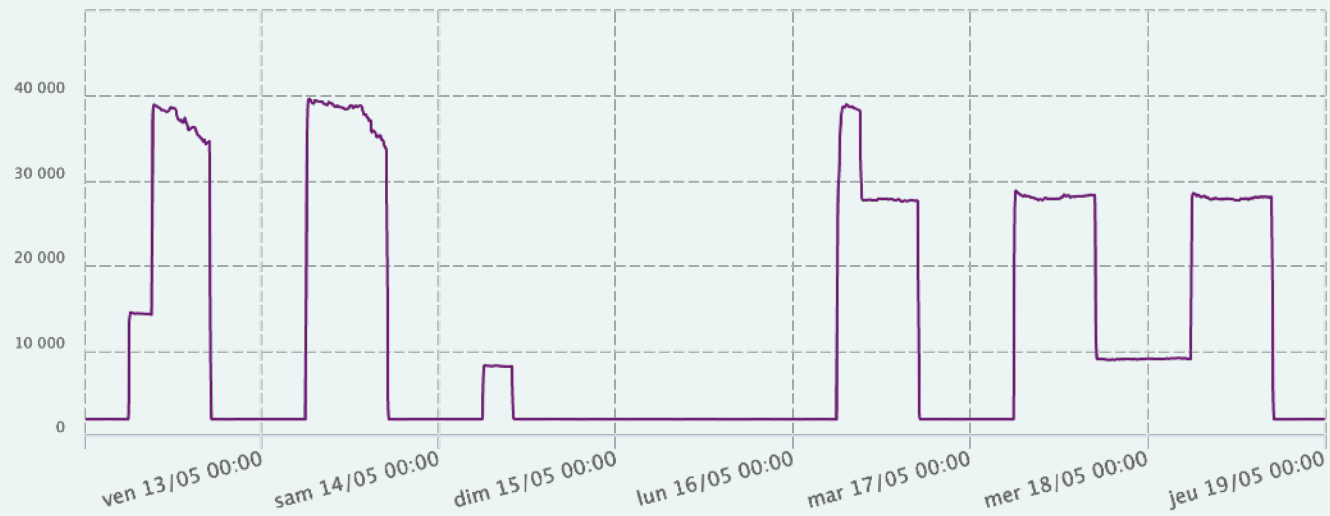
- Appel de puissance maximal à 1 030 W
- Talon de consommation autour de 1 000 W
- Départ non piloté



VMC Bat 5 : 2,8 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

- Appel de puissance maximal à 57 W
- Talon de consommation autour de 3 W
- Départ assez bien piloté



Armoire ventilation : 2 036 kWh

Avis de l'ingénieur et/ou du client :

- Appel de puissance maximal à 39 600 W
- Talon de consommation autour de 1 850 W
- Départ assez bien piloté



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