



Nouveau Palais de Justice de Lyon

Diagnostic et schéma directeur énergie
Schéma directeur énergie

Département immobilier de Lyon

DIRSG CE

Secrétariat général

Mois année : Août 2022

VOTRE INTERLOCUTEUR :

HERY Léo

Tél. : 0637649733

Courriel : l.hery@inddigo.com



www.inddigo.com



SOMMAIRE

Table des matières

SOMMAIRE	2
ABREVIATIONS.....	4
1 SYNTHÈSE DU RAPPORT.....	5
2 PRÉSENTATION DU SITE	7
2.1 DESCRIPTION DU SITE.....	7
2.2 SURFACE DE RÉFÉRENCE	8
2.3 CARACTÉRISTIQUES DU BATI.....	8
2.3.1 Déperdition du bâtiment.....	10
2.4 LES INSTALLATIONS CLIMATIQUES.....	11
2.4.1 Synoptique des installations de chauffage, ECS et rafraîchissement	11
2.4.2 Notation des systèmes climatiques.....	12
2.4.3 Ventilation	14
2.5 ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES	15
2.5.1 Éclairage	15
2.5.2 Appareils divers	16
3 CONSOMMATIONS ÉNERGETIQUES	17
3.1 SYNTHÈSE DES CONSOMMATIONS	17
3.2 CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES.....	19
3.2.1 Consommation mensuelle.....	19
3.2.2 Consommation horaire.....	19
3.3 RETOUR SUR LA CAMPAGNE DE MESURE.....	21
3.3.1 Bilan global	21
3.3.2 Analyse des CTA.....	22
3.3.3 Analyse de la consommation des pompes	27
3.3.4 Analyse des ascenseurs	28
3.3.5 Analyse des colonnes	30
3.3.6 Analyse des températures dans les bureaux.....	34
3.4 CONSOMMATIONS DE CHALEUR.....	37
3.4.1 Analyse horaire.....	38
3.5 FROID	40
3.5.1 Analyse horaire.....	41
3.6 BILAN ÉNERGETIQUE	45
4 APPLICATION DU DÉCRET TERTIAIRE	47
4.1 CONSOMMATION DE RÉFÉRENCE	47
4.2 OBJECTIF « RELATIF » DU DÉCRET TERTIAIRE S'APPLIQUANT AU BATIMENT	47
4.3 OBJECTIF « VALEUR ABSOLUE » DU DÉCRET TERTIAIRE S'APPLIQUANT AU BATIMENT.....	49

4.4	COMPARAISON DES OBJECTIFS A HORIZON 2030	50
5	PRECONISATIONS	51
5.1	PRECONISATIONS PROPOSEES.....	51
5.2	PRECONISATION DU BATIMENT	52
5.2.1	Enveloppe	52
5.2.2	Systèmes/Equipements CVC (CVC, éclairage, etc.)	53
5.2.3	Régulation (GTB, optimisation de la régulation, etc.)	54
5.2.4	Préconisations sur les Energies Renouvelables.....	55
6	SCENARIOS.....	56
6.1	CONTENU DES SCENARIOS.....	56
6.1.1	Scénario 1	56
6.1.2	Scénario 2	57
6.1.3	Scénario 3	58
6.2	SYNTHESE DES SCENARIOS	59

ABREVIATIONS

C2E ou CEE	Certificats d’Economies d’Energie
CMR	Cité Mixte Régionale
CSPE	Charge de Service Public de l’Electricité
CVC	Chauffage Climatisation Ventilation
DJU	Degré Jour Unifié
DV	Double Vitrage
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EF	Eau Froide
EnR	Energie(s) Renouvelable(s)
KWh EF	KWh d’énergie finale
kWh EP	kWh d’énergie primaire
P1	Options des contrats d’exploitation des équipements climatiques. P1 : fourniture du combustible
P2	Entretien courant (type de contrat le plus répandu)
P3	Gros entretien comprenant le remplacement des équipements
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
PCS	Pouvoir Calorifique Supérieur
RSI	Retour Sur Investissement
SV	Simple Vitrage
T5	Type de luminaire : tube fluorescent haut rendement associé à un ballast électronique
T8	Type de luminaire : tube fluorescent associé à un ballast ferromagnétique
VEV	Variation Electronique de Vitesse
V3V	Vanne 3 voies
VS	Vide Sanitaire

1 SYNTHÈSE DU RAPPORT

Ce rapport présente les résultats de l'audit énergétique détaillé réalisé sur le NPJL entre Mars 2021 et mars 2022. Une instrumentation électrique a été réalisée permettant de recueillir au pas de temps de l'heure les données de nombreux postes de consommations. 85% des consommations électriques ont ainsi été mesurées.

En parallèle, les installations techniques de CVC ont été visitées et les consommations de chauffage et de froid analysées, là aussi au pas de temps horaire grâce aux données fournies par l'exploitant du réseau de chauffage et de froid de la ville de Lyon.

Ces données ont permis de réaliser des préconisations précises d'économie d'énergie. Ces préconisations ont été articulées autour du décret tertiaire, dont la première échéance est en 2030 avec un objectif de réduction des consommations énergétiques de 40%, ce qui est très ambitieux.

Nous avons réalisé trois scénarios qui peuvent s'apparenter à 3 phases d'actions à mener :

- Scénario 1 :**
 Cette première étape consiste à mettre en œuvre très rapidement les préconisations demandant pas ou peu d'investissement, avec des temps de retour très rapide. Il conduit à environ 27% de gain sur les consommations totales réelles du bâtiment (et 23% vis à vis du décret tertiaire) et peut être mis en œuvre dès maintenant.
- Scénario 2 :**
 Cette phase permettra l'atteinte du décret tertiaire qui vise une réduction de 25% des consommations d'ici 2030. L'ensemble de ces actions devront être réalisées avant 2030. Ce scénario permet d'atteindre 40% de gain sur les consommations totales réelles du bâtiment (et 36% vis à vis du décret tertiaire) avec un temps de retour relativement rapide de 9 ans environ (sans tenir compte de l'augmentation des coûts de l'énergie).
- Scénario 3 :**
 Cette dernière phase permettra d'atteindre les objectifs du décret tertiaire en 2040 et au-delà. Ce scénario vient rénover l'isolation du bâti en changeant toutes les menuiseries extérieures et en rénovant la toiture. Dans le même temps il sera très intéressant d'installer une installation photovoltaïque en toiture. Nous ne prévoyons pas de reprendre l'isolation extérieure du bâtiment car le gain espéré est faible au regard du coût d'une telle mesure. Il viendra cependant un temps où la reprise de la façade sera nécessaire pour des questions de durée de vie, il faudra alors reprendre l'isolation. Cette isolation sera par ailleurs peut être nécessaire vis-à-vis du décret tertiaire selon les seuils en valeur absolue qui seront fixés uniquement en 2040.

Scénario	Décret tertiaire			Prévision réelle							
	Gain de la phase kWhEF	Consommation annuelle du bâtiment kWhEF/m²/an	Gain cumulé (%)	Gain de la phase kWhEF	Consommation annuelle du bâtiment kWhEF/an	Gain cumulé (%)	Coût	Gain €/an	temps de retour brut	Gain CO2 (%)	Gain CO2 : TCo2 évité par an
Etat initial	-	3 963 671	0	-	5 101 038	0				-	
Scénario 1	899 000	3 064 671	-23%	1 402 000	3 699 038	-27%	160 000 €	120 922 €	1	21%	81.5
Scénario 2	535 770	2 528 901	-36%	651 000	3 048 038	-40%	180 000 €	50 304 €	4	16%	62.6
Scénario 3	874 358	1 654 543	-58%	1 087 338	1 960 700	-62%	5 262 000 €	84 758 €	62	27%	93.5
TOTAL							5 602 000 €	255 984 €	22	64%	238

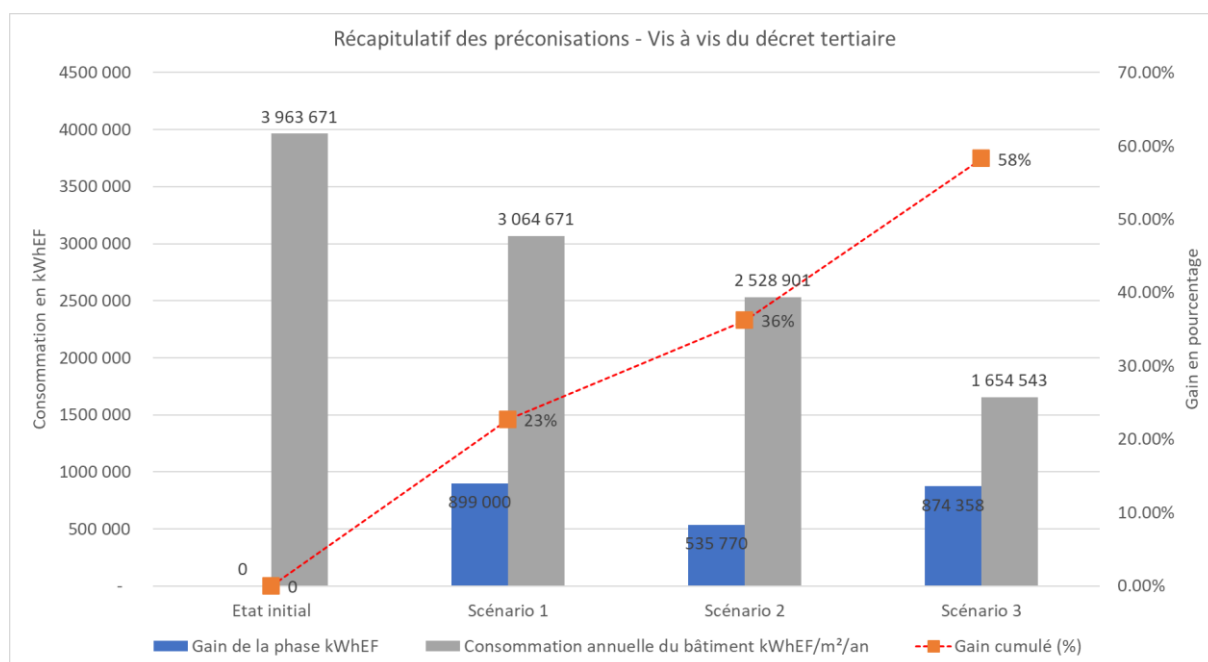


Figure 1 : Gain énergétique des scénarios

Pour rattraper les objectifs du décret tertiaire sont :

- Objectif en valeur absolue de 93 kWhEF/m² en énergie finale, soit 25% de réduction en 2030 (scénario 2)
- Inconnu en 2040 (scénario 3)
- Inconnu en 2060 (scénario 3)

Le détail des mesures à prendre est disponible au **paragraphe 5.1** et elles sont résumées en dernière page de ce rapport.

A noter également que le rapport « diagnostic technique » réalisé avant la campagne de mesure détaille de façon plus technique certaines préconisations et décrit de façon plus détaillée les installations techniques. Ces deux rapports sont ainsi complémentaires.

2 PRESENTATION DU SITE

2.1 Description du site

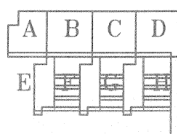
Situé au 67 rue Servient (Lyon 3ème), sur un îlot urbain entier, le nouveau palais de justice de Lyon présente une SHON d'environ 40 000m². C'est un ERP classé en 1ère catégorie, de type W et L au sens du règlement incendie. Il a été livré en 1995 (architecte : Atelier Lion).

Le bâtiment est organisé en 4 barres A, B, C, D qui forment la barre principale le long de la rue de Créqui, sur laquelle sont disposés en épis 4 bastions E, F, G et H. Entre ces bastions, des gradins descendent jusqu'aux jardins le long de la rue du Guesclin. Il dispose de 14 ascenseurs, dont 8 en duplex, desservant les différents niveaux du bâtiment, et d'un monte-charge.

L'établissement est stratégique pour le fonctionnement de l'activité judiciaire régionale en cas de crise, le tribunal judiciaire de Lyon notamment est le 3ème plus important de France après ceux de Paris et Bobigny.



PALAIS DE JUSTICE DE LYON
PARC PUBLIC DE STATIONNEMENT



Dans une démarche d'économie d'énergie sur le long terme, Inddigo est chargé de réaliser un diagnostic énergétique détaillé et de réaliser un schéma directeur de travaux à moyen terme.

Dans ce cadre, une instrumentation est prévue pour identifier puis réduire les consommations principales du bâtiment. Ce rapport présente le schéma directeur énergie proposé.

2.2 Surface de référence

Les consommations étant très souvent ramenées à un ratio au m², il est important de fixer l'hypothèse de surface de référence.

Les surfaces prises en compte correspondent à l'ensemble de l'enveloppe chauffée et rafraîchie du bâtiment, équivalent à une SPD (surface de plancher).

La surface de référence retenue est de 31 808 m² (détail disponible dans le rapport « diagnostic technique »).

2.3 Caractéristiques du bâti

	Adéquation Energétique	Etat Fonctionnel
1	Paroi très performante	Paroi neuve et saine
2	Paroi performante	Paroi en bon état
3	Performance correcte, amélioration aisée de la paroi possible	Paroi vieillissante nécessitant un rafraichissement
4	Paroi peu performante, travaux d'amélioration fortement recommandés	Paroi fortement dégradée, interventions lourdes à prévoir

Bâtiment	Compositions	Performance estimée (U ou R)	Exigence réglementaire (RT Existant)*	Adéquation Énergétique	Etat Fonctionnel
Parois extérieures	Béton ITE Laine de verre 80 mm – lambda estimée 0.040 Bardage en panneau pierre	$R = 2.0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	$> 2,9$	3	2
Planchers bas	Béton sur parking Flocage de laine minérale 10 cm	$R = 2.5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	$> 2,7$	3	2
Toitures	Toiture terrasse : Béton avec isolation 7 cm de polyuréthane – lambda estimée 0.024 W/mK	$R = 2.90 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	$> 3,3$	3	2.5
Menuiseries extérieures	Menuiseries double vitrage en aluminium d'origine. Pas de rupteur de pont thermique et pas d'argon ni couche basse émissivité	$U_w = 3.3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$\leq 1,9$	4	2.5

**Il est à noter que la Rt Existant fixe un seuil minimal mais qu'il n'est pas pour autant « performant ». L'exigence est valable à partir du moment où la paroi est modifiée il n'y a pas d'obligation de modifier une paroi qui ne serait pas à cette norme.*

Globalement le bâtiment est dans un état correct avec des parois déjà isolée (même faiblement). Il n'y a que les menuiseries qui sont dans un état énergétique médiocre, loin des normes actuelles.

Une recherche de pont thermique avec caméra thermique a été effectuée. Cette recherche est détaillée dans le rapport « diagnostic énergétique ».

En voici la conclusion :

En définitive l'isolation par l'extérieur est globalement efficace malgré quelques défauts à signaler :

- Un défaut d'isolation sur l'extrémité Sud de la façade Ouest – Ce défaut est lié à une partie du bâtiment isolé en ITI et à la présence d'une gaine technique non isolée. Il est compliqué d'intervenir sur ce problème d'autant que les déperditions thermiques liées sont minimales à l'échelle du bâtiment
- Des ponts thermiques liés à l'accroche du bardage en pierre. Nous estimons que ces ponts thermiques entraînent une dégradation globale de la performance de paroi d'environ 15%.

Un défaut non présent que nous aurions pu constater sur ce type de bâtiment est le glissement de l'isolant au cours du temps. La caméra thermique montre au contraire une bonne homogénéité de l'isolant ce qui témoigne de son efficacité malgré le temps écoulé.

2.3.1 DEPERDITION DU BATIMENT

Le graphique ci-dessous présente les déperditions statiques du bâtiment :

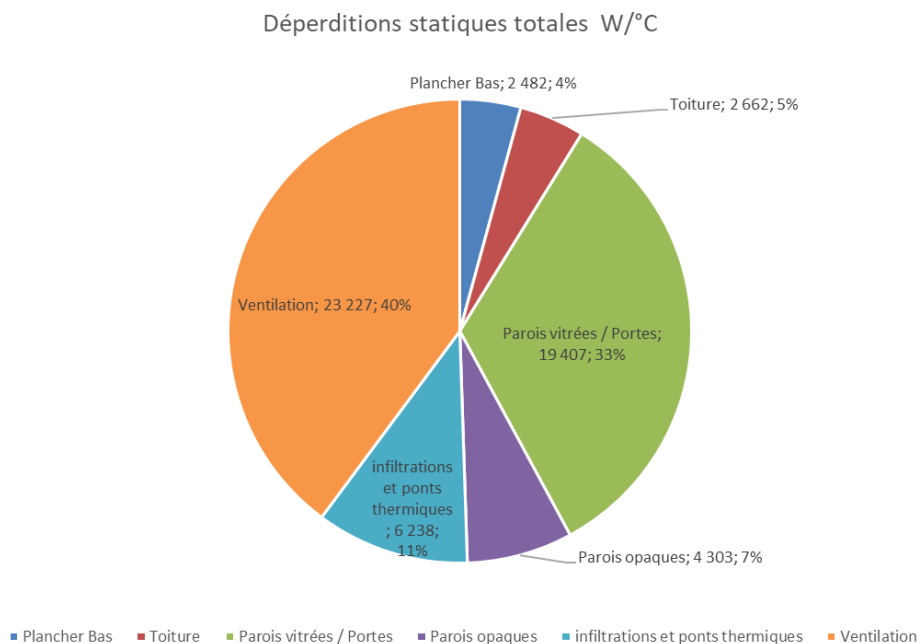


Figure 2 : Répartition des déperditions du bâtiment

Type de parois	Déperditions statiques totales W/°C	Déperditions statiques totales (kW) *	Part
Plancher Bas	2 482	27.3 kW	1.6%
Toiture	2 662	82.5 kW	4.7%
Parois vitrées / Portes	19 407	601.6 kW	34.2%
Parois opaques	4 303	133.4 kW	7.6%
Infiltrations et ponts thermiques	6 238	193.4 kW	11.0%
Ventilation	23 227	720.0 kW	41.0%
TOTAL	58 318	1 758.2 kW	100.0%
Surpuissance	10%	175.8 kW	
Puissance totale		1 934.0 kW	

* Pour une température de chauffage de 21°C et une température extérieure de -10°C

Ce graphique met en évidence la part importante des déperditions liées aux menuiseries extérieures qui représentent plus du tiers des déperditions totales du bâtiment.

Le coefficient U_{bat} est de 1.05 W/m²K

Le U_{bat} est un coefficient qui permet d'évaluer le niveau d'isolation globale d'un bâtiment. Il s'agit de la moyenne des déperditions à travers l'ensemble de ses parois.

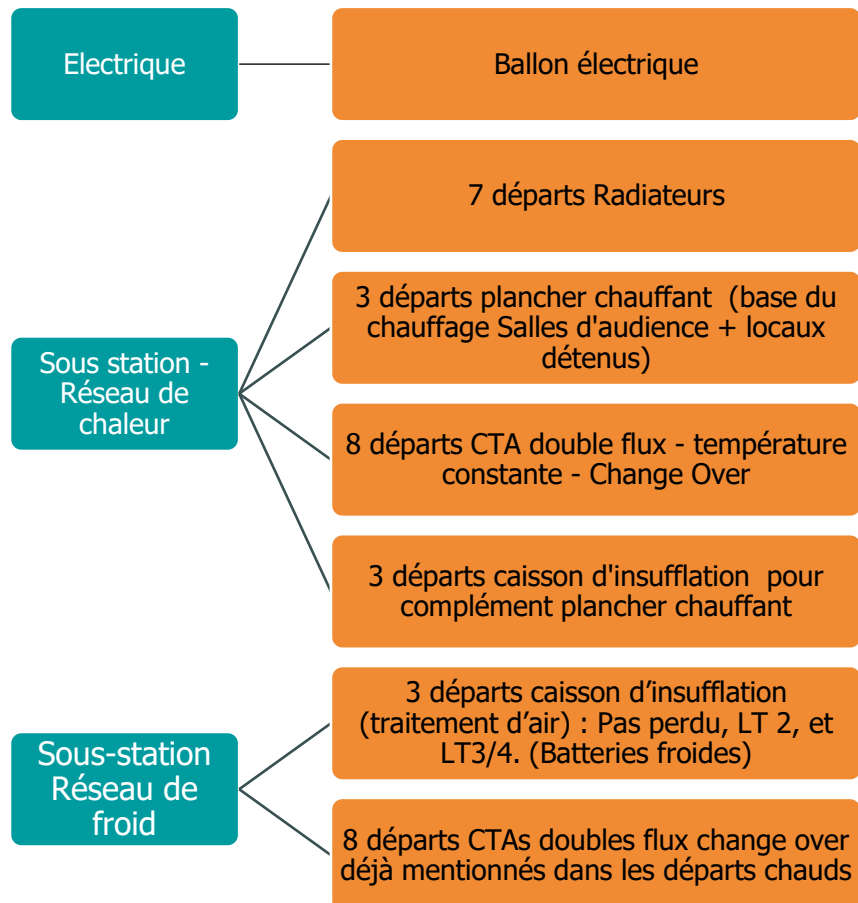
Pour fixer les idées, voici des ordres de grandeur de U_{bat} type :

- Construction non isolée et fenêtres simples vitrage : $U_{bat} = 1.80$
- Construction entre 1974 et 1982 : $U_{bat} = 1.40$
- Construction entre 1983 et 1989 : $U_{bat} = 1.15$
- Construction entre 1990 et 2000 : $U_{bat} = 0.95$

- Construction norme RT 2000 entre 2001 et 2006 : $U_{bat} = 0.80$
- Construction norme RT 2005 entre 2007 et 2012 : $U_{bat} = 0.75$
- Construction nouvelle avec très bonne isolation : $U_{bat} = 0.40$
- Construction dernière génération avec excellente isolation : $U_{bat} = 0.30$

2.4 Les installations climatiques

2.4.1 SYNOPTIQUE DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE, ECS ET RAFFRAICHISSEMENT



2.4.2 NOTATION DES SYSTEMES CLIMATIQUES

	Indice Energétique	Indice de vétusté
1	Installation très performante	Installation neuve
2	Installation performante	Installation récente et ne présentant pas de problématique de fonctionnement
3	Installation peu performante, substitution aisée par une installation plus performante	Installation ancienne nécessitant un entretien important
4	Installation énergivore, technologie obsolète	Installation vétuste, remplacement à prévoir

2.4.2.1 Installation chauffage/Froid

Ci-dessous un récapitulatif de l'état des installations de CVC. Le rapport « Diagnostic énergétique » amène plus d'information sur ces installations.

Production de chauffage	Type	Date installation	Indice énergétique	Indice de vétusté	Remarque
Réseau de chaleur de Lyon	Echangeur haute température	Livraison bâtiment	1	2	/
Réseau de froid	Echangeur eau glacée	Livraison bâtiment	2	2	/
Production ECS	Ballons électrique répartis dans le bâtiment	Inconnu	2	2	/
Distribution chauffage/Froid	Calorifugeage en capsule laine de roche	Livraison bâtiment	2	2	Problèmes ponctuels de calorifugeage (organes de régulation divers) (voir rapport Diagnostic énergétique)
Distribution chauffage/Froid	Pompes débit constant	Livraison bâtiment	3	2.5	Les pompes semblent toutes fonctionner en permanence (Voir paragraphe « 3.3.3 »)
Change Over chaud Froid	Les circuits de chauffage pour les CTA sont utilisées en CH pour l'hiver et en FR pour l'été	Livraison bâtiment	2	2	Nous avons identifié un défaut majeur de l'utilisation du réseau de froid en période hivernal avec un mélange des eaux chaudes et des eaux froides : Voir rapport « Diagnostic Energétique » pour plus de détail.
Système d'émission	Radiateurs acier avec robinets thermostatiques	Livraison bâtiment	2	2	Les robinets thermostatiques sont ouverts au maximum ce qui empêche toute régulation.
Système d'émission	Plancher chauffant	Livraison bâtiment	2	2	Problème de maintenance majeur : la vanne est fermée mais la pompe fonctionne à 100% dans le vide : Voir « rapport diagnostic énergétique »
Système d'émission	Batterie chaude/Batterie froide des CTA sur Change Over	Livraison bâtiment	2	2	Très mauvaise utilisation des batteries chaude : soufflage à 28°C au lieu de 19 ou 20°C
Production ECS	Ballon électrique décentralisé	Livraison bâtiment	2	2	/

2.4.3 VENTILATION

Le bâtiment est équipé de 34 CTA.

Le débit total maximal est de 207 000 m³/h environ mais cela comprend également les extractions des LT et parkings.

Nous pouvons restreindre les CTA principales au nombre de 8 ce qui représente 138 000m³/h.

Les CTA sont équipées de récupérateur de chaleur à plaque.

CTA	Débit	Type
VMC sanitaire -1	810	Extraction
CTA barre A	14630	Double flux confort
CTA bastion E	15360	Double flux confort
CTA barre B	21090	Double flux confort
CTA bastion F	10920	Double flux confort
CTA barre C	20610	Double flux confort
CTA bastion G	15260	Double flux confort
CTA bastion H	12000	Double flux confort
CTA barre D	19160	Double flux confort
CTA Cafétéria	8400	Double flux confort
TOTAL	138240	

2.5 Équipements électriques

2.5.1 ECLAIRAGE

Le bâtiment est programmé de manière globale pour un allumage des lumières à 6h et une extinction à 00h. (selon les zones).

En pratique avec les mesures réalisées nous pensons que l'éclairage s'éteint à 23h et non minuit, mais il peut s'agir d'un décalage entre heure d'hiver / heure d'été ou un décalage des mesures

Cependant, certaines zones de taille conséquentes sont programmées pour un arrêt à 3h du matin (salles d'audiences et circulations qui y mènent).

Local	Type de luminaires	Gestion de l'éclairage	Indice énergétique	Indice de vétusté	Remarques
Circulation/pas Perdu	Ampoules Fluocompactes en majorité	Allumage 6h – extinction 00h (selon les zones)	3	2	Aucun détecteur de présence et/ou luminosité : Luminaires allumés en permanence
Circulation/pas Perdu	Ampoules LED	Allumage 6h – extinction 00h (selon les zones)	1	1	
Salles d'attentes public RDC/R+1/R+2 (non exhaustif)	Néons 35 W	Allumage 6h – extinction 00h (selon les zones)	4	2	
Bureaux	Néons 36 W – Puissance moyenne de 9.1 W/m²	Allumage 6h – extinction 00h (selon les zones) + Interrupteur manuel	4	2	
Sanitaires	Néons 35 W	Allumage 6h – extinction 00h (selon les zones) + Interrupteur manuel	4	2	
Locaux techniques	Néons 35 W	Allumage 6h – extinction 00h (selon les zones) + Interrupteur manuel	4	2	
Parking	Néons 35 W	24h/24h ?	4	2	Ces sous-sols sont éclairés sans interruption.

Le tableau suivant résume les estimations effectuées, et les rapporte à la consommation totale du bâtiment en électricité (moyenne de 2015 à 2019 : 2209 MWh/an). Les horaires de fonctionnement sont des estimations après discussion avec le mainteneur. (Horloge générale : fonctionnement de 6h à 00h, mais beaucoup de zone avec fonctionnement étendu jusqu'à 3h du matin, notamment les salles d'audience et circulations attenantes). Ces estimations ont été confirmées par la campagne de mesure. Bien que nous ne puissions isoler l'éclairage spécifiquement les mesures obtenues vont dans le sens des informations ci-dessous. Le paragraphe 0 détaille les mesures réalisées.

zone	ratio d'éclairage W/m^2	surface m^2	horaires	Foisonnement du temps de fonctionnement	consommation MWh/an	% consommation élec totale
circulations/hall	4.5	8899	6h-00h	1	184	8.3%
bureaux	9.1	12789	8h-13h, 14h-18h	0.7	187	8.4%
audiences	9.1	3900	6h-00h	0.7	114	5.2%
parking	0.7	26274	5h-00h	1	117	5.3%
Part de l'électricité totale :						27.2%

Au total, en comptant le parking, l'éclairage représente environ un tiers de la consommation électrique du bâtiment (hors cafétaria, sanitaires, locaux techniques & archives qui ne représentent normalement pas un grand gisement d'économie d'énergie).

Nous n'avons pas réussi à savoir si l'éclairage des 6 niveaux de parking était aux frais du NPJL ou de l'exploitant du parking (LPA).

La consommation d'électricité pour l'éclairage du bâtiment est donc très importante.

2.5.2 APPAREILS DIVERS

L'établissement a les types d'équipements suivant :

Utilisation	Equipements
Informatique	- Ordinateurs - Imprimantes et photocopieuses - Serveurs
Ascenseurs	14 Ascenseurs dont 8 en duplex

3 CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Le site est alimenté par trois points de livraison :

- Electrique ;
- Réseau de chaleur
- Réseau de froid

3.1 Synthèse des consommations

Les consommations totales du bâtiment sont synthétisées ci-dessous d'après les factures reçues :

Consommation – MWH - Energie finale	Chauffage	Chauffage – corrigée des DJU (base 2015)	Froid*	Elec	TOTAL
Année 2015	1 852	1 852	806	2 024	4 683
Année 2016	2 230	2 382	777	2 076	5 083
Année 2017	2 030	2 143	901	0	2 931
Année 2018	1 386	1 849	1 018	2 264	4 668
Année 2019	1 464	1 856	926	2 472	4 862

Consommations kWh Energie Primaire/m²	Chauffage	Chauffage – corrigée des DJU (base 2015)	Froid*	Elec	TOTAL
Année 2015	58	58	25	164	248
Année 2016	70	75	24	168	263
Année 2017	64	67	28	0	92
Année 2018	44	58	32	184	259
Année 2019	46	58	29	200	276

*les consommations de froid ne sont pas corrigées du climat car la fiabilité de cette correction est trop faible pour cela

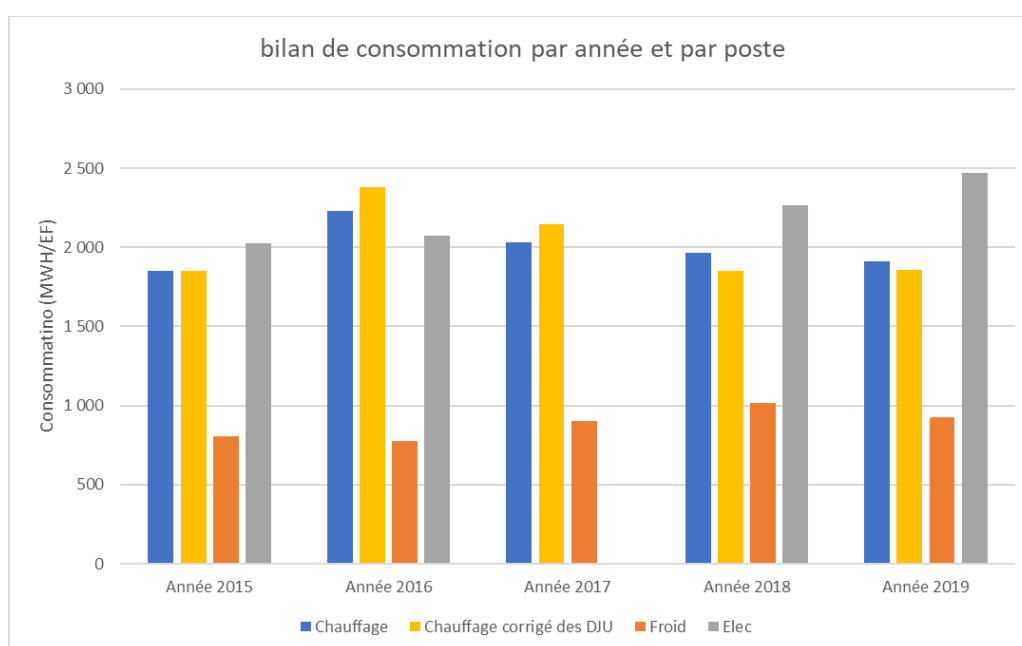
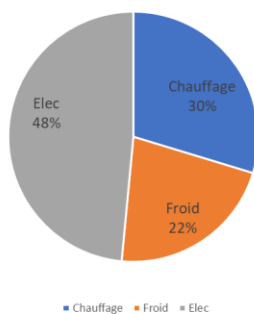
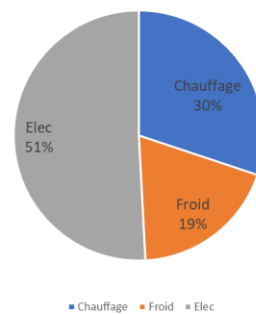


Figure 3 : Consommations totales du bâtiment depuis 2015

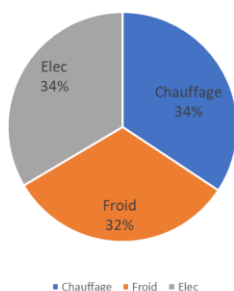
Consommations (kWh) - Année 2018



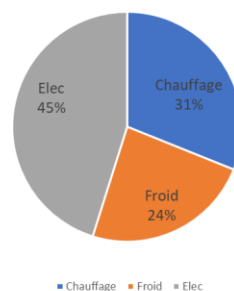
Consommations (kWh) - Année 2019



Cout (€) -
Année 2018



Cout (€) -
Année 2019



ANALYSE

Ces graphiques montrent ainsi que l'électricité est de loin l'énergie prédominante. Cependant, en termes de facture économique le froid pèse une part importante par rapport à son poids énergétique, et inversement pour l'électricité.

Les ratios de consommations montrent donc :

- Des consommations de chauffage maîtrisées par rapport à d'autres bâtiments de ce type
- Des consommations d'électricité très élevées, et notamment un talon de consommation anormal de plus de 100 kW quand le bâtiment est inoccupé (*voir 3.2.2*)
- Des consommations de froid étonnamment élevées compte tenu du fait que la majorité des bureaux ne sont pas climatisés (uniquement via une batterie froide sur les CTA, pas ou peu de ventilo-convecteurs ou autres systèmes actifs dans les bureaux). *Voir 3.5.1.*

3.2 Consommations électriques

3.2.1 CONSOMMATION MENSUELLE

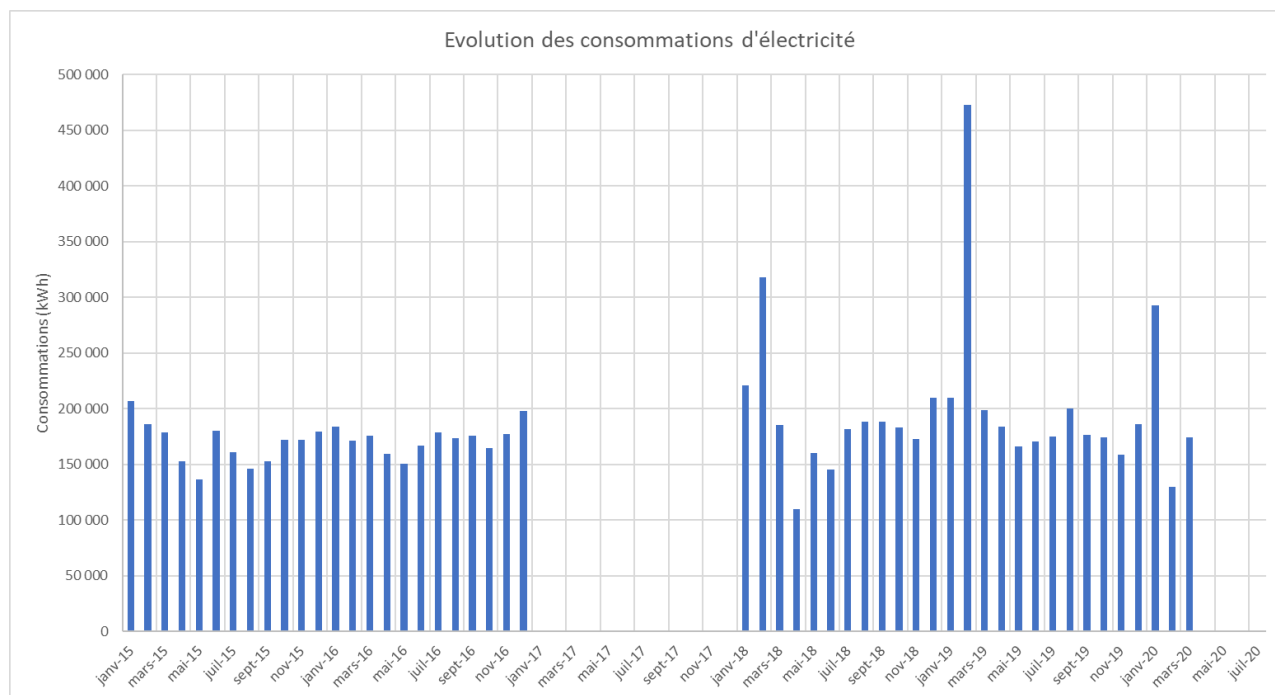


Figure 4: consommation mensuelle d'électricité depuis janvier 2015

On constate une légère hausse des consommations électriques en hiver. Cette hausse s'explique principalement par une durée d'éclairage légèrement plus longue par rapport à l'été. En pratique cette hausse saisonnière est très limitée.

On constate 3 valeurs « aberrantes » en février 2018, février 2019 et janvier 2020. Ces erreurs proviennent probablement d'un problème d'agrégation des données par les compteurs et ne sont pas liées au fonctionnement du site.

Les données 2017 ne sont pas disponibles.

3.2.2 CONSOMMATION HORAIRE

Enedis a fourni pour le site du NPJL la consommation d'électricité sur un pas de temps de 10 min, du 1^{er} février 2019 au 31 janvier 2021. Cette période a été marquée par la crise sanitaire entre Mars 2020 et janvier 2021.

Si on trace l'évolution de la consommation électrique sur cette période, le graphique suivant est obtenu.

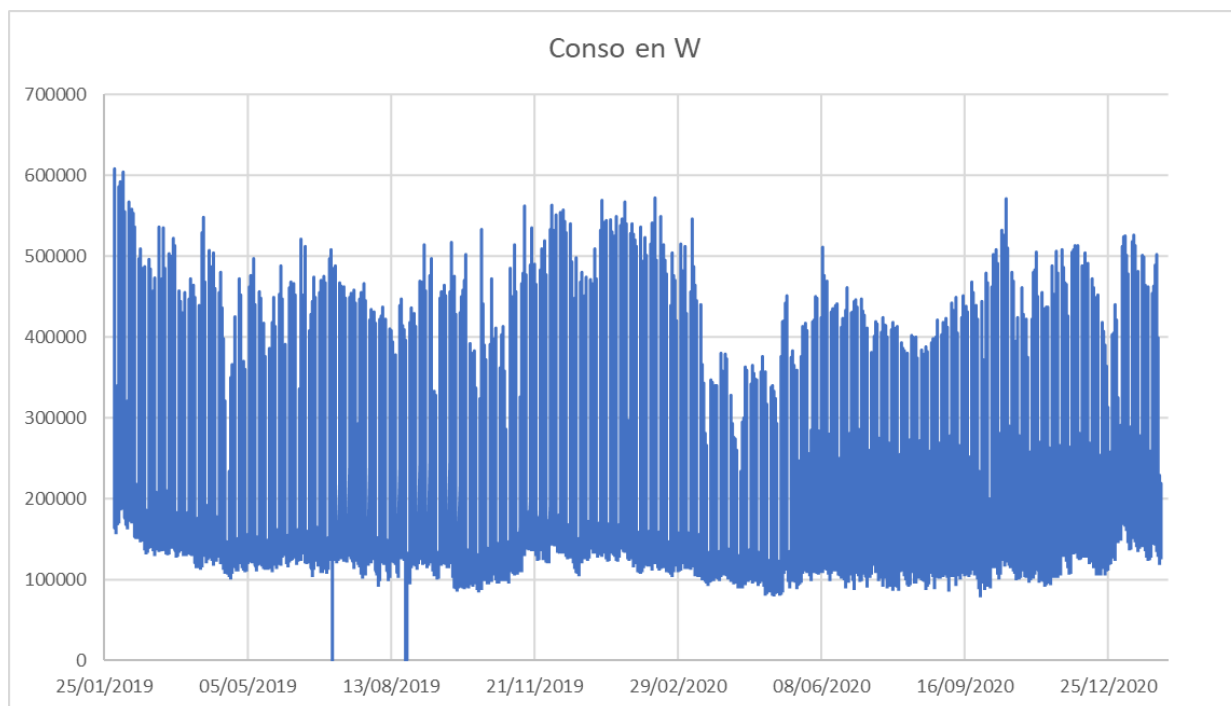


Figure 5: Consommation électrique horaire entre 2019 et 2020

Ce graphique révèle un point important : **on observe un talon constant d'environ 100 kW dans la consommation d'électricité du bâtiment, quelle que soit l'heure ou la période de l'année. Ce talon de 100 kW est anormalement haut.**

La même observation peut être faite sur plusieurs semaines types sélectionnées dans l'année.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution au pas de temps de l'heure (1 point = 1h) de la consommation électrique.

On constate que le pic de puissance a lieu à 9h du matin et est très marqué en mi-saison et en hiver. Le pic est beaucoup moins marqué en été.

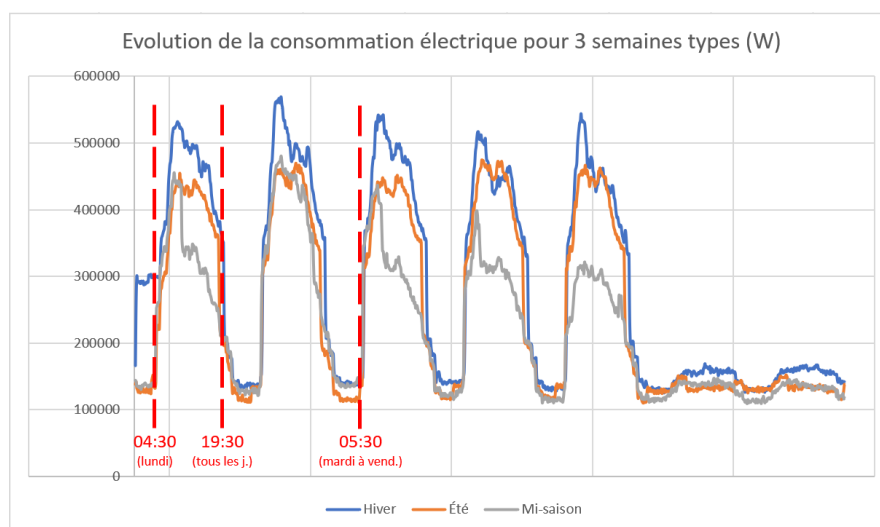


Figure 6 : Consommations électriques horaires sur une semaine type

3.3 Retour sur la campagne de mesure

Entre mars 2021 et mars 2022, de nombreux postes de consommations électriques ont été instrumentés. Nous avons ainsi à notre disposition une analyse plus fine des consommations permettant d'identifier certains dysfonctionnements.

3.3.1 BILAN GLOBAL

Les postes suivants ont été mesurés :

Départ	Total extrapolé (kWh)	Pourcentage par rapport aux consommations totales de 2019
Local Prodith	158 736	7%
Colonne H	136 593	6%
Colonne B	117 750	5%
Colonne D	115 916	5%
CTA B	111 787	5%
Colonne F	111 542	5%
CTA E	111 458	5%
Colonne G	110 666	5%
Colonne C	107 693	5%
CTA H	78 557	4%
CTA D	77 375	3%
CTA F	74 546	3%
Colonne A	74 045	3%
Colonne E	72 629	3%
TDN - 2B	69 291	3%
TPE BAES	60 194	3%
CTA C	54 450	2%
LT3-4 CTA 1 nord	52 196	2%
CTA G	51 118	2%
TDC -1 - Détenus	39 397	2%
LT 2 CTA 1 Sud	29 180	1%
Ascenseur 1-2	7 823	0.35%
Ascenseur 3-4	7 588	0.34%
Asc 5-6	6 384	0.29%
Asc 7-8	5 902	0.27%
Surpresseur 1	5 703	0.26%
Ascenseur 15	3 332	0.15%
Soufflage Nord	1 053	0.05%
Soufflage Sud	1 036	0.05%
Relevage Fourgon	848	0.04%
Extraction -2 Sud	590	0.03%
Relevage E-2 Sud	548	0.02%
Extraction nord 1	427	0.02%
Relevage 11 - Nord	327	0.01%
Total mesures	1 856 679	84%

Nous mesurons ainsi 84% des consommations globales du bâtiment. Nous considérons que cela est suffisant pour être représentatif.

A noter que nous n'avons malheureusement pas pu analyser de façon détailler les sous-poste des colonnes par usages (bureautique, ECS, éclairage et autres prises de courant) car les tableaux divisionnaires ne le permettaient pas.

Ci-dessous la compilation des consommations pour 4 grandes catégories :

- Les colonnes (éclairage + prises de courants + ballons ECS et bureautique)
- Les CTA
- Les ascenseurs
- Les pompes de chauffage/froid (local prodith)

	Consos annuelles totales kWh	Consos annuelles nuit* + we kWh	Consos annuelles jour semaine kWh	Pourcentage des consommations annuelles kWh	Consommations année 2019 kWh
Total mesures	1 856 679	901 198	955 481	84%	2 212 417
Colonnes	846 834	368 497	478 337	38%	
CTA	640 666	338 214	302 452	29%	
Local Prodith	158736	80341	78395	9%	
Ascenseurs	31 030	12 913	18 118	1%	

*Nuit = 21h/07h

Nous avons différencié les consommations de nuit et les consommations de jour.

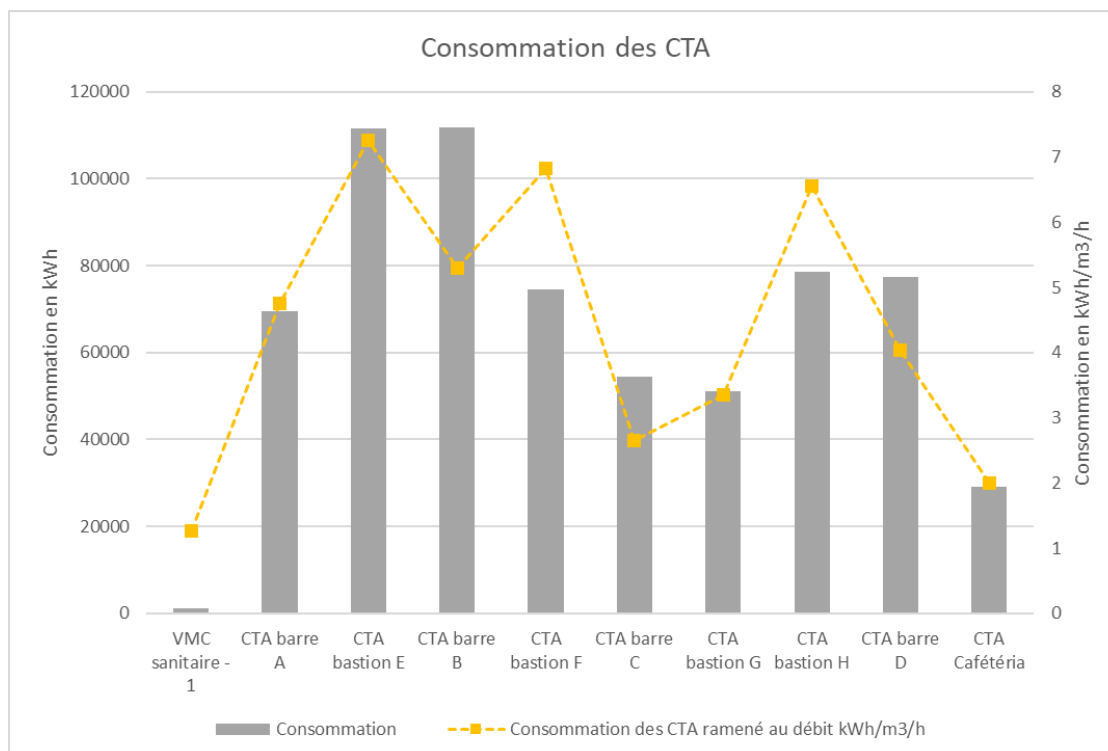
Ainsi, les consommations le week-end et la nuit représente près de la moitié des consommations mesurées. A noter que ce ratio est proche de ce que l'on constate au total sur l'année 2019 et 2020 d'après les relevés horaire Enedis (40%).

Ci-dessous les analyses par poste permettent de mieux comprendre ce phénomène.

A noter que pour les postes non détaillés ci-dessous (Relevage, Surpresseur, BAES), nous n'avons pas noté d'éléments sortant de l'ordinaire ou dysfonctionnant.

3.3.2 ANALYSE DES CTA

CTA	Débit	Type	Consommation kWh/an	Consommation des CTA ramené au débit kWh/m ³ /h
VMC sanitaire -1	810	Extraction	1 017	1.3
CTA barre A	14630	Double flux confort	69 409	4.7
CTA bastion E	15360	Double flux confort	111 458	7.3
CTA barre B	21090	Double flux confort	111 787	5.3
CTA bastion F	10920	Double flux confort	74 546	6.8
CTA barre C	20610	Double flux confort	54 450	2.6
CTA bastion G	15260	Double flux confort	51 118	3.3
CTA bastion H	12000	Double flux confort	78 557	6.5
CTA barre D	19160	Double flux confort	77 375	4.0
CTA Cafétéria	8400	Double flux confort	29 180	2.0
TOTAL	138240		658 897	4.4 (moyenne)



La consommation des CTA ne semble pas directement proportionnelle à leur débit. Ci-dessous une série de graphique permettant de comprendre pourquoi.

D'autre part, une analyse simple montre que les consommations le week-end et la nuit sont de 338 MWh, soit 55% des consommations des CTA :

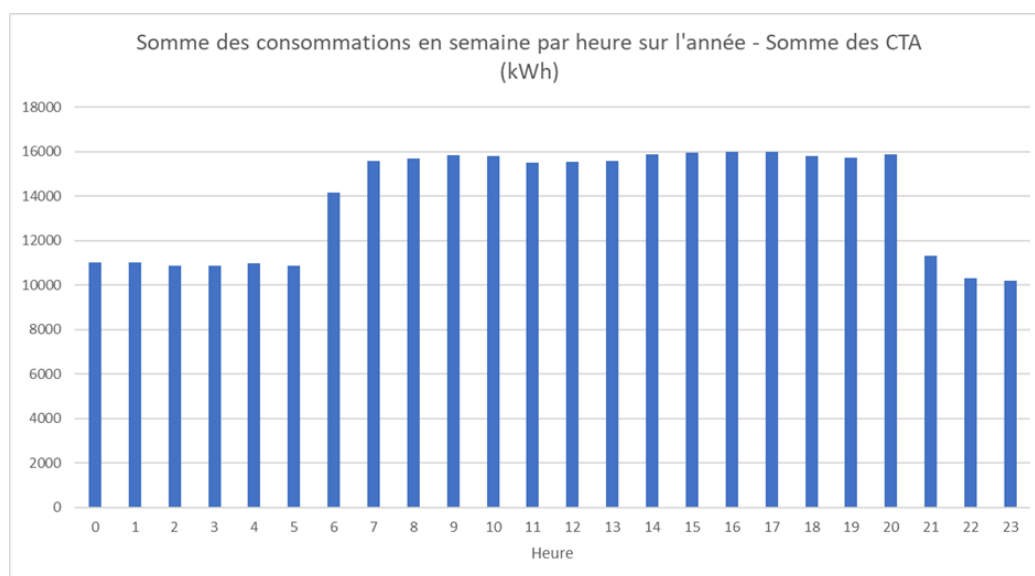


Figure 7: Consommation des CTA en fonction de l'heure de la journée - en semaine

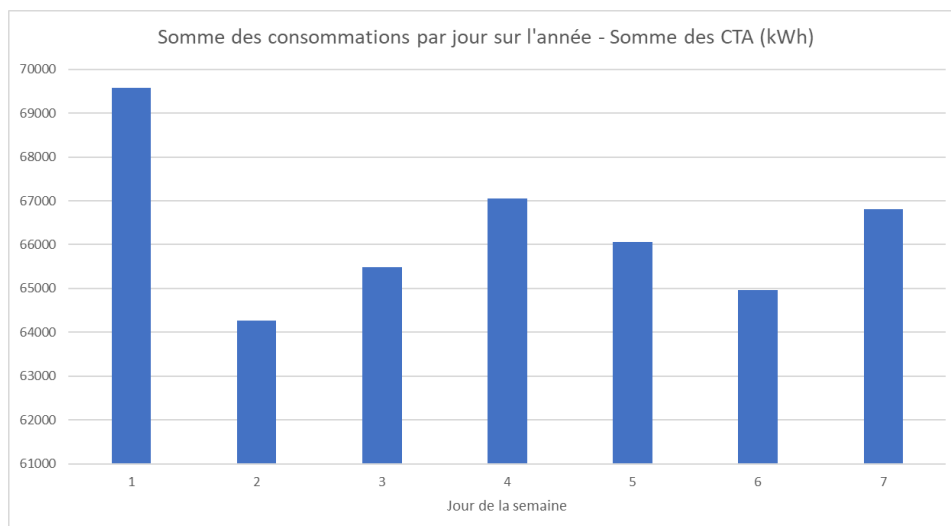
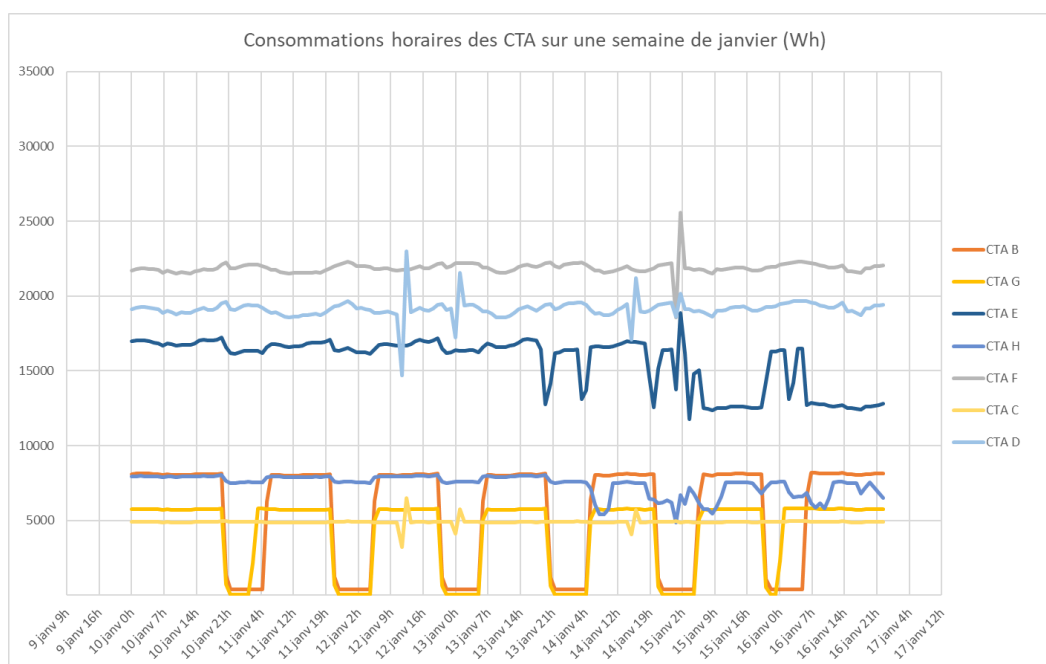


Figure 8: Consommation des CTA selon le jour de la semaine

Chaque numéro correspond à un jour de la semaine (1 = lundi ; ... ; 6 = samedi ; 7 = dimanche ; etc.)

Ce fonctionnement est totalement inapproprié, les CTA doivent être coupées la nuit et le week-end hors occupation (hors zones de fonctionnement 24h/24)

Le graphique suivant représente une semaine représentative de janvier :



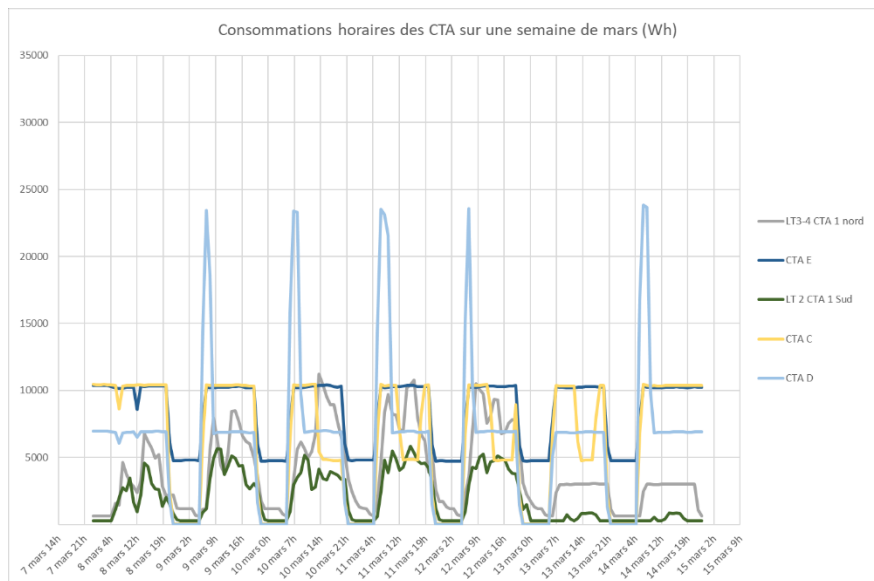
Nous constatons donc un fonctionnement différent pour chaque CTA, elles ne semblent pas être pilotées de la même manière :

- Les CTA B et G sont coupées la nuit mais pas le we
- La CTA E est en débit réduit le we
- Les autres CTA fonctionnent en débit constant

Aucune ne fonctionne comme elle le devrait :

- Fonctionnement uniquement la journée entre 06h et 21h et coupure complète la nuit et le week-end.

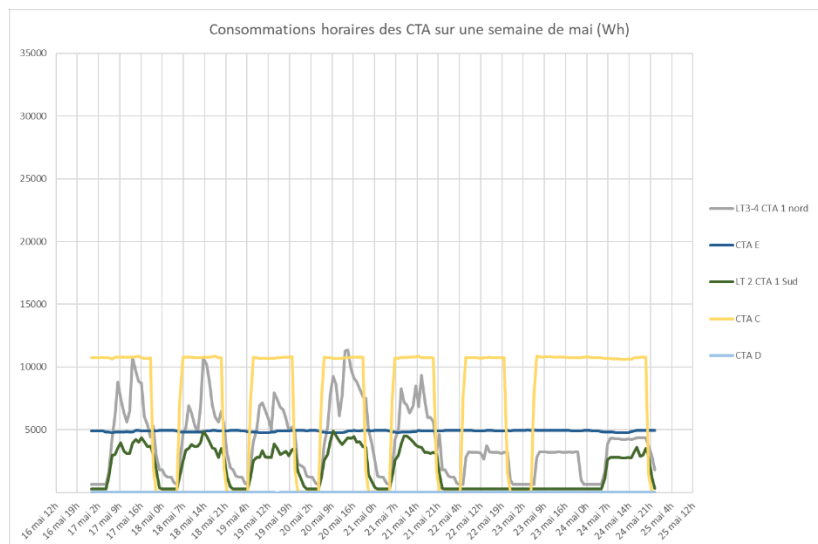
Le même graphique en mars :



En dehors des remarques déjà faites nous constatons des modifications importantes par rapport à janvier :

- CTA C : consos x2 par rapport à janvier en journée. Nous n'expliquons pas cette modification ?
- CTA D : gros pics de consommation en début de matinée, réduit l'après-midi (1/2 consos janvier). Là non plus nous n'expliquons pas ces évolutions

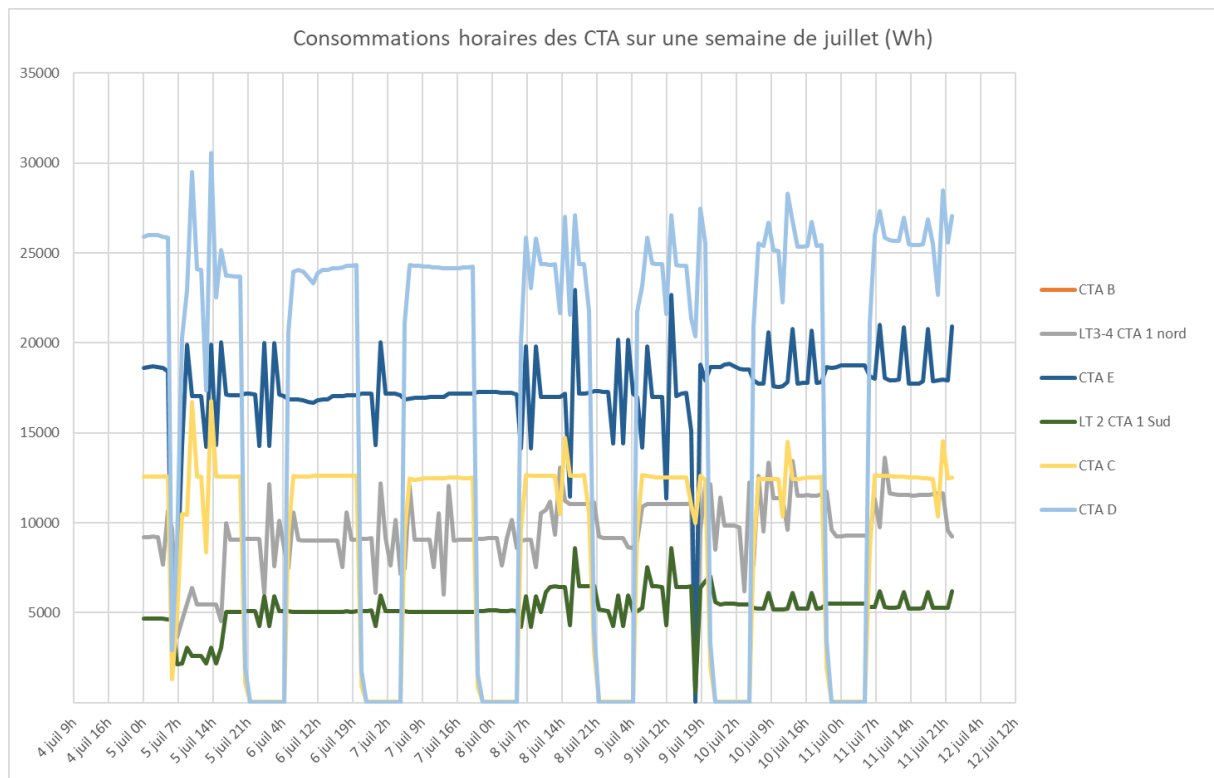
En Mai :



Le mois de mai soulève des interrogations qu'il conviendrait de lever avec le service maintenance :

- La CTA E est constante toute la semaine. Pour des raisons de confort estival ?

Sur le mois de juillet :



- On constate qu'en été la CTA D coupée la nuit mais débit très important en journée. **Cela montre que les débits de cette CTA peuvent fonctionner à grand débit et apporter plus de confort aux occupants étant donné que l'air est rafraîchi par une batterie froide.** En revanche le fonctionnement le week-end ne semble pas nécessaire, nous préconisons plutôt une relance de nuit le lundi matin.
- Toutes les CTA fonctionnent le week-end. Même remarque : est-ce vraiment nécessaire ? Est-ce envisageable de prévoir une relance nocturne le lundi ?

3.3.2.1 Conclusion sur la régulation des CTA :

Il est difficile de faire une conclusion générale sur le fonctionnement des CTA. Nous constatons des écarts importants d'une CTA à l'autre et le fonctionnement est même différent d'une semaine à l'autre. Ce pilotage échappe à une logique simple. Nous préconisons de revoir la régulation des CTA de manière à homogénéiser leur fonctionnement selon les principes ci-dessous :

- Fonctionnement uniquement en journée entre 6h30 et 20h30
- Arrêt **complet** des CTA le week-end et la nuit
- En période estivale il est possible de fonctionner à grand débit et de laisser les CTA fonctionner une partie de la nuit sans le récupérateur de chaleur(à tester par itération)

Comme nous l'avons vu le potentiel d'optimisation est de plus de 300 MWh de consommation nuit et week-end soit 5.9% des consommations totales du bâtiment et 55% des consommations totales des CTA. Une partie de ces consommations ont lieu en été dans un but de confort estival et ne peuvent donc pas être optimiser. Il nous paraît ainsi possible d'économiser près de 200 MWh avec de l'optimisation de fonctionnement.

3.3.2.2 Calcul des rendements des CTA :

Nous avons pu calculer le rendement de la récupération de chaleur de deux CTA :

Pour la CTA A : hormis quelques valeurs aberrantes, on constate que le calcul du rendement instantané est compris entre 70 et 80%, ce qui est une valeur tout à fait performante. A noter que ce calcul peut être biaisé par des courants d'air parasites et par le fait que les sondes n'étaient pas au milieu du flux d'air. Ce biais peut engendrer une surestimation du rendement d'environ 10 à 15% (donc le rendement minimum est de 63%). **Le rendement moyen est donc vraisemblablement autour de 70%.**

Malgré cela, le rendement constaté est plutôt bon.

Pour la CTA D le calcul donne un rendement moins élevé de l'ordre de 50 à 70%. Cette valeur paraît plus en ligne avec l'âge des centrales et cela reste correct même si aujourd'hui les rendements des centrales peuvent être largement amélioré. A noter que là encore les biais de mesure peuvent être important.

Ces mesures sont rassurantes concernant la performance du récupérateur de chaleur. Sous réserve que les autres CTA soient entretenues de manière similaire nous pensons qu'il n'y a pas lieu d'agir sur ce récupérateur.

3.3.3 ANALYSE DE LA CONSOMMATION DES POMPES

Cette consommation correspond aux consommations « local prodith » qui comprend toutes les consommations de la sous station de chauffage et de froid. Il s'agit donc principalement des consommations des pompes de circulation.

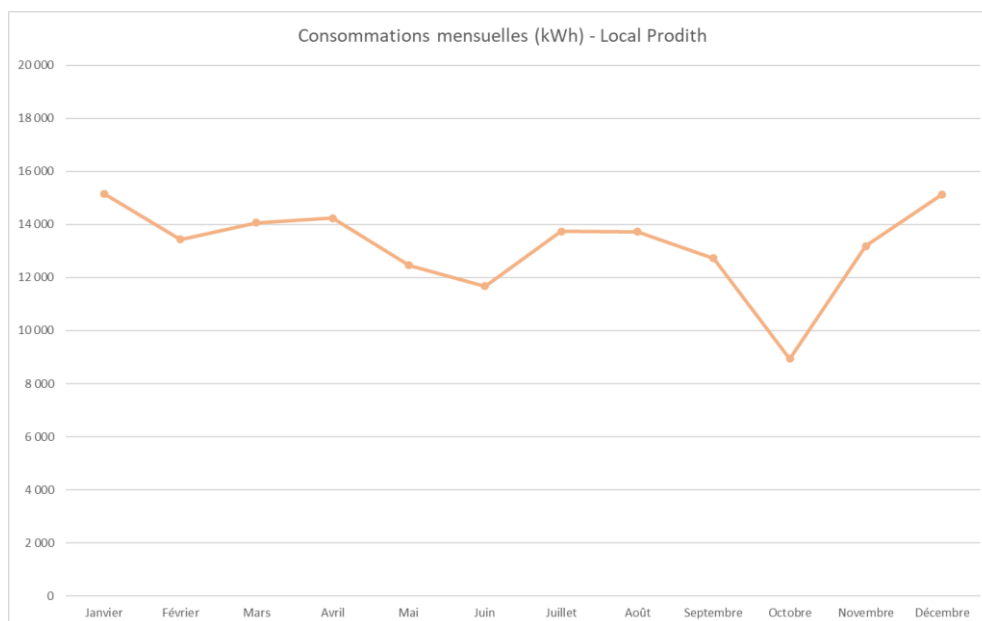


Figure 9 : Consommations mensuelles du local Prodith

De façon surprenante, la consommation des pompes est quasiment constante toute l'année. Cela est surprenant car il devrait y avoir une chute de la consommation en mi-saison lorsqu'il n'y a ni besoin de chauffage ni besoin de froid, typiquement entre avril et juin puis entre septembre et novembre.

Hormis une baisse ponctuelle de la consommation en octobre nous ne constatons pas ce réduit.

Sur le graphique suivant on constate la même chose avec des semaines de fonctionnement type à différents moments de l'année.

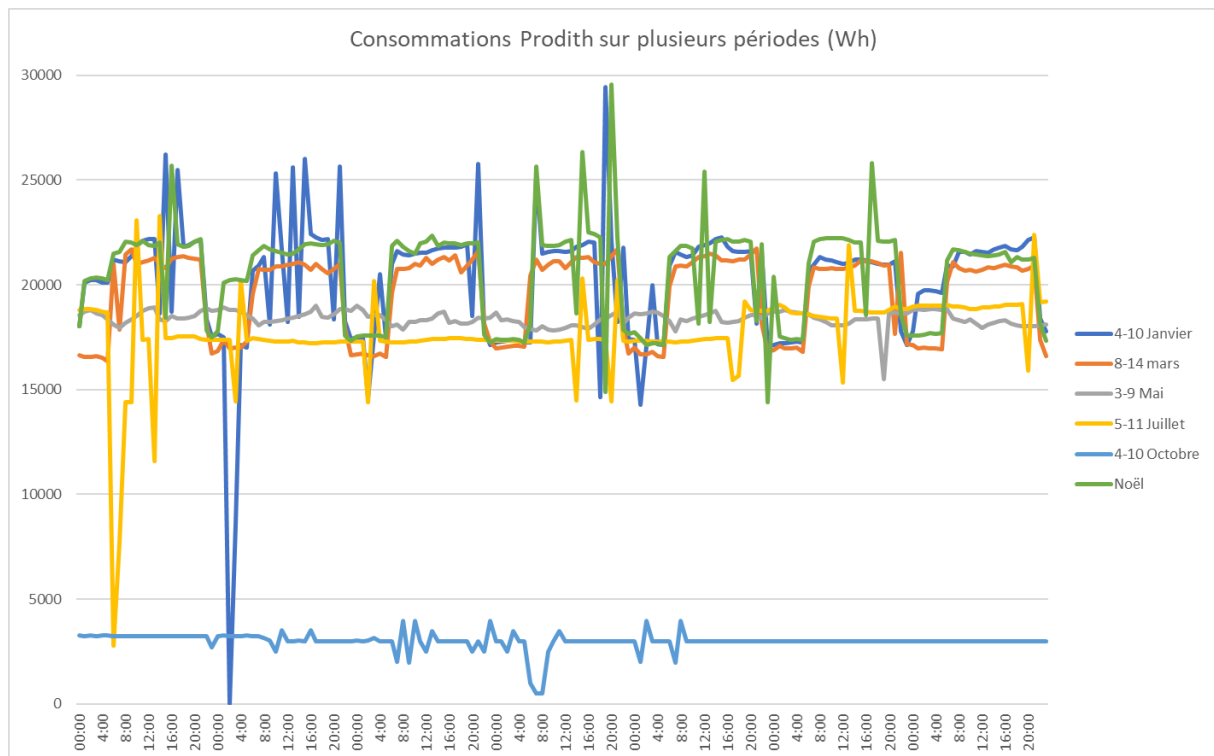


Figure 10: Consommation des pompes à différents moment de l'année

Nous constatons donc une légère baisse la nuit mais aucune baisse le week-end et aucune baisse liée à la saisonnalité.

Ce fonctionnement traduit un fonctionnement permanent des pompes qui fonctionnent à débit constant toute l'année sans aucune régulation avec une puissance moyenne d'environ 18 kW la nuit.

Dans un premier temps nous préconisons de revoir la régulation des pompes pour ne pas les laisser tourner lorsque les besoins sont nuls, en particulier le week-end et en mi-saison. Une régulation sur la température de retour permettrait de faire cela sans problème.

Une reprise complète de la régulation des pompes et également par la même occasion des lois d'eaux permettrait d'optimiser considérablement ces consommations.

Pour un fonctionnement optimal nous préconisons la mise en place de vanne 3 voies sur chaque réseau et à minima sur le départ primaire. La loi d'eau avec une vanne 3 voie sur le réseau primaire permettrait en effet de considérablement réduire les débits appelés sur la sous station (et donc d'optimiser la facture car les factures du réseau chaud et froid sont à la fois sur les consommations mais aussi les débits). Cela est particulièrement vrai pour l'eau glacée.

Couplé à cela nous préconisons l'installation de pompes à débit variable sur les départs.

Cette reprise complète de la sous station et de sa régulation permettrait ainsi de gagner facilement 40% de consommation sur ce poste, soit environ 60 MWh.

3.3.4 ANALYSE DES ASCENSEURS

La campagne de mesure a mis en évidence que l'éclairage des ascenseurs n'est pas asservi à la présence. Cette consommation résiduelle est ainsi très visible sur les deux graphiques ci-dessous :

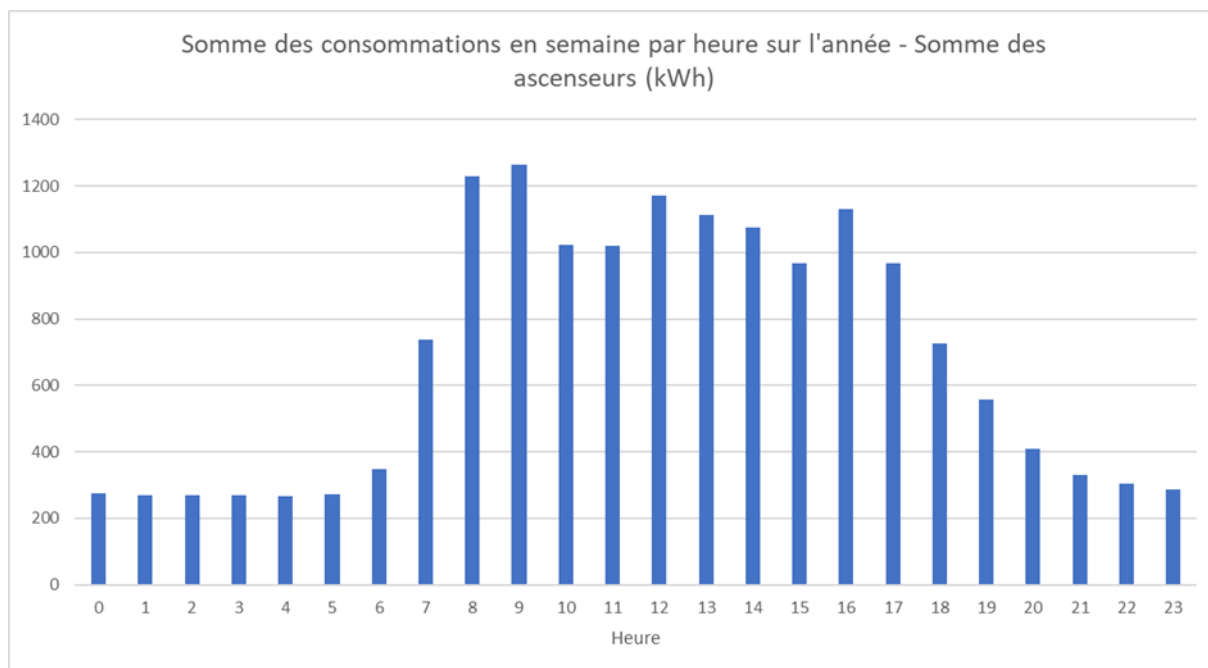


Figure 11: Consommation des ascenseurs en semaine en fonction de l'heure de la journée

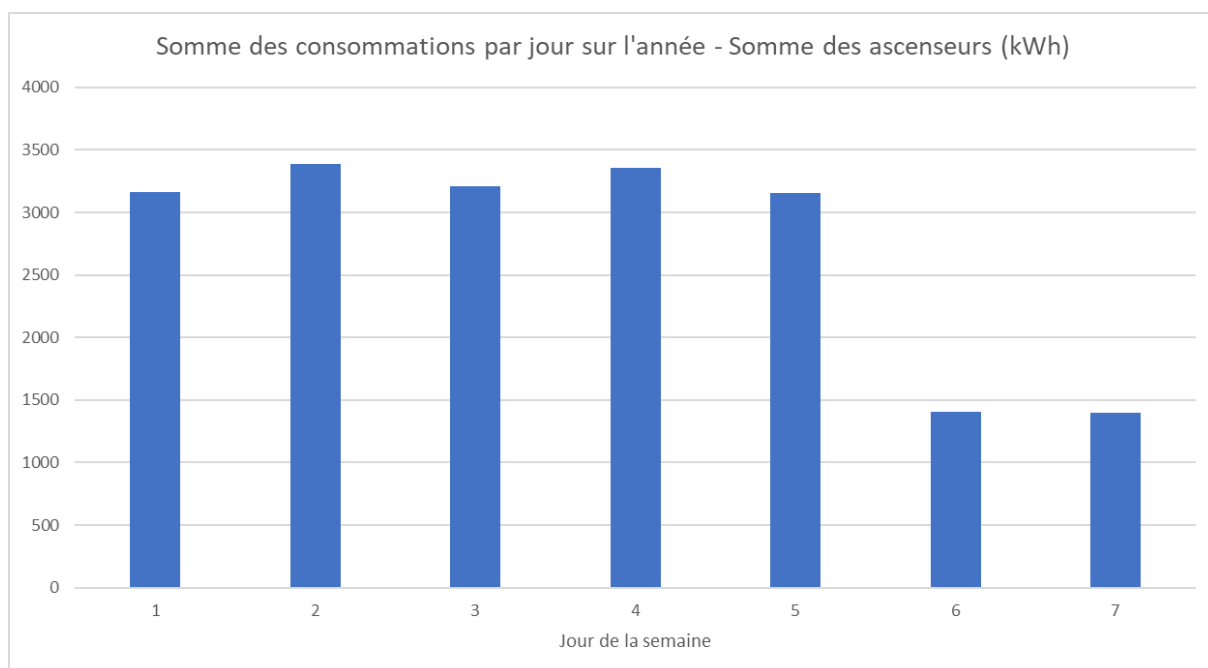


Figure 12: Consommation des ascenseurs sur l'année en fonction du jour de la semaine

Cette consommation résiduelle s'élève à 12 MWh qui peuvent facilement être gagnés avec la mise en place d'asservissement sur l'éclairage.

3.3.5 ANALYSE DES COLONNES

Les colonnes regroupent l'ensemble des consommations de bureautique, prise de courant éclairage et ECS. Il nous est malheureusement impossible de différencier ces consommations car les tableaux divisionnaires dans les étages ne permettaient pas un tel sous comptage, l'analyse ne peut donc pas être très fine.

Ci-dessous voici la consommation de chaque colonne en valeur absolue (kWh), rapportée à la surface de chaque colonne et enfin rapportée à la surface de bureau de chaque colonne :

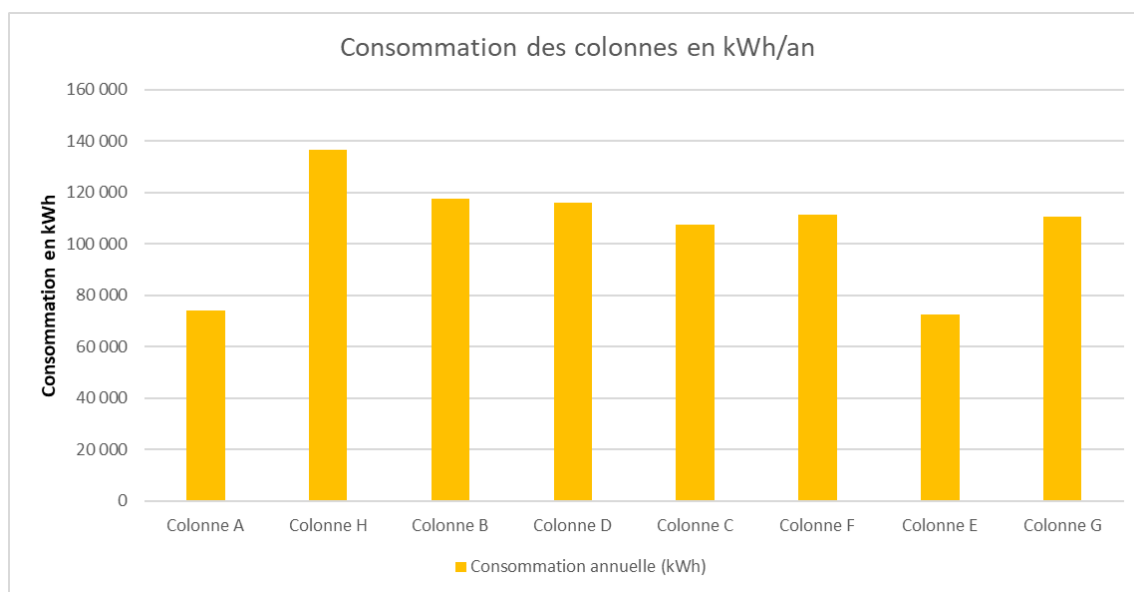


Figure 13: Consommation annuelle des colonnes

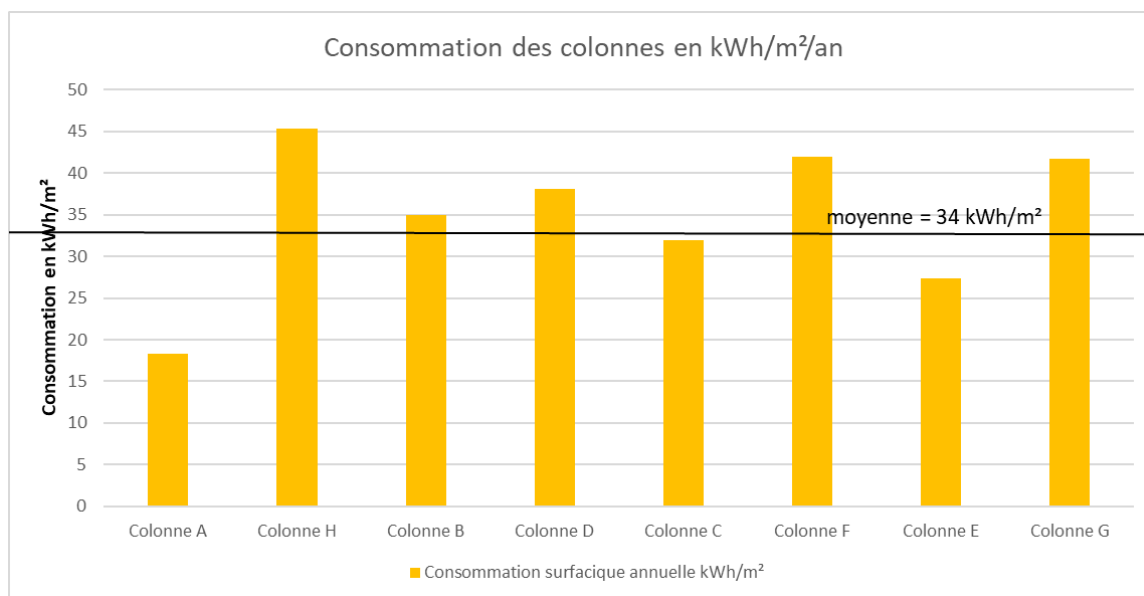


Figure 14: Consommation annuelle des colonnes rapportée à la surface

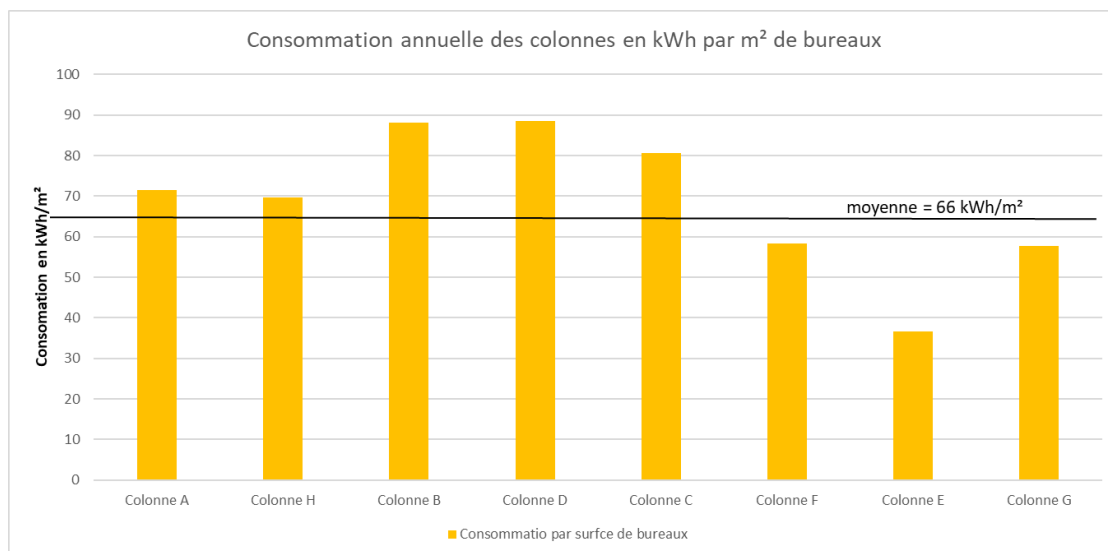


Figure 15: Consommation annuelle des colonnes rapportée à la surface de bureaux

Ainsi, hormis la colonne E qui consomme nettement moins que la moyenne des autres colonnes, les consommations rapportées à la surface de bureau montrent une forte corrélation et une consommation similaire.

D'autre part, le profil horaire de chaque colonne est également très similaire comme le montre le graphique ci-dessous sur une semaine de janvier :

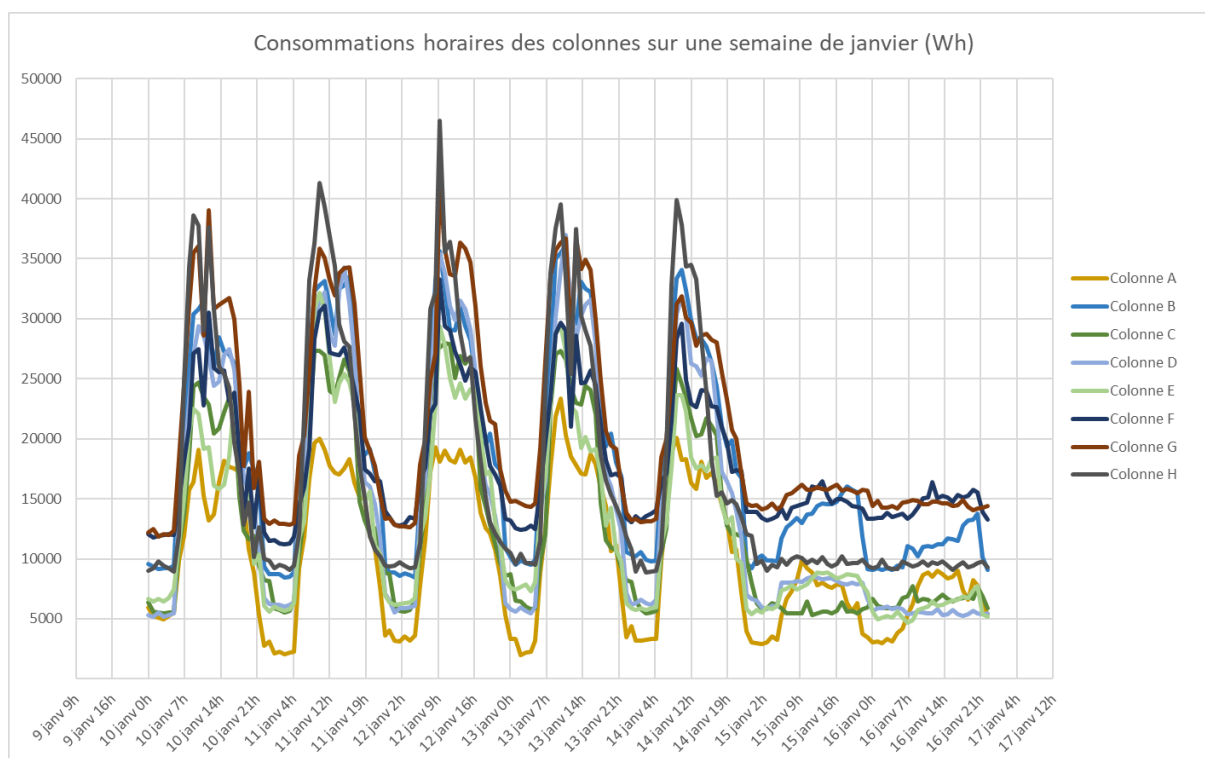
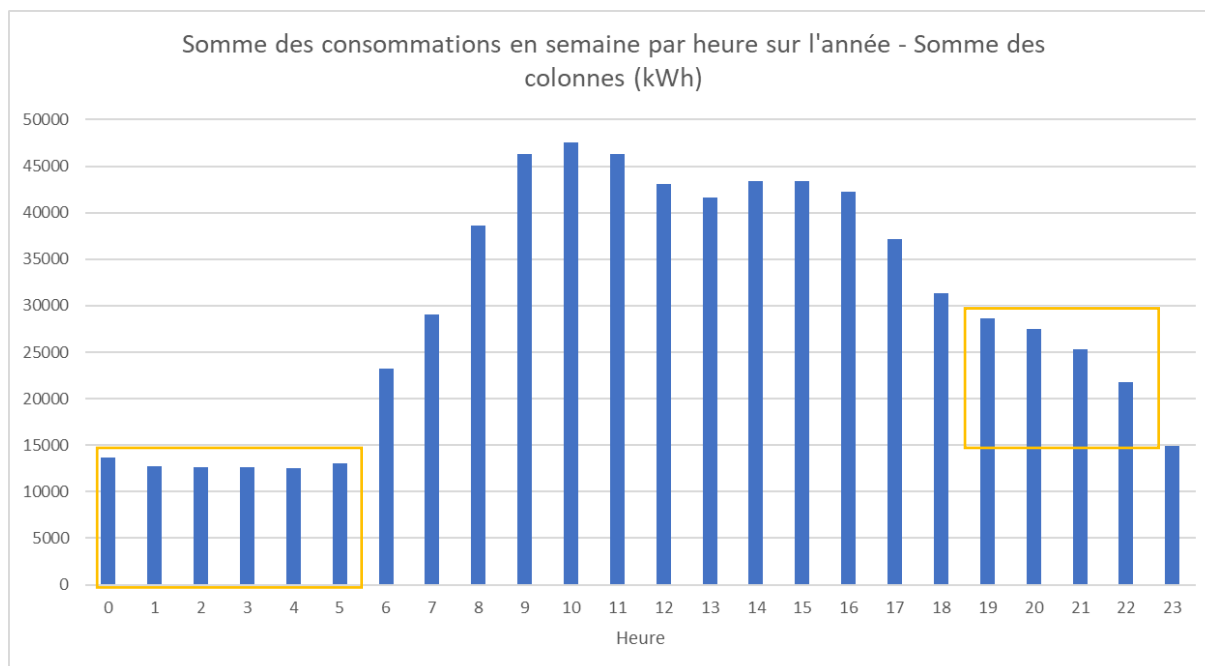


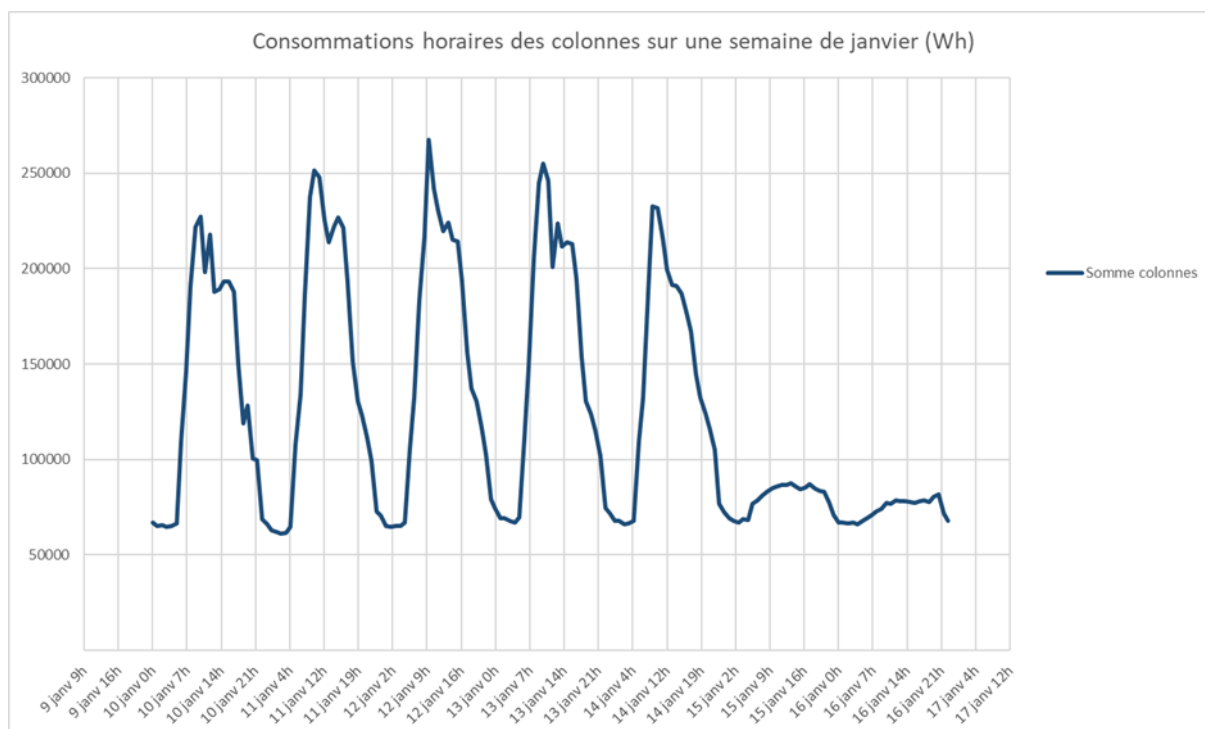
Figure 16: Consommation des colonnes sur une semaine de janvier

Lorsqu'on regarde le profil horaire pour les jours de semaine, on trouve le graphique suivant. Il représente la somme des consommations pour chaque heure de l'année.



On constate ainsi une forte baisse des consommations à partir de 17h mais il faut attendre 23h pour que les consommations soient minimales.

Le graphique suivant présente les consommations horaires sur une semaine en janvier pour l'ensemble des colonnes :



On retrouve ainsi le même schéma que précédemment mais encore plus accentué.

Cela peut traduire plusieurs choses :

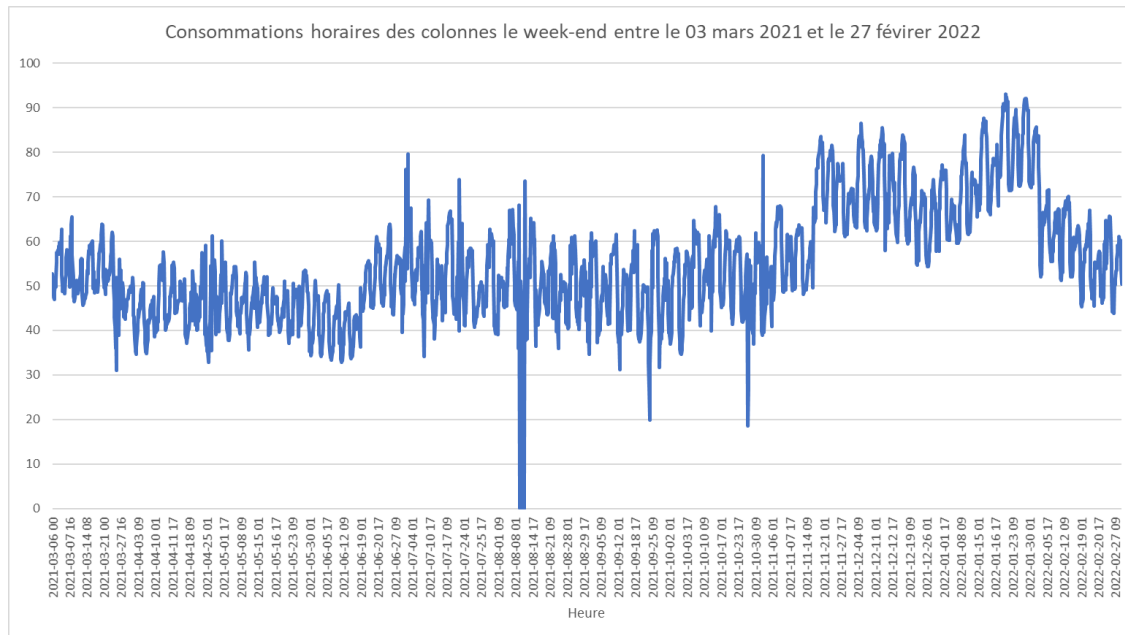
- Le départ progressif des occupants. On constate que la décrue est brutale à partir de 17h et 18h ce qui signifie que la plupart des occupants quittent le bâtiment aux alentours de ces heure-là, ce qui est logique pour un bâtiment de ce type.

- Les équipements informatiques peuvent ne pas être éteints, ils peuvent mettre un certain temps à se mettre en veille
- Et surtout l'éclairage est automatiquement éteint vers 23 heures.

On constate ainsi une veille permanente de 50 kW la nuit.

Cette veille représente environ 135 MWh entre 22h et 06h le matin, soit 2.7% des consommations totales du bâtiment.

On retrouve cette veille également le week-end :



Cette consommation durant le week-end représente 137 MWh, soit 2.7% des consommations totales du bâtiment.

En tout, les veilles représentent donc plus de 5% des consommations du bâtiment.

La « chasse aux veilles » dans les bureaux est un exercice difficile qui demande beaucoup de sensibilisation. Comme nous l'avons dit plus haut, une grande partie de cette veille provient de quelques éclairages non commandés et non éteint, mais aussi principalement des équipements informatiques laissés allumés : ordinateur et imprimantes principalement.

Concernant l'éclairage il est relativement simple d'installer des détecteurs de présence et/ou un asservissement sur les éclairages des bureaux qui n'en sont pas encore dotés. **De plus nous pensons que la coupure de l'éclairage pourrait être avancée à 21h sans problème majeur pour les occupants.**

Concernant les postes informatiques seul une sensibilisation pourrait faire évoluer les pratiques.

Nous considérons donc qu'il est possible de réduire la puissance nocturne et week-end d'environ 50% (donc environ 100 MWh) relativement facilement mais nous gardons ce gain en « bonus » vis-à-vis du décret tertiaire car cela reste très incertain.

De même, l'évolution du parc informatique vers des appareils moins gourmands conduit également à une réduction des consommations. Attention toutefois à « l'effet rebond » qui consiste par exemple à avoir deux écrans au lieu d'un seul qui annule l'efficacité énergétique des appareils. Là aussi nous ne prendrons pas en compte ces éventuelles gains vis-à-vis du décret tertiaire.

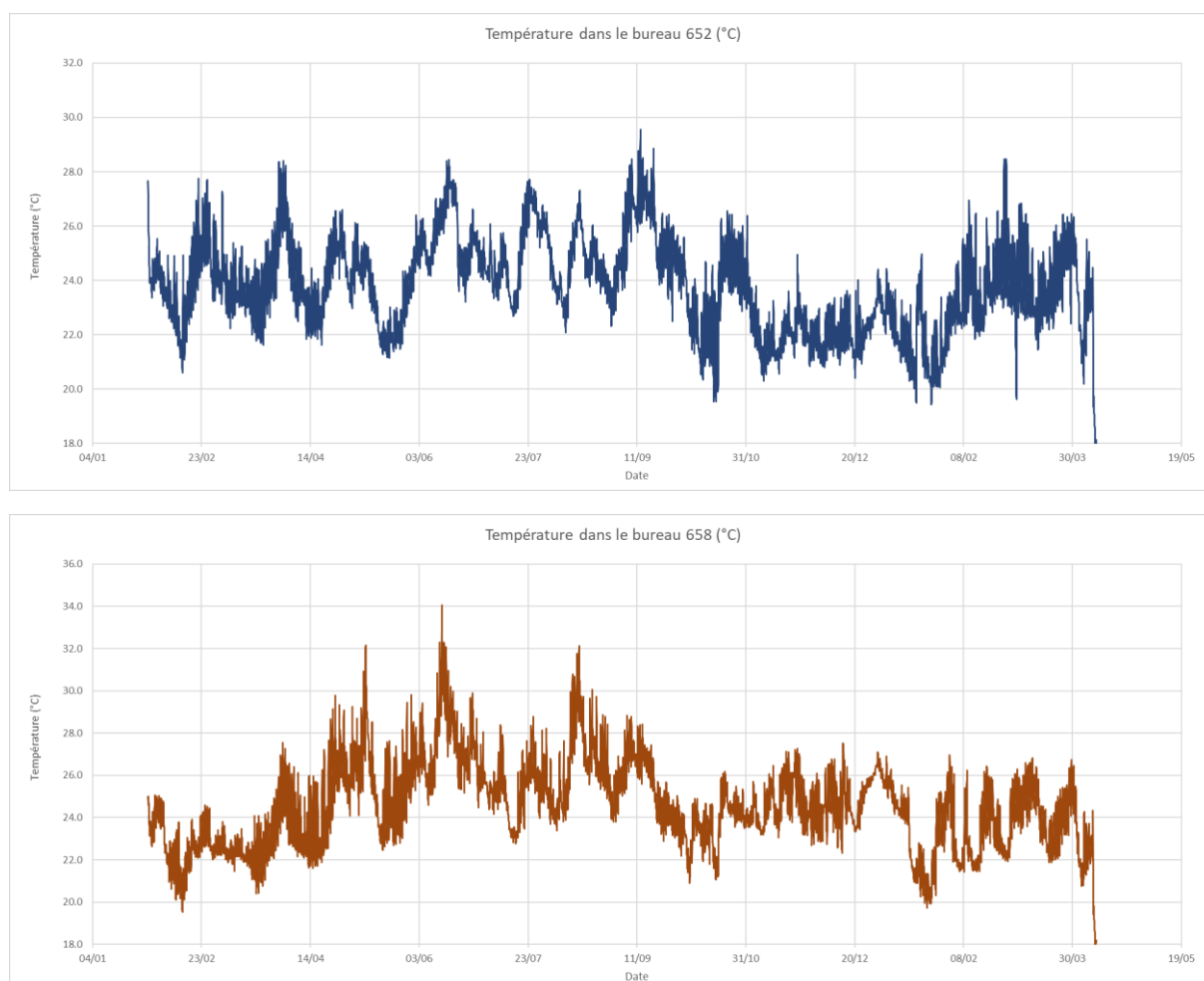
3.3.6 ANALYSE DES TEMPERATURES DANS LES BUREAUX

Nous avons posé 4 sondes de températures dans les bureaux durant une année. Malheureusement, deux sondes ont disparu dans l'année ce qui ne nous laisse que deux sondes pour analyser les températures :

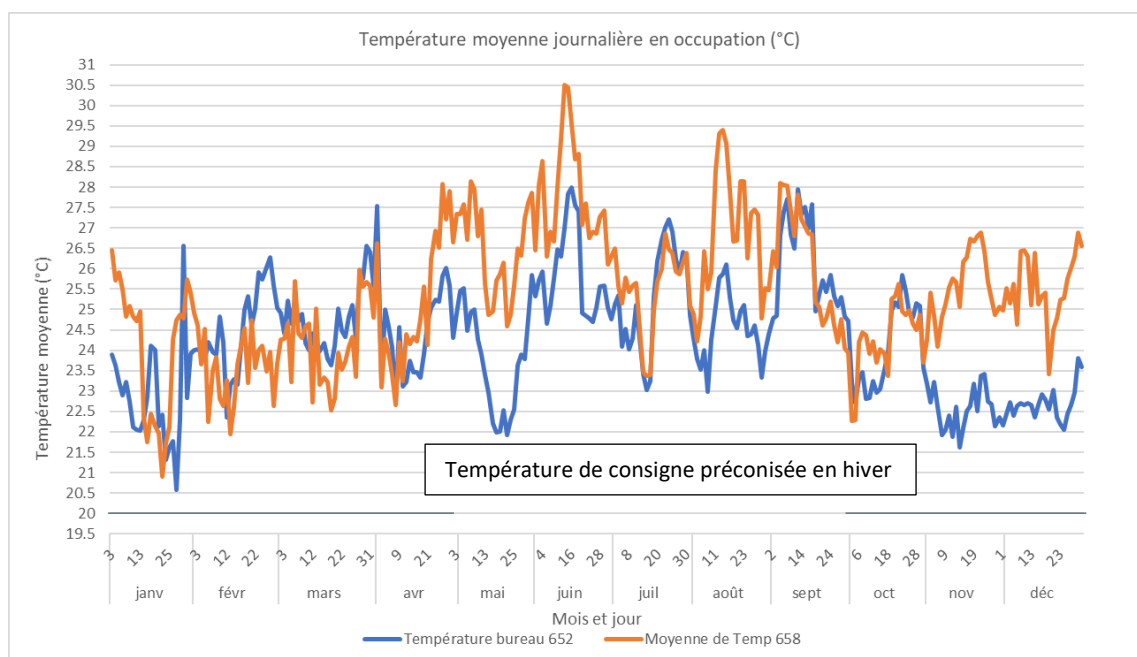


Figure 17 : Mesure de température dans les bureaux

Voici les températures annuelles des bureaux :



Ci-dessous ces températures ont été moyennées quotidiennement sur les périodes d'occupation :



Il est ainsi très clair que le chauffage n'est tout simplement pas régulé dans les bureaux, le chauffage est « à fond » tout le temps. Nous préconisons une température moyenne de l'air comprise entre 20 et 21°C dans les bureaux, cette température est jugée très confortable par de nombreuses études scientifiques et validée sur de nombreux sites tertiaires.

Nous constatons des surchauffes ponctuelles importantes dans les bureaux Sud (bureau 668). La mise en place de protection solaire type BSo est prévue, et cela devrait se traduire par une nette amélioration des températures en été.

En lien avec la régulation des CTA (paragraphe 3.3.2) nous préconisons la ventilation à grand débit en période nocturne en semaine avec coupure le week-end. Une ventilation nocturne par ouverture des fenêtres est également très efficace.

En période nocturne et le week-end les températures ont également été très élevées :

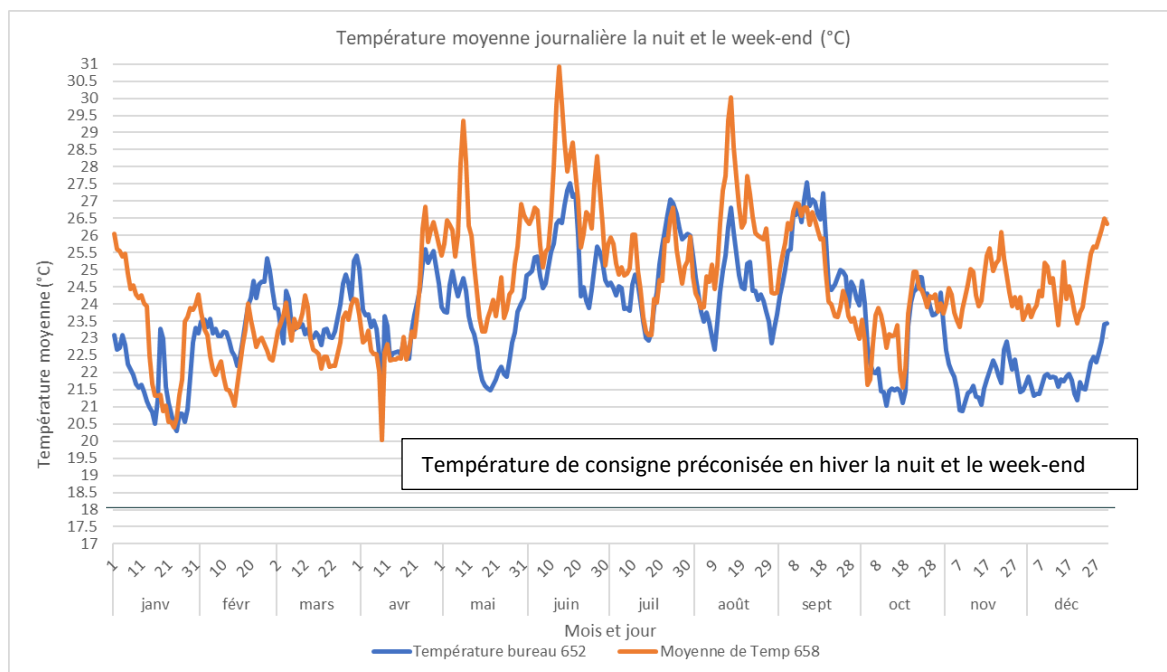
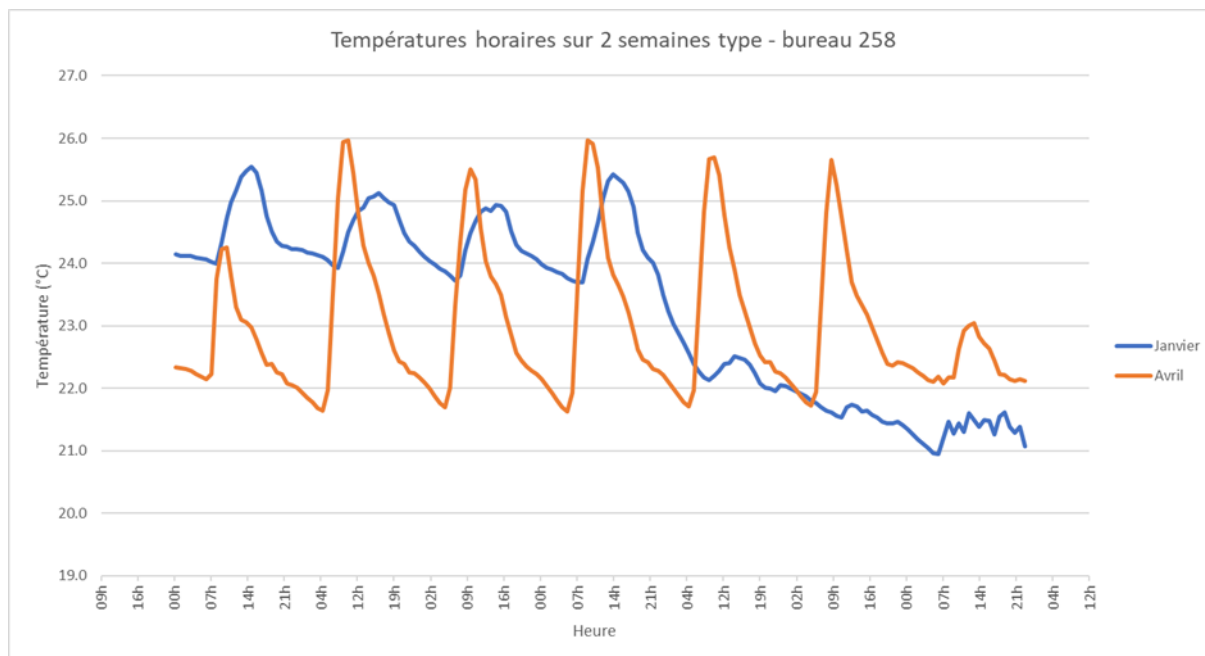


Figure 18: Température nocturne et en week-end

Nous constatons qu'il n'y a pour ainsi dire aucun réduit de température hors occupation dans le bâtiment. Cela n'est pas normal, il est impératif de revoir ce fonctionnement.

De plus nous pouvons constater par exemple dans le graphique ci-dessous qu'il peut faire plus chaud au mois de janvier qu'au mois d'avril :



3.4 Consommations de chaleur

Le bâtiment est alimenté par le réseau de chaleur de la ville de Lyon.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des consommations de chauffage mois par mois en MWh et en MWh/DJU.

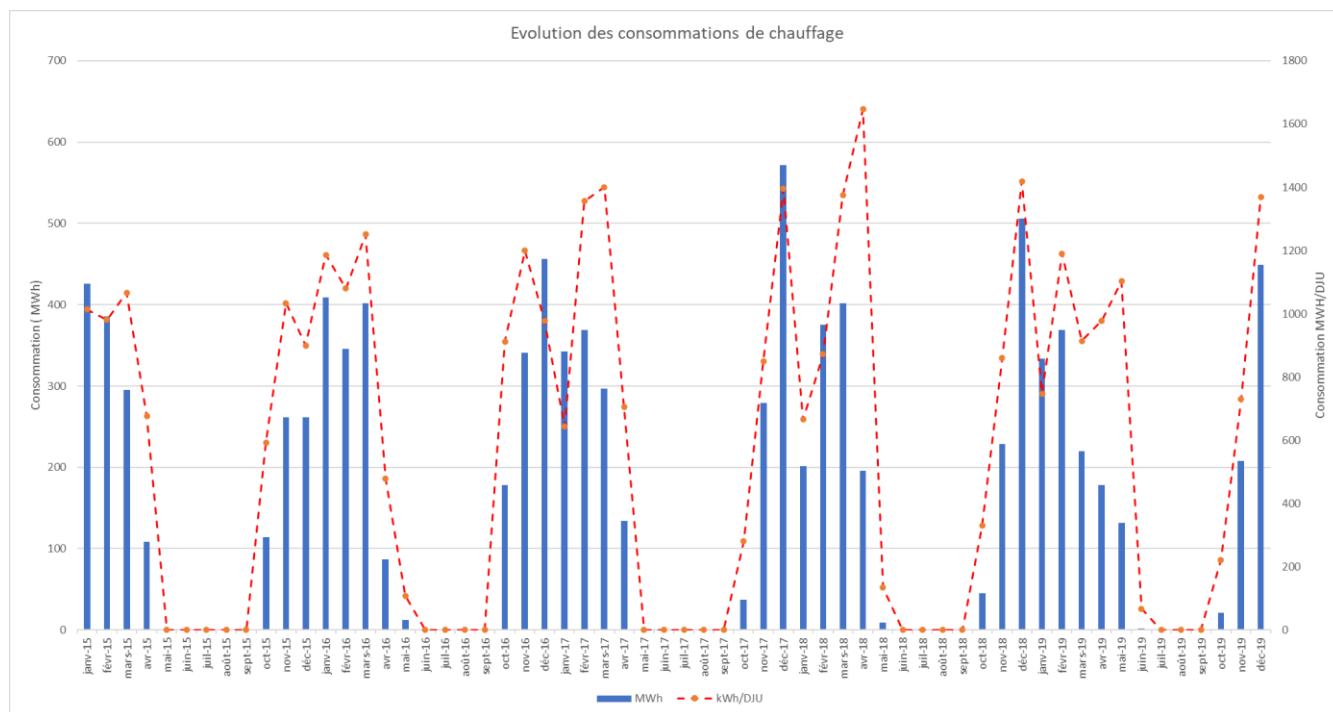


Figure 19 : Consommation de chaleur mensuelle depuis 2015

On constate que les consommations de chauffage ne suivent pas la rigueur de la météo, une bonne régulation étant caractérisée par un ratio MWh/DJU quasiment constant.

Cette mauvaise régulation peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- Loi d'eau non réglée sur la température extérieure
- Régulation terminale ouverte au maximum (ou dysfonctionne), ce qui conduit à des dépassements de la température de consigne dans les locaux lorsque la température extérieure se radoucit.

3.4.1 ANALYSE HORAIRE

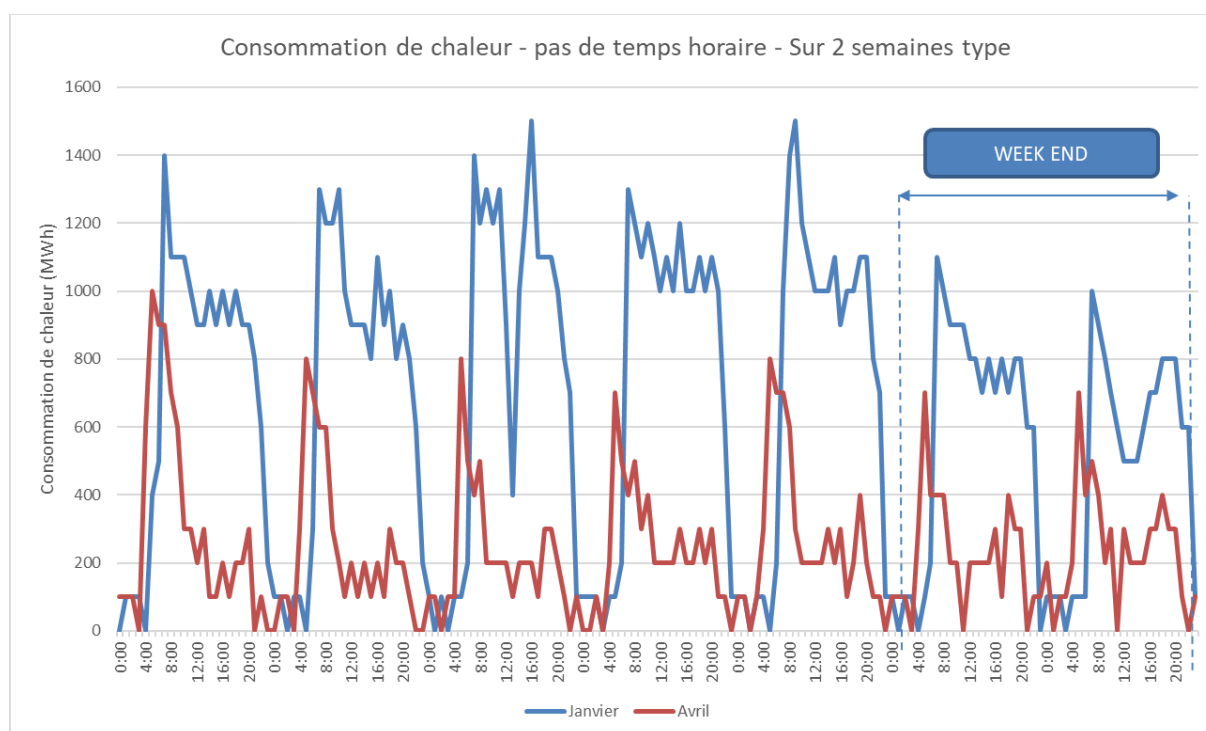
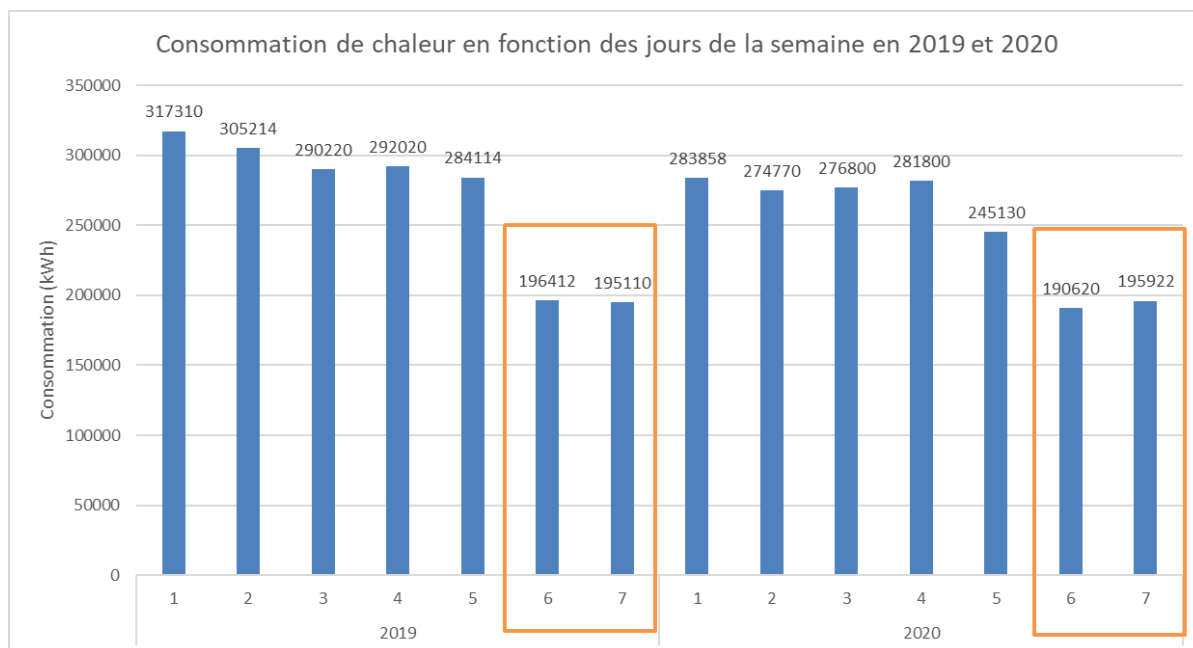


Figure 20 : Consommation horaire de chaleur sur une semaine type

Le graphique précédent montre deux semaines type représentatives au mois d'Avril (mi-saison) et au mois de janvier (plein hiver)

Ce graphique permet de constater plusieurs choses :

- Les appels de puissance en avril sont très logiquement beaucoup plus faibles qu'en janvier.
- Le pic de relance matinal le matin est très clair, la relance s'effectue à entre 5h et 6h du matin, soit environ 1h30 avant l'arrivée des premiers occupants. Ce point est a priori normal pour un bâtiment de ce type.
- Le point problématique sur ces courbes est l'absence de réduit le week-end : on constate que les courbes du week-end sont quasiment similaires à celles du reste de la semaine, alors même que le bâtiment est peu occupé. Ainsi, en 2019, le chauffage le week-end représentait environ 20% des consommations de chauffage et 22% en 2020, soit environ 390 MWh. Le graphique ci-dessous présente la somme des consommations chaque jour de la semaine en 2019 et 2020.



Attention cependant : Couper le chauffage le week-end ne permettra pas de récupérer 100% de ces consommations car il faudra une relance plus importante le lundi matin pour remettre le bâtiment en chauffe. Cela dépendra aussi beaucoup de la température de réduit envisagée le week-end.

- Le chauffage est coupé vers 21h le soir, alors même que les derniers occupants quittent le bâtiment vers 19h30 comme en témoigne les courbes de consommations horaires électrique (Cf paragraphe 3.3.5). En comptant sur l'inertie du bâtiment on pourrait même couper le chauffage vers 18h sans que les derniers occupants ressentent la différence (le bâtiment ne se refroidit pas instantanément). Les consommations entre 18h et 22h (hors week-end) représentaient environ 16% des consommations totales de chauffage, soit environ 300 MWh. Le graphique ci-dessous présente la somme des consommations qui ont lieu à chaque heure de la journée sur l'année 2019 et 2020 ;
- Attention cependant, le bâtiment ne se vide pas entièrement la nuit, il peut y avoir des audiences jusqu'à tard. On ne pourra pas récupérer 100% des ces consommations

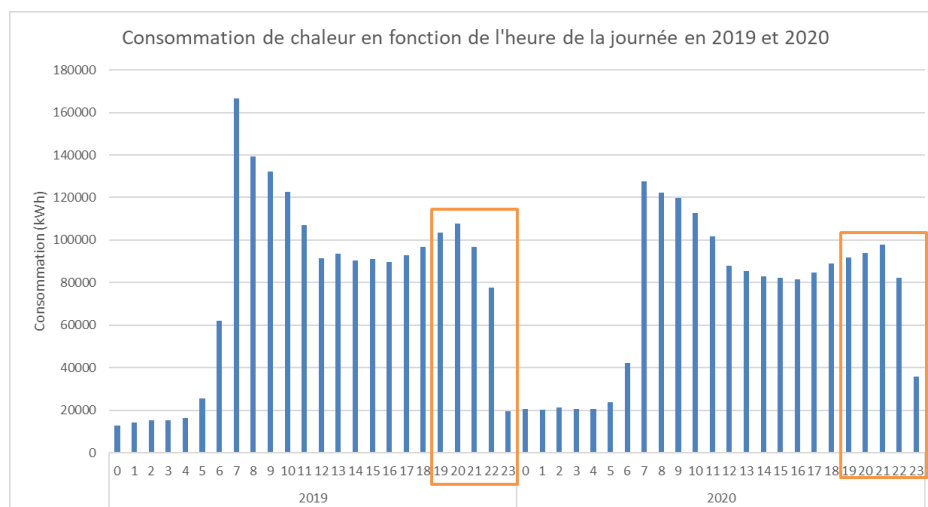


Figure 21 : Profil horaire des consommations de chauffage en 2019 et 2020

3.5 Froid

Le bâtiment est alimenté par le réseau de froid de la ville de Lyon. Certains locaux disposent d'émetteurs de froid actif mais il s'agit principalement des locaux informatiques. La plus grosse partie du bâtiment est rafraîchie via l'air hygiénique refroidi par une batterie froide au niveau des CTA. La température de consigne terminale dans chaque local n'est donc pas contrôlée précisément.

Ci-dessous l'évolution des consommations de froid mois par mois en MWh et en MWh/DJU.

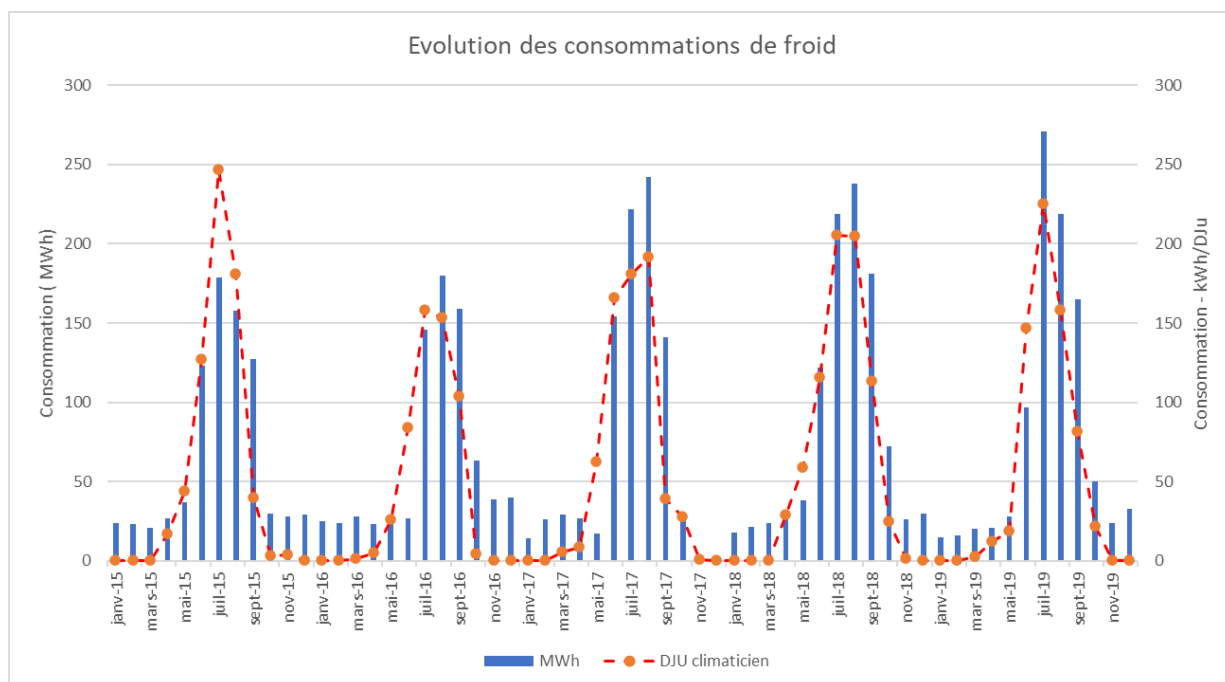


Figure 22 : Consommation mensuelle de froid depuis 2015

Là encore la consommation de froid ne suit pas les DJU (DJU froid). Mais cela est moins surprenant pour le froid car d'autres paramètres sont souvent tout autant importants que les DJU sur les consommations de froid (rayonnement solaire par exemple).

Il est cependant surprenant qu'il existe un talon de froid quasiment constant en hiver. Les graphiques horaires ci-dessous permettent de mieux comprendre ce phénomène anormal.

3.5.1 ANALYSE HORAIRE

Le graphique ci-dessous présente les consommations de froid au mois de décembre en 2018, 2019 et 2020 :

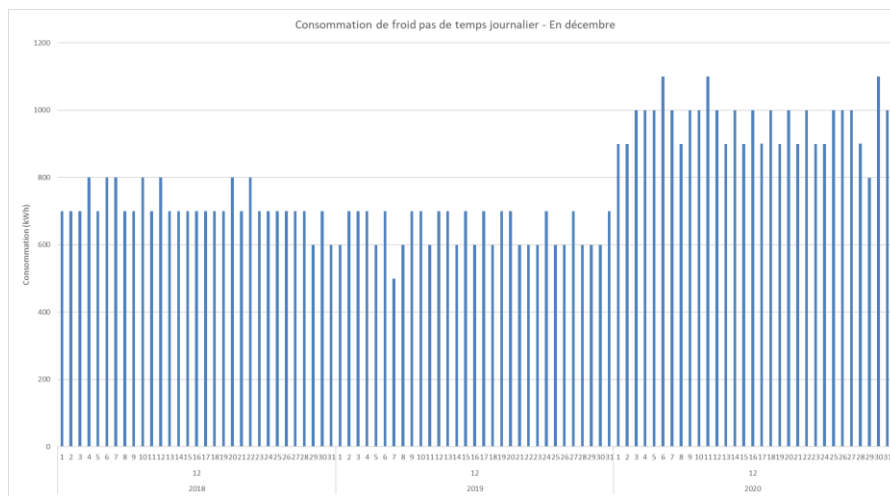


Figure 23 : Consommation de froid journalière des mois de décembre 2018, 2019 et 2020

On constate que tous les jours il y a une consommation de froid d'environ 1000 kWh. L'analyse horaire montre par ailleurs que cette consommation est constante toute la journée. Nous n'avons pas identifié de locaux techniques climatisés représentant une telle consommation.

- Soit cela provient d'un équipement ayant une demande de rafraîchissement constante journalière de 1000 kWh (soit environ 40 kW de puissance), ce qui est très fortement improbable et nous n'avons pas vu de tel équipement dans le bâtiment.
- Soit cela provient d'une fuite, d'une vanne mal fermée etc.

Cette consommation parasite représente 152 MWh en 2019 (pour les mois de janvier à avril et d'octobre à décembre), soit environ 16% des consommations de froid, soit 3.1% des consommations totales du bâtiment en 2019.

Sur le graphique ci-dessous les consommations horaires sur une semaine fin juin 2019

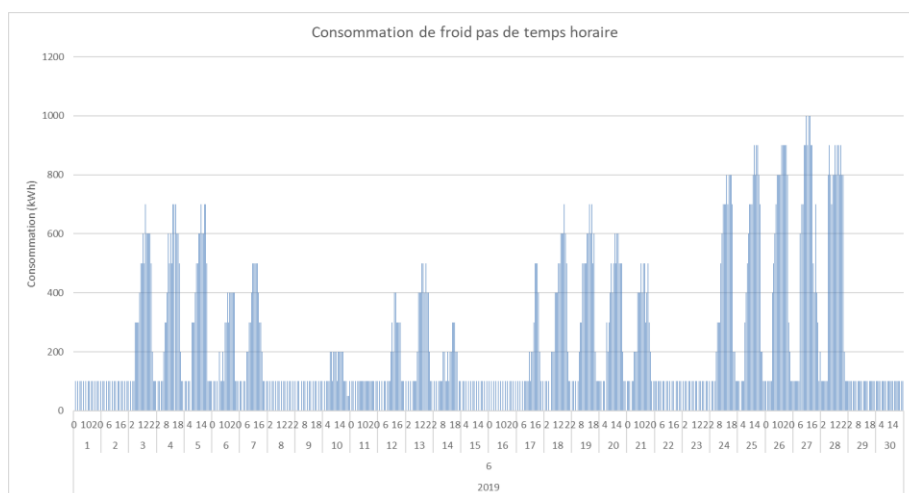


Figure 24 : Consommation horaire de froid sur le mois de juin 2019

- Le week-end est clairement visible avec un arrêt complet du fonctionnement du réseau froid
- Le talon de froid en période nocturne et le week-end est toujours là, même en été. Cette perte représente 171 MWh en 2019 entre mai et septembre (inclus). Cela représente 18% des consommations de froid totales et 3.5% des consommations totales du bâtiment.

Au global, cette fuite d'eau glacée représente donc 6.6% des consommations du bâtiment en prenant en compte la perte hivernale et estivale.

Nous avons identifié l'origine potentielle du problème, avec une vanne mal fermée : **voir rapport « Diagnostic énergétique »**.

- En dehors de ce dysfonctionnement, le réseau régule plutôt bien en fonction de la température extérieure comme on peut le voir en superposant les températures extérieures de juin 2019. On constate que les consommations suivent bien la température maximale extérieure. Le graphique ci-dessous montre en effet les températures de Juin 2019 à Lyon. Il est possible de comparer ce graphique avec le précédent pour voir que les consommations de froid suivent les courbes de température.

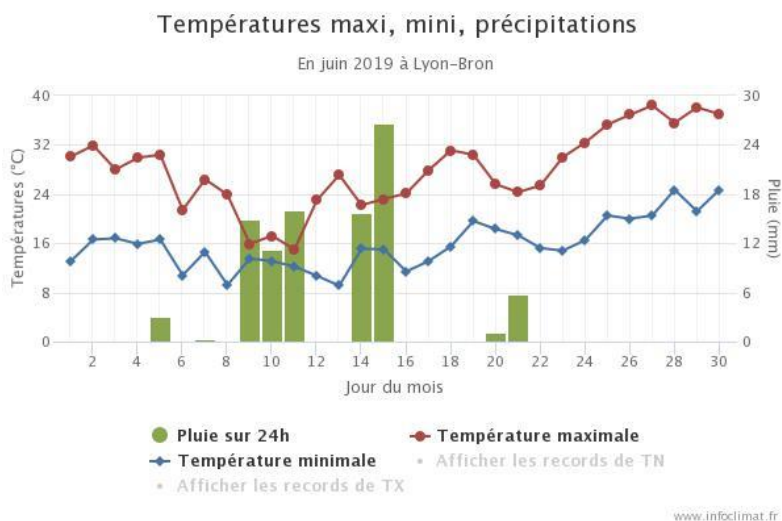


Figure 25 : Climatologie du mois de juin 2019

Attention : Nous constatons que depuis 2020 cette régulation n'est plus faite correctement :

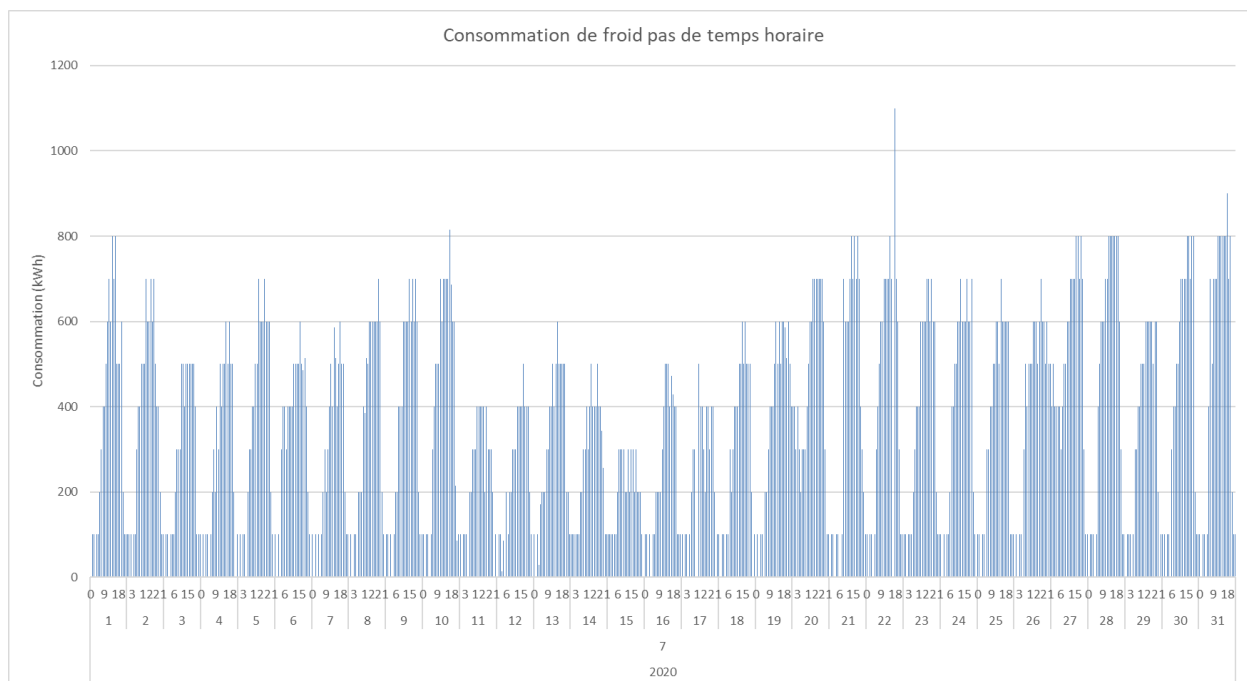
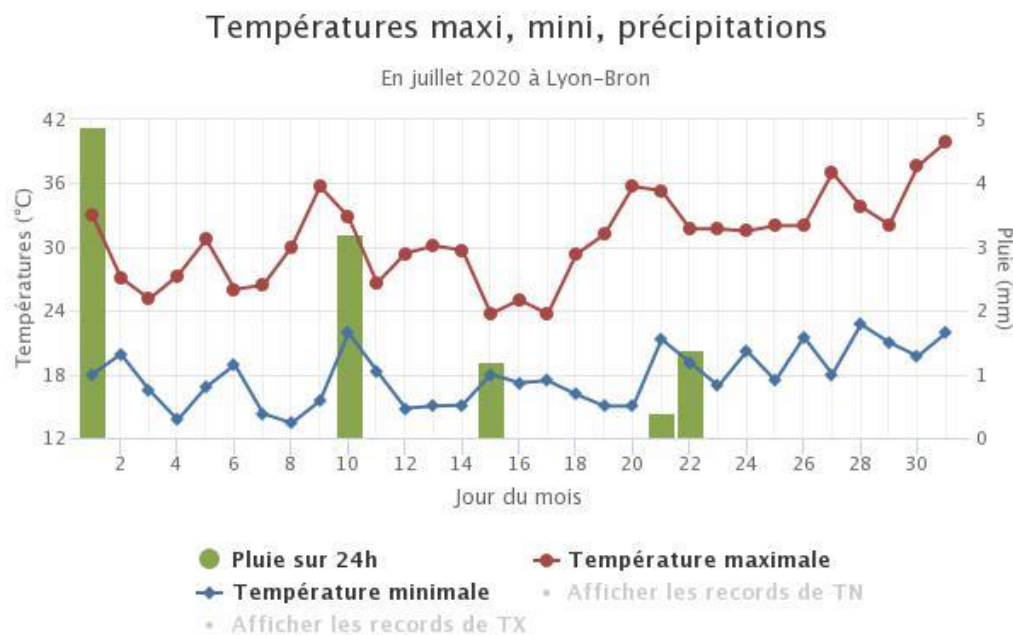


Figure 26 : Consommation de froid sur le mois de juillet 2020

Nous ne pouvons en effet plus repérer facilement les week-ends et la consommation est relativement constante tout le long du mois malgré une météo variable : Le graphique ci-dessous montre en effet les températures en Juillet 2020 qui évoluent fortement ce qui n'est pas visible sur le graphique précédents des consommations.



www.infoclimat.fr

Cela est confirmé par le graphique suivant qui fait la somme des consommations selon le jour de la semaine en 2019 et 2020 :

Figure 27 : Climatologie de juillet 2020

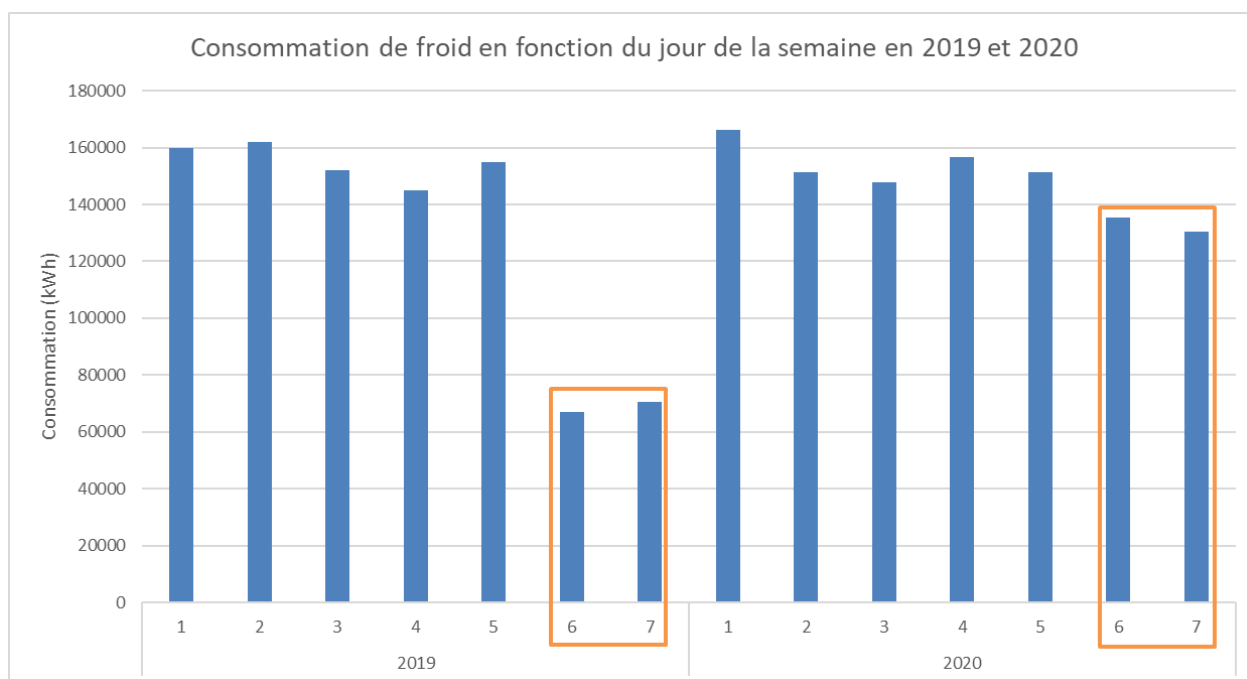


Figure 28 : Consommation de froid en été selon les jours de la semaine en 2019 et 2020

On constate clairement qu'en 2019 le froid était coupé le week-end (hormis la fuite d'eau glacée dont nous avons déjà parlé), alors qu'en 2020 ce n'est pas le cas. En 2020 les consommations du week-end représentaient 225 MWh, soit 25% des consommations de froid totales.

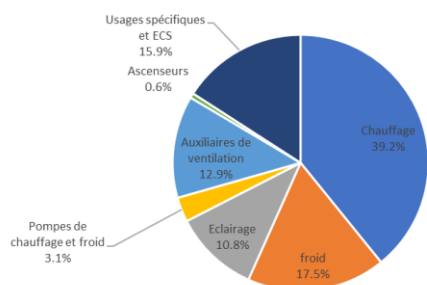
Cette régulation est donc à revoir dès que possible pour éviter les dérives. Nous constatons ainsi une augmentation de 15% des consommations de froid entre 2019 et 2020, sans que cela puisse être expliqué uniquement par le climat (augmentation DJU base 18 de 6%)

3.6 Bilan énergétique

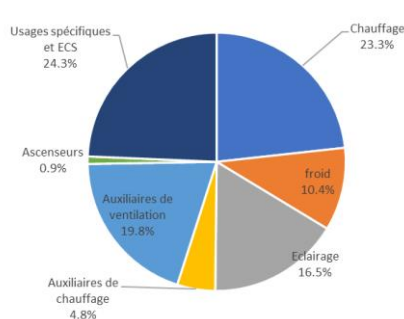
Grâce à la campagne de mesure réalisée, nous pouvons ajuster plus précisément le bilan énergétique du bâtiment :

Poste	Energie	Energie finale (kWhEF/an)	Energie Primaire (kWhEP/an)	Coût (€/an)	Emissions GES (kgCO2eq/an)
Chauffage	Réseau urbain	1 998 000	1 998 000	158 955	201 798
froid	Réseau urbain	894 000	894 000	116 607	19 382
Eclairage	Electricité	550 000	1 419 000	39 002	44 000
Auxiliaires de chauffage	Electricité	158 736	409 539	11 256	12 699
Auxiliaires de ventilation	Electricité	658 897	1 699 954	46 724	66 549
ECS	Electricité	841 405	2 170 824	59 666	67 312
Usages spécifiques	Electricité				
TOTAL		5 101 038	8 591 317	432 211	411 740
Ratio au m²		160.4	270.1	13.6	12.9

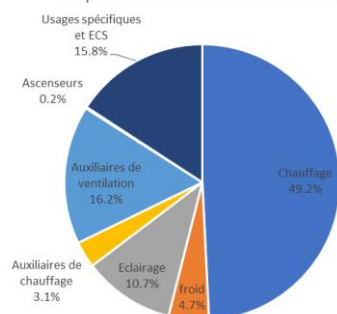
Répartition des consommations en énergie finale
(kWhEF/an)



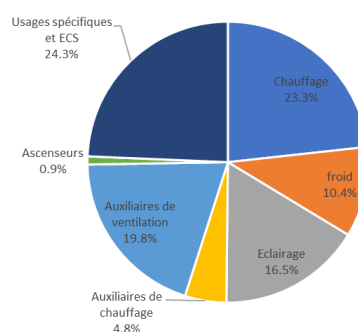
Répartition des consommations en énergie primaire
(kWhEP/an)

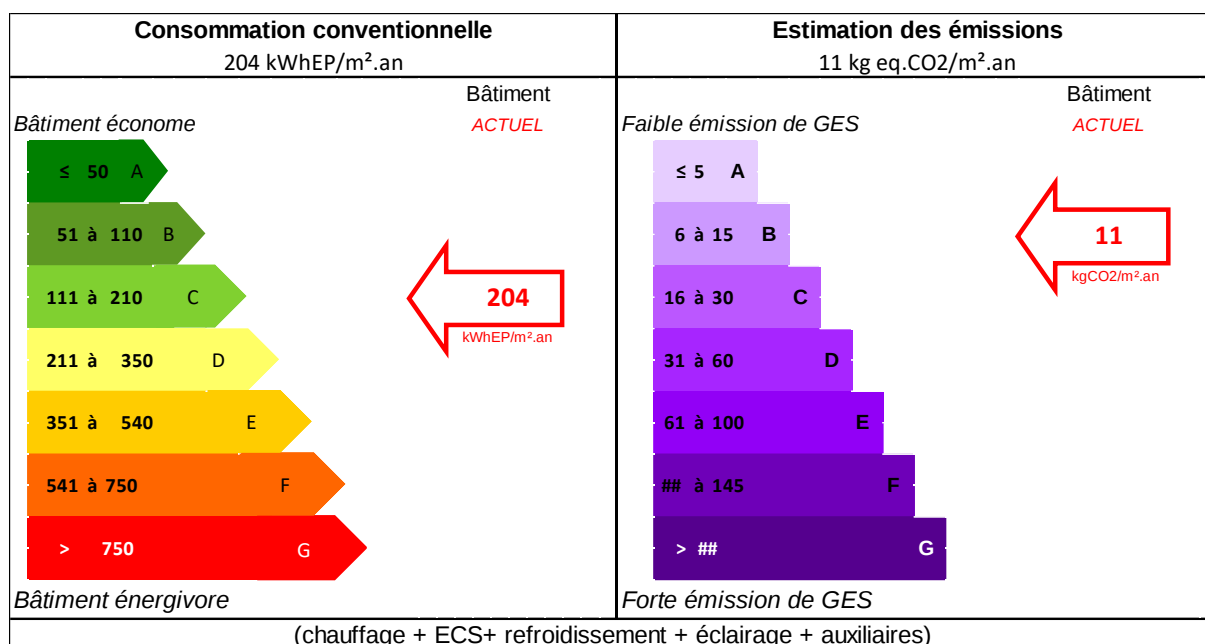


Répartition des émissions de CO2



Répartition des coûts (€)





Le bâtiment est en classe C pour l'énergie en prenant les consommations réglementaires et de classe B sur les émissions de gaz à effet de serre. Ces étiquettes traduisent une performance correcte du bâtiment. Attention, on ne considère ici que les consommations réglementaires, c'est-à-dire hors consommations « spécifiques » (ligne « usages spécifiques » du tableau précédent).

Remarque : l'étiquette énergétique n'a aucune application pratique dans le décret tertiaire.

4 APPLICATION DU DECRET TERTIAIRE

Pour rappel, l'assujetti pourra choisir entre deux objectifs de consommation en énergie finale surfacique :

- **Objectif « relatif »** (C_{RELAT}) – Un niveau de consommation en énergie finale surfacique réduit par rapport à une consommation en énergie finale surfacique de référence, respectivement de :

échéance	Objectif de réduction
2030	40 %
2040	50 %
2050	60 %

- **Objectif « absolu »** (C_{ABS}) – Un niveau de consommation en énergie finale surfacique fixé par arrêté pour chaque échéance et pour chaque typologie d'activité tertiaire, et fonction de la consommation des bâtiments neufs de la typologie d'activité.

Les objectifs « relatif » et « absolue » seront calculés et comparés afin de sélectionner l'objectif le plus avantageux pour le Maître d'Ouvrage à l'échéance 2030.

4.1 Consommation de référence

Année de référence :	2016	avec	125 kWhEF/m ²
		soit	3 963 671 kWhEF

La consommation de référence est calculée sur la base des informations suivantes :

- DJU moyen 2001-2020 pour Lyon = 2306
- Coefficient PCI/PCS pour le réseau de chaleur = 0.77 → Il s'agit d'un « bonus » pour le raccordement aux réseaux de chaleur qui ne traduit pas la réalité physique du réseau mais permet de valoriser les réseaux
- Coefficient PCI/PCS pour le réseau de froid = 0.25 → Il s'agit d'un « bonus » pour le raccordement aux réseaux de froid qui ne traduit pas la réalité physique du réseau mais permet de valoriser les réseaux

4.2 Objectif « relatif » du décret tertiaire s'appliquant au bâtiment

Dans le but de déterminer l'année et la consommation de référence permettant de valoriser au mieux les actions de performance déjà engagées sur les bâtiments / parties de bâtiments assujettis, le Maître d'Ouvrage peut utiliser les données de consommations énergétiques entre 2010 et 2019. **Dans le cadre de cet audit, l'année de référence sera sélectionnée parmi les 3 années de consommations disponibles.**

Nous prenons l'année la plus favorable parmi celles à disposition, soit l'année 2016. (Le chauffage est corrigé par rapport à la moyenne des DJU entre 2001 et 2020)

L'objectif « relatif » calculé dans le cadre de cet audit pourra donc être « optimisé » si une année de référence plus avantageuse était par la suite définie par le Maître d'Ouvrage. **Les bouquets de travaux et la consommation en énergie finale surfacique qu'ils permettent d'atteindre, proposés dans cet audit, resteront cependant valables.**

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs des objectifs déterminés sur la base des consommations réelles.

Remarque : Attention à bien comparer les ratios en énergie finale et non en énergie primaire. Attention de ne pas regarder l'étiquette énergétique qui est en énergie primaire et uniquement sur le périmètre "réglementaire" alors que le décret tertiaire prend 100% des consommations.

L'objectif « relatif » à atteindre à chaque échéance est donc le suivant :

OBJECTIF RELATIF			
Année de référence :	2016	avec	125 kWhEF/m²
		soit	3 963 671 kWhEF
	Consommation surfacique [kWhEF/m ²]	Consommation globale [kWhEF]	Gains / référence [%]
Objectif relatif 2030 :	75 kWh/m²	2 378 203 kWh	-40%
Objectif relatif 2040 :	62 kWh/m²	1 981 835 kWh	-50%
Objectif relatif 2050 :	50 kWh/m²	1 585 468 kWh	-60%

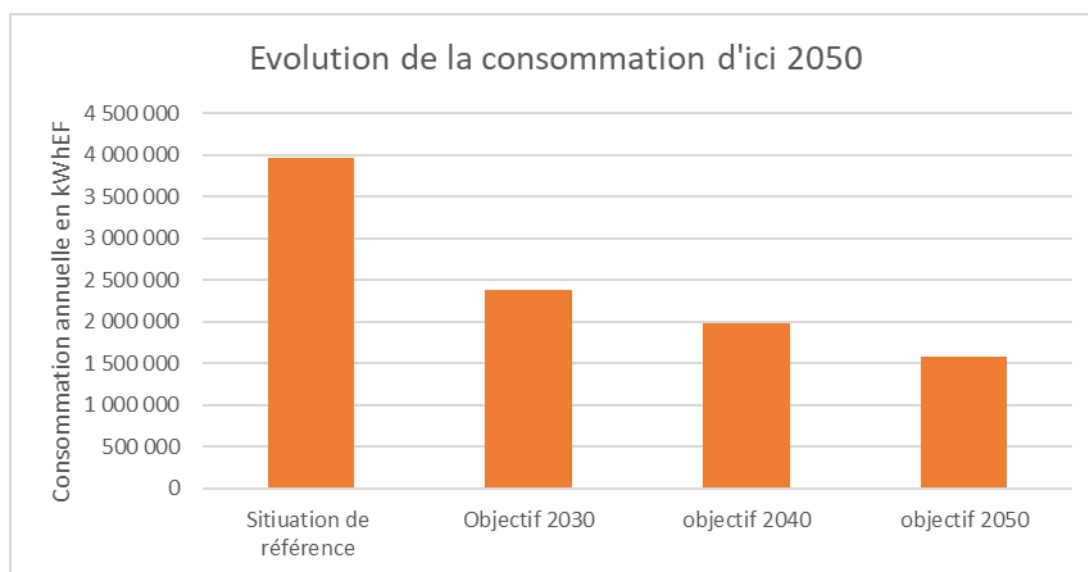


Figure 29 : Evolution prévisionnelle de la consommation énergétique du bâtiment selon le décret tertiaire

4.3 Objectif « valeur absolue » du décret tertiaire s'appliquant au bâtiment

Les consommations énergétiques de référence exprimée en valeur absolue noté Cabs sont déterminées pour chaque catégorie d'activité. Nous appliquons ici l'usage « bureaux » qui est le plus proche de celui du NPJL.

Attention, il est prévu que de nouveaux usages soient intégrés au décret tertiaire « prochainement », avec notamment un usage spécifique pour les bâtiments liés à la justice. Cet usage sera donc à prendre en compte pour le seuil « valeur absolue » mais nous sommes dans l'incapacité de le calculer à l'heure actuelle.

La formule de calcul de l'objectif de consommation est la suivante :

$$\text{Cabs} = \text{CVC} + \text{USE}$$

Avec :

- **CVC** : Composante de consommation énergétique relative à l'ambiance thermique générale et à la ventilation des locaux, définie pour un rythme d'utilisation de référence et pour chaque catégorie d'activité en fonction de la zone climatique et de l'altitude
- **USE** : une composante de la consommation énergétique relative aux usages spécifiques énergétiques propres à l'activité ainsi qu'aux autres usages immobiliers tels que la production d'eau chaude sanitaire et d'éclairage, définie pour une intensité d'usage étalon et pour chaque catégorie d'activité.

Le tableau ci-dessous présente l'objectif de consommation énergétique « valeur absolue » fixé par le Décret Tertiaire à horizon 2030 :

OBJECTIF ABSOLU				
Objectif valeur absolue (Cabs)				
Typologie d'usage	Surface Sdp	Seuil		
		CVC	USE	Cabs par usage
Bureaux	31 808 m ²	62 kWh/m ²	31 kWh/m ²	93 kWh/m²

	Consommation surfacique [kWhEF/m ²]	Consommation globale [kWhEF]	Gains / référence [%]
Objectif absolu 2030 :	93kWh/m ²	2 958 144 kWh	25.3%

4.4 Comparaison des objectifs à horizon 2030

	Consommation surfaccique [kWhEF/m²]	Consommation globale [kWhEF]	Gains / référence [%]
Objectif relatif 2030 :	75 kWh/m²	2 378 203 kWh	-40%
Objectif absolu 2030 :	93 kWh/m²	2 958 144 kWh	-25.3%

L'objectif absolue est donc nettement plus avantageux à l'horizon 2030. A noter que cela est dû aux coefficients de conversion $K_{wh_{PCI}}/K_{wh_{PCS}}$ pour le réseau de chaleur et réseau de froid qui ont pour but de favoriser ces énergies.

En revanche il convient également de prendre en compte ces coefficients lors du calcul des économies d'énergie pour le décret tertiaire. Par exemple l'isolation par l'extérieur pourra apporter un gain de 173 MWh mais il convient d'appliquer le coefficient de 0.77, soit un gain final vis-à-vis du décret tertiaire de 133 MWh. Cela favorisera plus les mesures liées à l'électricité au détriment des mesures liées au chauffage et encore plus les mesures liées au froid.

A noter que les seuils en valeur absolue pour 2040 et 2050 ne sont pas connus et seront fixés respectivement en 2030 et 2040.

5 PRECONISATIONS

5.1 Préconisations proposées

Nos préconisations sont classées par poste. Elles concernent :

- L'amélioration du bâti ;
- Les équipements de chauffage, ventilation et climatisation (CVC) ;
- Les équipements électriques ;
- La gestion énergétique du site (sensibilisation, régulation).

5.2 Préconisation du bâtiment

Les gains en % vis-à-vis du décret tertiaire tiennent compte des coefficients PCI/PCS de « bonification » des réseaux de chaleur et réseau de froid mais pas les gains en kWhEF qui sont les gains réels attendus.

5.2.1 ENVELOPPE

Action	Cout (€ HT)	Amélioration du confort	Economie annuelle					Réduction par rapport à la consommation de référence du décret tertiaire (%)			CEE (MWh _{cumac})	CEE (€)	Temps de retour sur Investissement brut (année)
			Electricité (kWh)	Chaleur (kWhEF)	Froid (kWhEF)	GES (kg CO2)	Financières (€ TTC)	Conso. EF	GES	Dépenses			
Isolation par l'extérieur – R > 5 m²K/W – PSE + enduit	2 717 000	Oui	0	173 000	0	17 473	15 836	3.4%	4.5%	3.2%	28454	200 000	159 ans
Menuiseries extérieures performantes – Uw < 1.4 W/m²K	3 795 000	Oui	0	811 000	0	81 911	64 213	15.8%	21.1%	14.9%	18 150	127 000	57 ans
Isolation de la toiture terrasse, y compris reprise étanchéité – R > 7.3 m²K/W	1 247 800	Oui	0	115 000	0	11 615	9 105	2.2%	3.0%	2.1%	12 331	86 317	128 ans

COMMENTAIRES

Ces actions permettent la revente de CEE, ce qui permet de diminuer le coût de l'action.

Ces actions ne sont pas rentables d'un point de vue économique, même en prenant en compte les gains des CEE. En revanche les gains énergétiques sont très importants, en particulier pour les menuiseries extérieures qui sont aujourd'hui loin des normes actuelles. Le gain comprend à la fois l'amélioration de la performance des menuiseries mais aussi le gain sur l'étanchéité à l'air et sur les ponts thermiques de liaison des menuiseries.

A noter que pour la toiture terrasse nous considérons ici le cout total, compris dépose et reprise de l'étanchéité. Le cout de l'isolant en lui-même est très réduit. Ces travaux se font en général dans le cadre de la reprise de l'étanchéité courant de la toiture (normalement tous les 20-25 ans).

Ainsi, la reprise totale du bâti amènerait un gain en énergie finale de près de 21.4%.

5.2.2 SYSTEMES/EQUIPEMENTS CVC (CVC, ECLAIRAGE, ETC.)

Action	Cout (€ HT)	Amélioration du confort	Economie annuelle					Réduction par rapport à la consommation de référence du décret tertiaire (%)			CEE (MWh _{cumac})	CEE (€)	Temps de retour sur Investissement brut (année)
			Electricité (kWh)	Chaleur (kWhEF)	Froid (kWhEF)	GES (kg CO2)	Financières (€ TTC)	Conso. EF	GES	Dépenses			
Correction du problème de fuite d'eau glacée : Changement des vannes et/ou groupe de maintien de pression pour le réseau de froid	<10 000€	Non	0	0	323 000	3553	41 990	2.0%	0.9%	10%	/	/	< 1 an
Eclairage : - Détection de présence dans les circulations - Réduction des puissances d'éclairage dans les bureaux - Asservissement de l'éclairage des parkings - Coupure de l'éclairage générale à 21h au lieu de 23h	150 000€	Non	254 000	0	0	20 320	18 011	6.4%	5.2%	4.2%	/	/	8 ans
Equilibrage des débits de ventilation : Réduction des débits globaux et mise en place de variateur de fréquence sur les CTA	100 000€	Oui	90 000	151 000	0	22 451	18 338	5.2%	5.8%	4.2%	/	/	5.5 ans
Reprise de la sous-station : Pompes à débit variable + vannes 3 voies et correction de la régulation	30 000	Non	60 000	0	0	4800	4254	1.5%	1.2%	1.0%	/	/	7 ans

COMMENTAIRES

Ces actions sont rapides à mettre en place et rapidement rentables. La correction du problème de fuite d'eau glacée doit être traitée prioritairement.

Toutes ces actions conduisent à un gain global d'environ 15.1% d'économie globale ce qui est une économie substantielle.

5.2.3 REGULATION (GTB, OPTIMISATION DE LA REGULATION, ETC.)

Action	Cout (€ HT)	Amélioration du confort	Economie annuelle					Réduction par rapport à la consommation de référence du décret tertiaire (%)			CEE (MWh _{cumac})	CEE (€)	Temps de retour sur Investissement brut (année)
			Electricité (kWh)	Chaleur (kWhEF)	Froid (kWhEF)	GES (kg CO2)	Financières (€ TTC)	Conso. EF	GES	Dépenses			
Baisse de la température de chauffage du bâtiment : Passage de 23°C en moyenne à 21°C : Equiper tous les radiateurs des bureaux de vannes thermostatiques bloquées et soufflage des CTA à 21°C et non 28°C	50 000€	Oui	0	350 000	0	35350	27 712	6.8%	9.1%	6.4%	0	0	< 2 ans
Régulation correcte du chauffage : Mise en réduit le week-end et arrêt du chauffage à 18h au lieu de 21h30 pour les zones non occupées	0€	Non	0	400 000	0	40400	31671	7.8%	10.4%	7.3%	0	0	< 1 an
Régulation correcte du froid : Arrêt le week-end	0%	Non	0	0	225 000	1237	14625	1.4%	0.3%	3.4%	0	0	< 1 an
Optimisation de la régulation des CTA	0€	Non	200 000	Non estimé – Mais économies certaines	0	16 000	14 182	5.1%	4.0%	3.3%	0	0	< 1an

COMMENTAIRES
Concernant la régulation de la température de consigne du bâtiment, nous proposons ici une campagne de changement de tous les robinets thermostatiques du bâtiment pour mettre en place des robinets à la fois plus performants et permettant de bloquer la consigne de température et éviter ainsi que les utilisateurs les dérèglent. Cette mesure pourrait demander du temps et de la pédagogie pour être acceptée par les utilisateurs mais une température de 23 ou 24°C dans les bureaux n'est pas admissible d'un point de vue énergétique. 21°C est d'ailleurs encore une température élevée pour le chauffage et il est possible de descendre à 20°C sans rencontrer de plainte des utilisateurs. D'autre part, les CTA doivent absolument souffler à une température neutre et ne pas participer au chauffage des bureaux. Le soufflage par air est nettement moins performant et conduit par ailleurs à des surchauffes et des dérives de température dans les locaux. Les autres mesures sont très simples à mettre en œuvre et doivent être considérées en priorité car il s'agit d'un pur gaspillage d'énergie. A noter que nous n'avons pas considéré 100% des gains possibles (seulement 55%) d'une part car certaines zones du bâtiment restent occupées une partie de la nuit et le week-end et également car l'arrêt du chauffage plus tôt le soir et l'arrêt du week-end devra être en partie compensé par une relance plus matinale le matin et en particulier le lundi matin. Il sera nécessaire de procéder par itération pour trouver l'heure optimale de relance en tenant compte de la température extérieure. Il faudra ainsi s'appuyer sur les services de maintenance qui devront effectuer ce travail d'optimisation. A noter que concernant le froid nous ne prendrons pas ce gain en compte vis-à-vis du décret tertiaire car il semble que ce problème n'était pas là avant 2019, c'est-à-dire après l'année de référence que nous avons fixée à 2016. Le gain potentiel dans cette catégorie est donc de 21.1%

5.2.4 PRECONISATIONS SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES

Action	Cout (€ HT)	Amélioration du confort	Economie annuelle					Réduction par rapport à la consommation de référence du décret tertiaire (%)			CEE (MWh _{cumac})	CEE (€)	Temps de retour sur Investissement brut (année)
			Electricité (kWhEF)	Chaleur (kWhEF)	Froid (kWhEF)	GES (kg CO2)	Financières (€ TTC)	Conso. EF	GES	Dépenses			
Installation panneaux photovoltaïque en toiture : 166 kWc	219 200	Non	161 338	0	0	12 907	11 440	4.1%	3.3%	2.6%	0	0	18.5 ans
Installation de groupe froid à la place du réseau de froid	688 970	Non	-223 500	0	890 000	1502	44 771	3.4%	0.4%	10%	0	0	16 ans

COMMENTAIRES
Ces deux mesures ont fait l’objet de rapport détaillé permettant de fiabiliser les solutions techniques et les calculs technico-économique. Le gain espéré est de 7.5%.

6 SCENARIOS

A partir des préconisations définies précédemment un phasage a été établi pour permettre l'atteinte des objectifs du décret tertiaire :

- Scénario 1 :**
 Cette première étape consiste à mettre en œuvre très rapidement les préconisations demandant pas ou peu d'investissement, avec des temps de retour très rapide. Il conduit à environ 27% de gain sur les consommations totales réelles du bâtiment (et 23% vis à vis du décret tertiaire) et peut être mis en œuvre dès maintenant.
- Scénario 2 :**
 Cette phase permettra l'atteinte du décret tertiaire qui vise une réduction de 25% des consommations d'ici 2030. L'ensemble de ces actions devront être réalisées avant 2030. Ce scénario permet d'atteindre 40% de gain sur les consommations totales réelles du bâtiment (et 36% vis à vis du décret tertiaire) avec un temps de retour relativement rapide de 9 ans environ (sans tenir compte de l'augmentation des coûts de l'énergie).
- Scénario 3 :**
 Cette dernière phase permettra d'atteindre les objectifs du décret tertiaire en 2040 et au-delà. Ce scénario vient rénover l'isolation du bâti en changeant toutes les menuiseries extérieures et en rénovant la toiture. Dans le même temps il sera très intéressant d'installer une installation photovoltaïque en toiture. Nous ne prévoyons pas de reprendre l'isolation extérieure du bâtiment car le gain espéré est faible au regard du coût d'une telle mesure. Il viendra cependant un temps où la reprise de la façade sera nécessaire pour des questions de durée de vie, il faudra alors reprendre l'isolation. Cette isolation sera par ailleurs peut être nécessaire vis-à-vis du décret tertiaire selon les seuils en valeur absolu qui seront fixés uniquement en 2040.

Scénario	Décret tertiaire			Prévision réelle							
	Gain de la phase kWhEF	Consommation annuelle du bâtiment kWhEF/m²/an	Gain cumulé (%)	Gain de la phase kWhEF	Consommation annuelle du bâtiment kWhEF/an	Gain cumulé (%)	Gain CO2 (%)	Gain CO2 : TCO2 évité par an	Gain €/an	Coût	temps de retour brut
Etat initial	-	3 963 671	0	-	5 101 038	0	-				
Scénario 1	899 000	3 064 671	-23%	1 402 000	3 699 038	-27%	21%	81.5	120 922 €	160 000 €	1
Scénario 2	535 770	2 528 901	-36%	651 000	3 048 038	-40%	16%	62.6	50 304 €	180 000 €	4
Scénario 3	874 358	1 654 543	-58%	1 087 338	1 960 700	-62%	27%	93.5	84 758 €	5 262 000 €	62
TOTAL							64%	237.6	255 984 €	5 602 000 €	22

6.1 Contenu des scénarios

6.1.1 SCENARIO 1

Action	Détail
Correction de la fuite d'eau glacée	Nous avons constaté la présence d'eau glacée dans le circuit d'eau de chauffage dans la sous station. Cette fuite est par ailleurs visible sur les consommations horaires de froid et est présente toute l'année. Il est a priori nécessaire de changer une vanne ainsi que de rajouter un groupe de maintien de pression spécifique pour le réseau de froid. Cette action est prioritaire.

Revoir la régulation du chauffage	Aujourd'hui le chauffage n'est pas coupé le week-end et il est coupé la nuit mais uniquement à partir 22h. Nous préconisons une vraie coupure le week-end et de couper le chauffage à 18h. Cette action devra être réalisée par itération pour optimiser les heures de relance matinales.
Amélioration de l'éclairage	• Détection de présence dans les circulations • Réduction des puissances d'éclairage dans les bureaux et circulation où ce n'est pas encore le cas (mise en place d'ampoules LED) • Asservissement de l'éclairage des parkings
Régulation correcte du froid	Il semblerait que le rafraichissement ne soit pas coupé le week-end en 2020 alors que c'était le cas en 2019. Il est nécessaire de couper le rafraichissement le week-end.
Reprise de la régulation des CTA	Comme la campagne de mesure l'a montré, la régulation des CTA est très erratique. Plus de 50% des consommations des CTA ont lieu le week-end ou la nuit. Même si une partie de ces consommations a lieu d'être pour apporter un meilleur confort estival aux occupants, il est indispensable de reprendre le fonctionnement des CTA en dehors de cette période.

6.1.2 SCENARIO 2

Action	Détail
Equilibrage des débits de ventilation : Réduction des débits globaux et mise en place de variateur de fréquence sur les CTA	Il a été constaté des débits de ventilation très supérieurs à ce qui est nécessaire pour des bureaux individuels (entre 60 et 80 m ³ /h/pers contre 25 m ³ /h réglementairement). Il est nécessaire de recalibrer les débits de chaque espace et les réduire le cas échéant. Pour réduire les consommations il sera nécessaire d'installer des variateurs de fréquence sur les CTA
Baisse de la température de consigne de chauffage	Aujourd'hui les bureaux sont chauffés entre 23 et 24°C en moyenne. Nous préconisons une réduction minimale de 2°C pour viser une température moyenne de 21°C, voir 20°C si possible. Pour cela il est nécessaire de revoir la régulation des CTA (soufflage à 28°C) et de mettre en place des robinets thermostatiques à la fois performant et éventuellement permettant de bloquer la consigne pour éviter que les utilisateurs les dérèglent.
Reprise de la sous station	Avec la mise en place des groupes froid, nous préconisons de reprendre entièrement la sous station avec la mise en place de vannes 3 voies et de pompes à débits variables. Il est néanmoins possible d'améliorer dès maintenant la régulation des pompes pour les couper les week-ends notamment et en particulier en mi-saison.

6.1.3 SCENARIO 3

Action	Détail
Remplacement des menuiseries extérieures	Les menuiseries extérieures sont loin des normes actuelles et elles représentent la majorité des déperditions du bâtiment. Il s'agit là de travaux lourds mais qui se révèlent indispensable à moyen termes. Cela permettra d'autre part de largement améliorer le confort des occupants.
Reprise de l'isolation de la toiture.	Aujourd'hui l'étanchéité de la toiture est encore correcte mais à moyen termes il sera nécessaire de la reprendre. Dans ce cadre la reprise de l'isolation de la toiture sera impérative.
Installation de panneaux photovoltaïque	Lors de la reprise de l'isolation/étanchéité de la toiture, il sera très intéressant d'installer des panneaux photovoltaïques. La surface installée sera conséquente et l'installation sera très intéressante énergétiquement et économiquement.

6.2 Synthèse des scénarios

Scénario	Décret tertiaire			Prévision réelle							
	Gain de la phase kWhEF	Consommation annuelle du bâtiment kWhEF/m²/an	Gain cumulé (%)	Gain de la phase kWhEF	Consommation annuelle du bâtiment kWhEF/an	Gain cumulé (%)	Cout	Gain €/an	temps de retour brut	Gain CO2 (%)	Gain CO2 : TCo2 évité par an
Etat initial	-	3 963 671	0	-	5 101 038	0				-	
Scénario 1	899 000	3 064 671	-23%	1 402 000	3 699 038	-27%	160 000 €	120 922 €	1	21%	81.5
Scénario 2	535 770	2 528 901	-36%	651 000	3 048 038	-40%	180 000 €	50 304 €	4	16%	62.6
Scénario 3	874 358	1 654 543	-58%	1 087 338	1 960 700	-62%	5 262 000 €	84 758 €	62	27%	93.5
TOTAL							5 602 000 €	255 984 €	22	64%	238

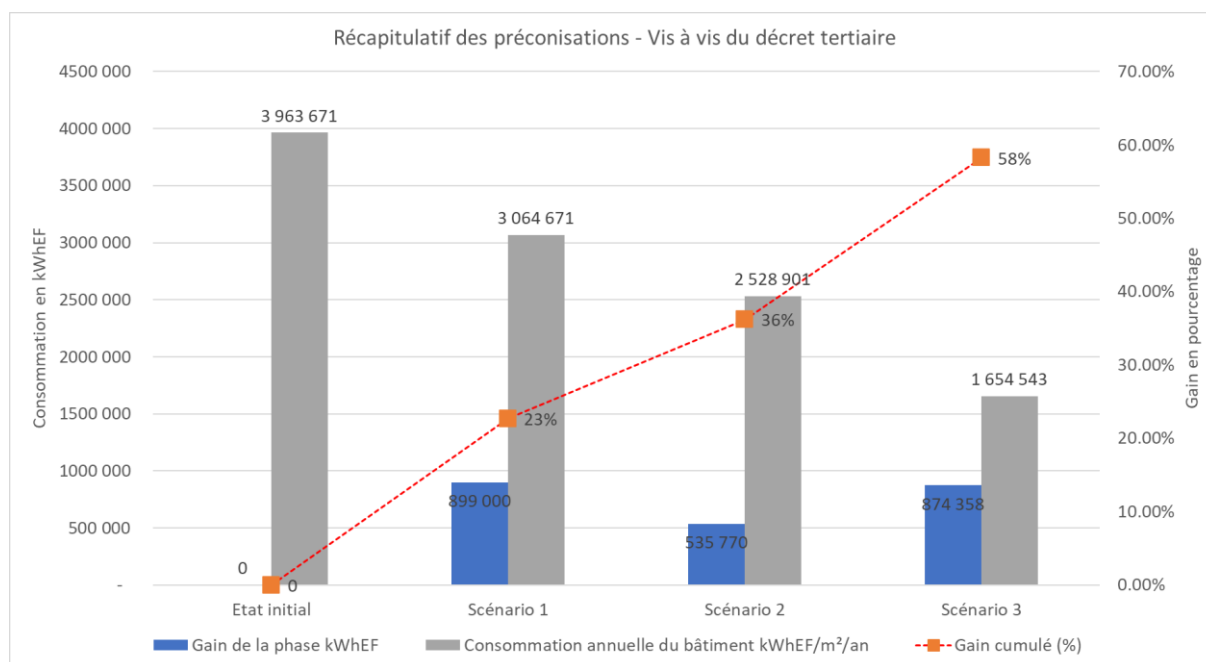


Figure 30 : Gain énergétique des scénarios

Pour rappel les objectifs du décret tertiaire sont :

- Objectif en valeur absolu de 93 kWhEF/m² en énergie finale, soit 25% de réduction en 2030 (scénario 2)
- Inconnu en 2040 (scénario 3)
- Inconnu en 2060 (scénario 3)

Voici l'étiquette énergie à la suite de la mise en place de l'ensemble des actions :

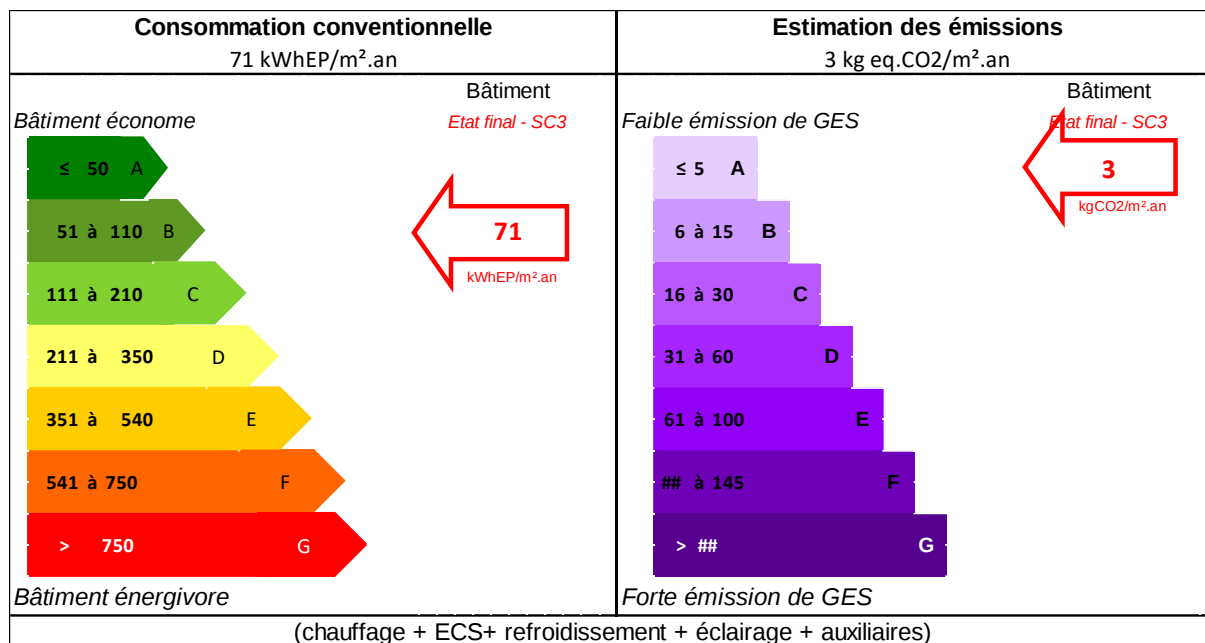


Figure 31: Etiquette énergie état final

Le gain réalisé en énergie primaire est moindre qu'en énergie finale car l'électricité pèse plus que le chauffage . Le bâtiment arriverait cependant à la limite basse de la classe B ce qui serait déjà exceptionnel et comparable aux bâtiments performants conçus aujourd'hui.

Action	Cout (€HT)	Economie annuelle					Réduction par rapport à la consommation de référence du décret tertiaire (%)			Temps de retour sur Investissement brut (année)	Phase
		Electricité	Chaleur	Froid	GES	Financières	Conso. EF	GES	Dépenses		
		(kWh)	(kWhEF)	(kWhEF)	(kg CO2)	(€ TTC)					
Correction du problème de fuite d’eau glacée : Changement des vannes et/ou groupe de maintien de pression pour le réseau de froid	10000	0	0	323 000	3553	41 990	2.04%	0.90%	10%	1	1
Eclairage : • Détection de présence dans les circulations • Réduction des puissances d’éclairage dans les bureaux • Asservissement de l’éclairage des parkings	150 000	254 000	0	0	20 320	18 011	6.41%	5.20%	4.20%	8	
Régulation correcte du chauffage : Mise en réduit le week-end et arrêt du chauffage à 18h au lieu de 21h30	-	0	400 000	0	40400	31671	7.77%	10.40%	7.30%	1	
Régulation correcte du froid : Arrêt le week-end	-	0	0	225 000	1237	14625	1.42%	0.30%	3.40%	1	
Reprise de la régulation des CTA	-	200000	0	0	16000	14625	5.05%	4.00%	3.30%	1	
Equilibrage des débits de ventilation : Réduction des débits globaux et mise en place de variateur de fréquence sur les CTA	100000	90 000	151 000	0	22 451	18 338	5.20%	5.80%	4.20%	5.5	2
Baisse de la température de chauffage du bâtiment : Passage de 23° C en moyenne à 21°C : Equiper tous les radiateurs des bureaux de vannes thermostatiques bloquées et soufflage des CTA à 21°C et non 28°C	50000	0	350 000	0	35350	27 712	6.80%	9.10%	6.40%	2	
Reprise de la sous station	30 000	60 000	0	0	4800	4254	1.51%	1.2%	1.0%	7	
Menuiseries extérieures performantes – Uw < 1.4 W/m²K	3795000	0	811 000	0	81 911	64 213	15.75%	21.10%	14.90%	57	3
Isolation de la toiture terrasse, y compris reprise étanchéité – R > 7.3 m²K/W	1247800	0	115 000	0	11 615	9 105	2.23%	3.00%	2.10%	128	
Installation panneaux photovoltaïque en toiture : 166 kWc	219200	161338	0	0	12 907	11 440	4.07%	3.30%	2.60%	18.5	

AVEC 10 ETABLISSEMENTS ET 6 AGENCES REPARTIS SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE, VOUS TROUVEREZ TOUJOURS UN INTERLOCUTEUR INDDIGO PRES DE CHEZ VOUS !



Notre siège social est basé à Chambéry :

367 avenue du Grand Ariétaz
CS 52401
73024 Chambéry Cedex
Tél : 04 79 69 89 69
Mail : inddigo@inddigo.com

Agence de Paris :

40 rue de l'Echiquier
75010 Paris
Tél : 01 42 46 29 00

Agence de Toulouse :

9 rue Paulin Talabot
Immeuble le Toronto
31100 Toulouse
Tél : 05 61 43 66 70

Agence de Nancy :

8 rue des Dominicains
54000 Nancy
Tél : 03 83 18 39 39

Agence de Nantes :

4 avenue Millet
44000 Nantes
Tél : 02 40 48 99 99

Agence de Marseille :

11, rue Montgrand
13006 Marseille
Tél : 04 95 09 31 00

WWW.INDDIGO.COM

