



Nouveau Palais de Justice de Lyon

Diagnostic et schéma directeur énergie
Diagnostic énergétique

Département immobilier de Lyon

DIRSG CE

Secrétariat général

Août 2022 – IND C

VOTRE INTERLOCUTEUR :
HERY Léo
Tél. : 0637649733
Courriel : l.hery@inddigo.com



www.inddigo.com



SOMMAIRE

Table des matières

SOMMAIRE	2
1 PRESENTATION DU PROJET	4
2 SURFACE DE REFERENCE	5
3 ANALYSE DES FACTURES	7
3.1 CHAUFFAGE.....	7
3.1.1 Analyse horaire	8
3.2 FROID.....	10
3.2.1 Analyse horaire	11
3.3 ELECTRICITE.....	15
3.3.1 Consommation mensuelle	15
3.3.2 Consommation en temps réel.....	15
3.4 BILAN	17
4 ETAT DES LIEUX	19
4.1 BATIMENT.....	19
4.1.1 Enveloppe thermique.....	19
4.1.2 Recherche de ponts thermiques.....	19
4.1.3 Conclusion	22
4.2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES	22
4.2.1 Le réseau de chaleur et de froid centre-métropole	22
4.2.2 Système de distribution et d'émission	23
4.2.3 Climatisation en hiver	29
4.2.4 GTC	29
4.2.5 La ventilation.....	29
4.2.6 L'eau chaude sanitaire	32
4.2.7 L'éclairage	32
4.2.8 Bureautique	34
4.3 DEPERDITION STATIQUES.....	34
4.4 BILAN ENERGETIQUE	36
5 BILAN ET PERSPECTIVES	38
5.1 BILAN DE L'ETAT DES LIEUX.....	38
5.2 PISTES D'OPTIMISATIONS.....	39
5.2.1 mélange des eaux chaude et glacée.....	39
5.2.2 Reprise de l'isolation extérieure	39

5.2.3	Changement de l'ensemble des menuiseries extérieures.....	40
5.2.4	Reprise de l'isolation en toiture	41
5.2.5	Poste éclairage	42
5.2.6	optimisation des consignes de température de chauffage	45
5.2.7	Equilibrage des débits de ventilation	46
5.2.8	Bureautique : extinction systématique des postes ordinateur + écran la nuit et le weekend 47	
5.2.9	Gestion de la climatisation en hiver	47
5.2.10	reprise des éléments dysfonctionnant :	48
5.3	BILAN	49
6	ANNEXE : LOCALISATION ET REFERENCE DES SONDES DE TEMPERATURES POSEES LORS DE LA VISITE ...	50
7	ANNEXE : SUIVI DES DEPARTS DES TABLEAUX PRINCIPAUX	50

1 PRESENTATION DU PROJET

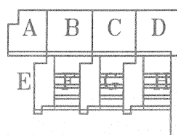
Situé au 67 rue Servient (Lyon 3ème), sur un îlot urbain entier, le nouveau palais de justice de Lyon présente une SHON d'environ 40 000m². C'est un ERP classé en 1ère catégorie, de type W et L au sens du règlement incendie. Il a été livré en 1995 (architecte : Atelier Lion).

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 un diagnostic énergétique du projet à l'état initial.

2 SURFACE DE REFERENCE

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).

Le tableau suivant récapitule les surfaces prises en compte pour le calcul de la surface de référence :

N-P-J-L															
	Bureaux	Couloirs	Sanitaires	Locaux techniques	Cafétéria	Archives	P. perdus	Vestiaires avocats	Petit dépôt	Scellés	Parking NPJL	Gradins F	Gradins G	Gradins H	
Batiment A	1035	1820	28	615		550									4048
Batiment B	1335	1390	108	540											3373
Batiment C	1335	1390	96	552											3373
Batiment D	1310	1120	48	564											3042
Bastion E	1986	400	80	190											2656
Bastion F	1914	472	72	197											2655
Bastion G	1914	472	80	190											2656
Bastion H	1960	335	48	260	360	50									3013
ANNEXE															0
2												200	200	200	600
1												300	300	300	900
RDC												400	400	400	1200
RDJ							1500	400	700			400	400	400	3800
-1				1380		1400				1400					4180
-2						800					4400				5200
-3											3000				3000
-4															0
-5															0
-6															0
	12789	7399	560	4488	360	2800	1500	400	700	1400	7400	1300	1300	1300	43696
TOTAL TOTAL surface chauffée	43696														
	31808														

La surface de référence retenue est donc de 31 808 m²

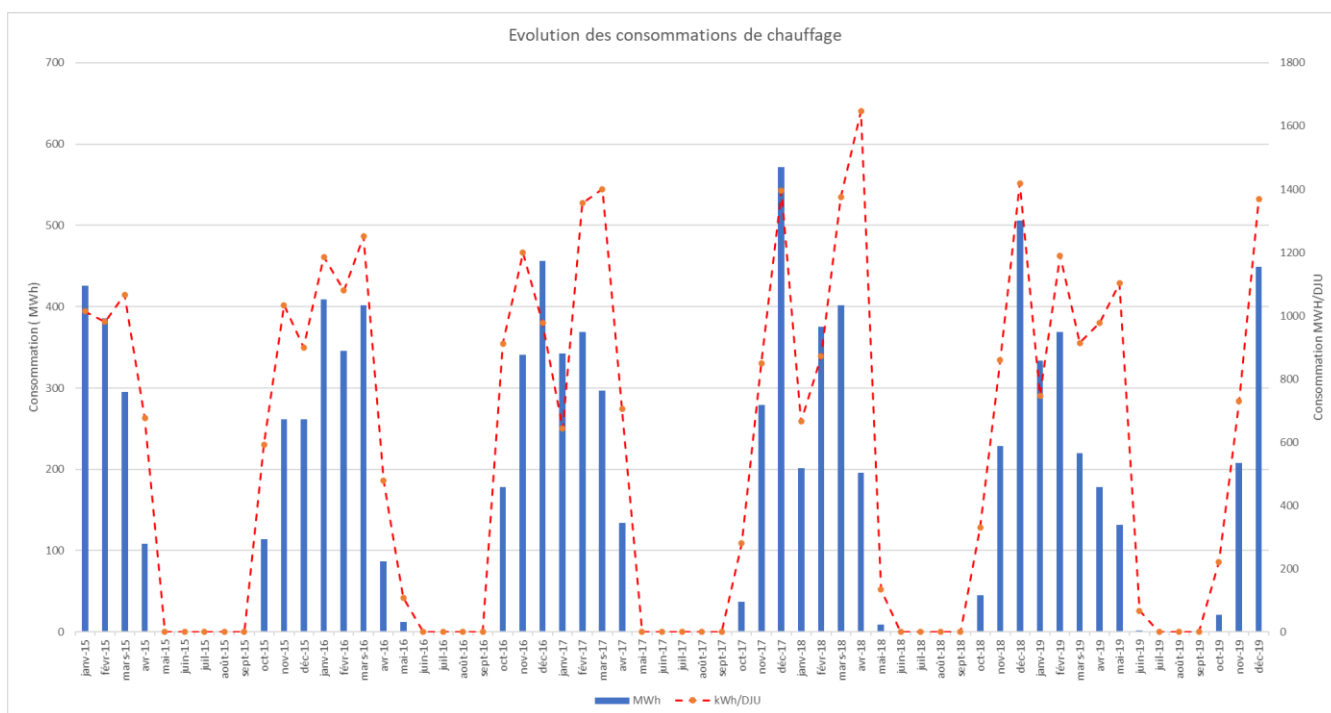
3 ANALYSE DES FACTURES

Un premier bilan de consommation est réalisé avec les factures à notre disposition.

3.1 CHAUFFAGE

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.



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.

3.1.1 ANALYSE HORAIRE

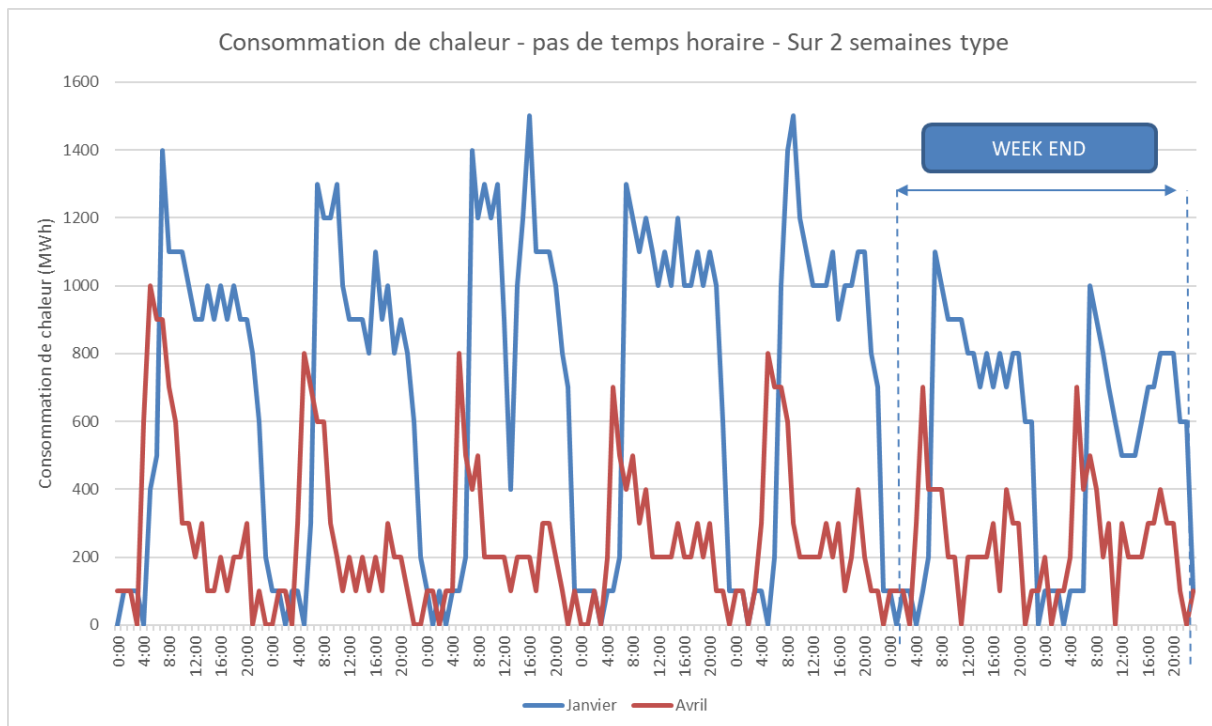
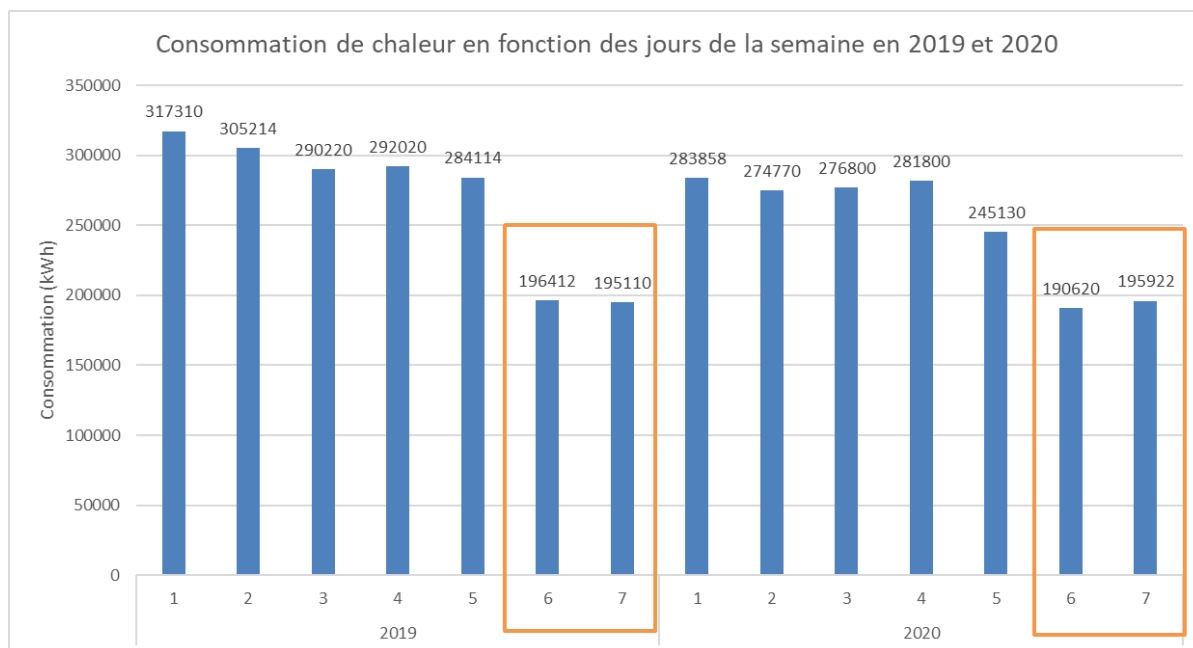


Figure 1 : Consommation horaire de chaleur sur une semaine type

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 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). 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

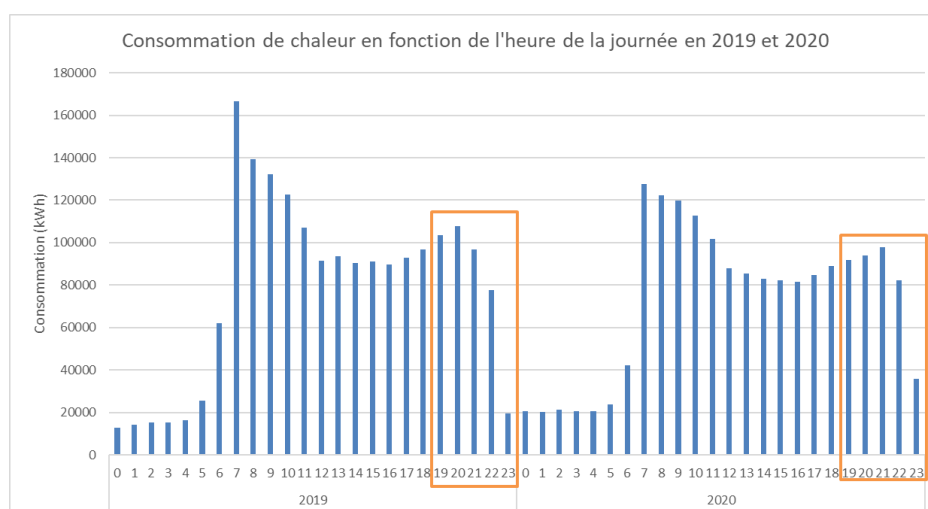
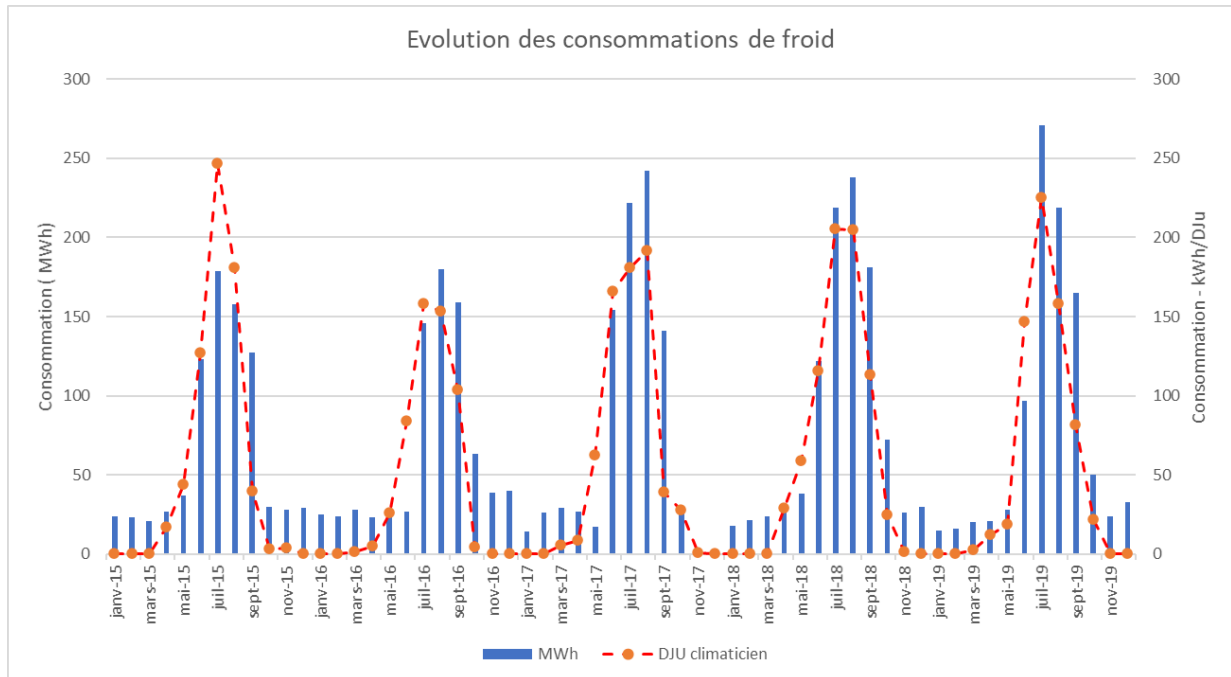


Figure 2 : Profil horaire des consommations de chauffage en 2019 et 2020

3.2 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.



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. Ce point sera à élucider car d'après les schémas de principe CVC rien ne semble expliquer de telles consommations en hiver (pas de process).

Il est possible que cette consommation soit liée au refroidissement des locaux techniques mais cela représente une consommation très importante.

3.2.1 ANALYSE HORAIRE

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

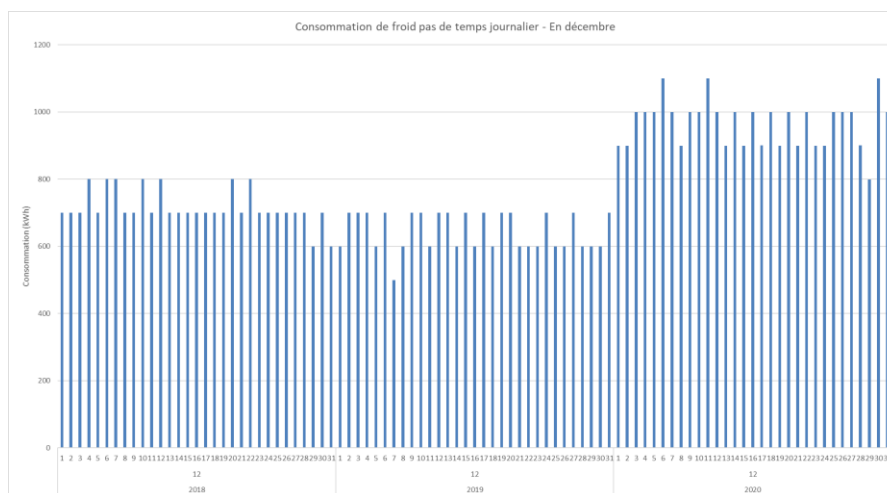


Figure 3 : Consommation de froid journalière des mois de décembre 2018, 2019 et 2020

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 constatée 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

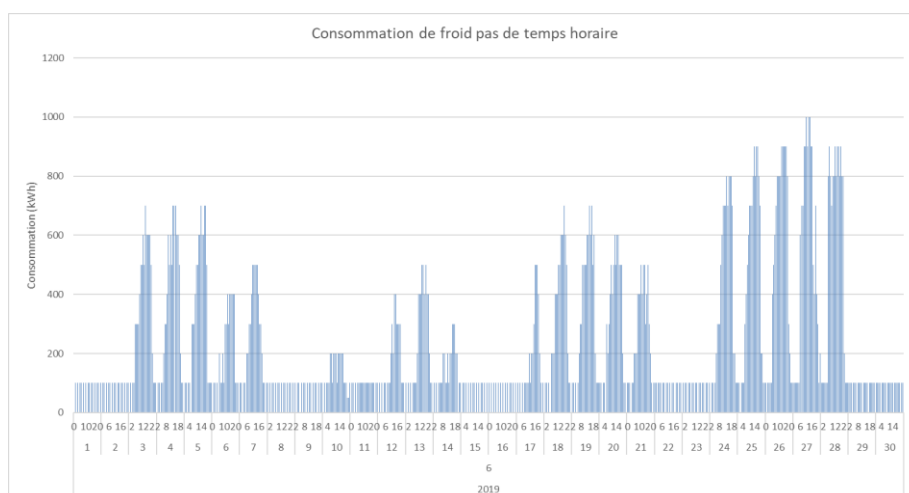


Figure 4 : Consommation horaire de froid sur le mois de juin 2019

- 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.

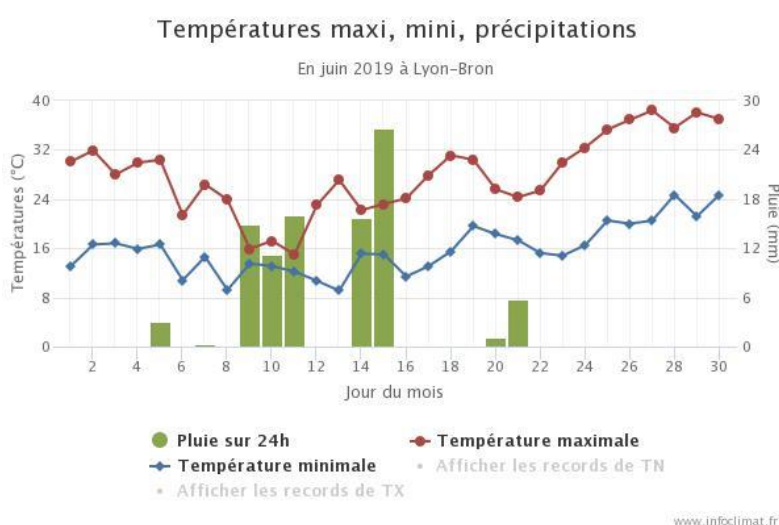


Figure 5 : Climatologie du mois de juin 2019

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

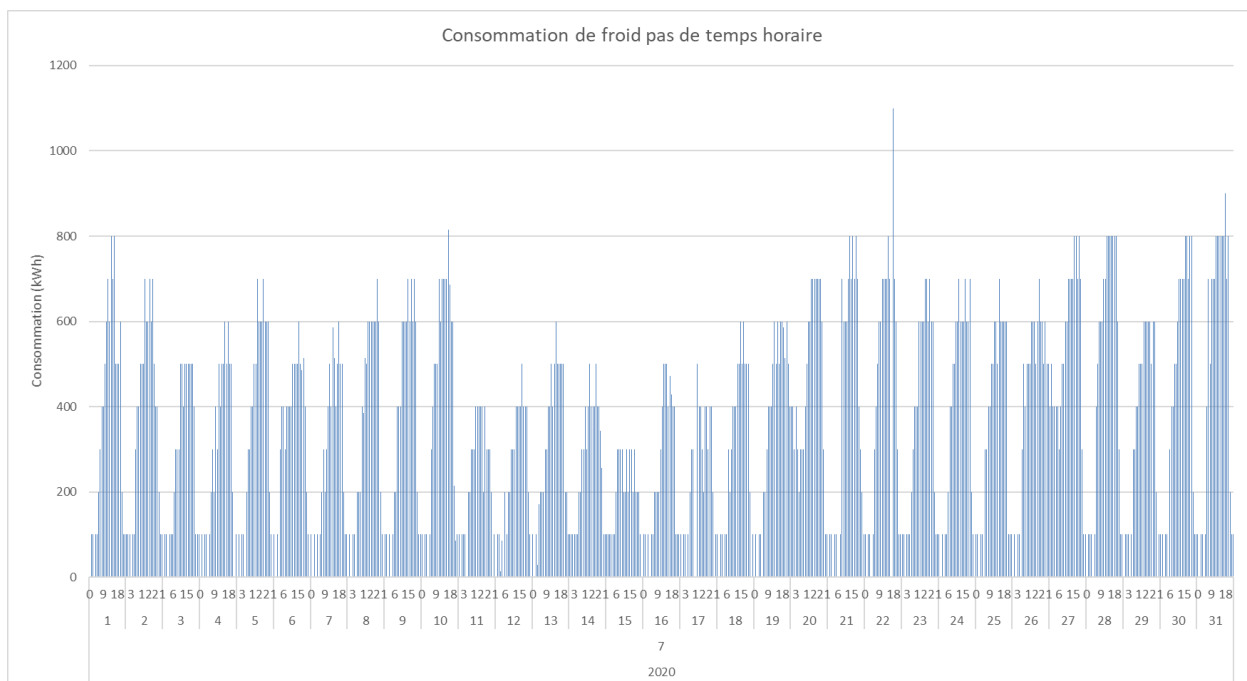
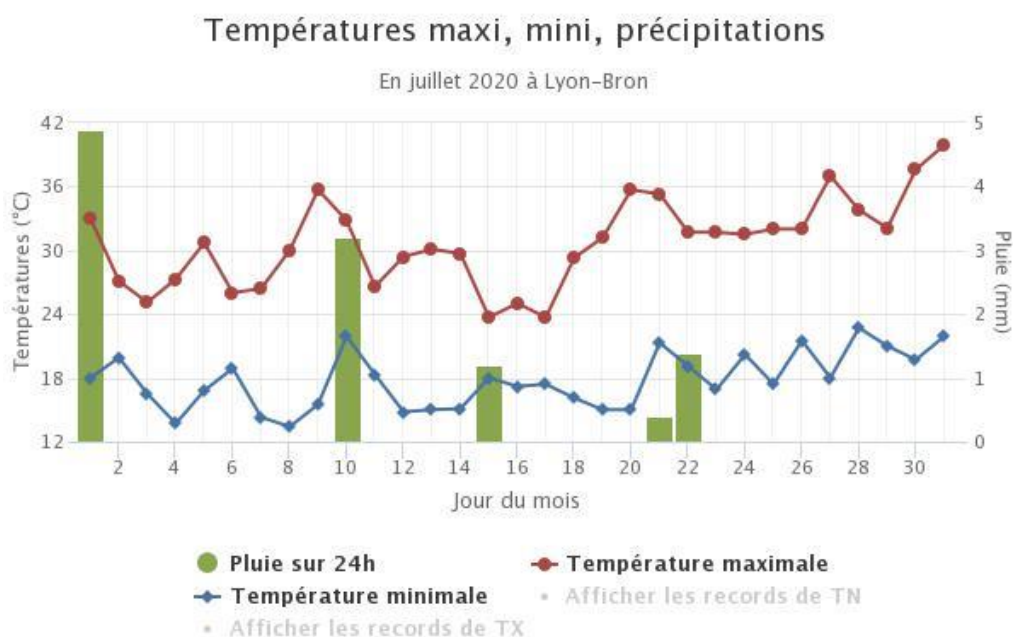


Figure 6 : Consommation de froid sur le mois de juillet 2020

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 7 : Climatologie de juillet 2020

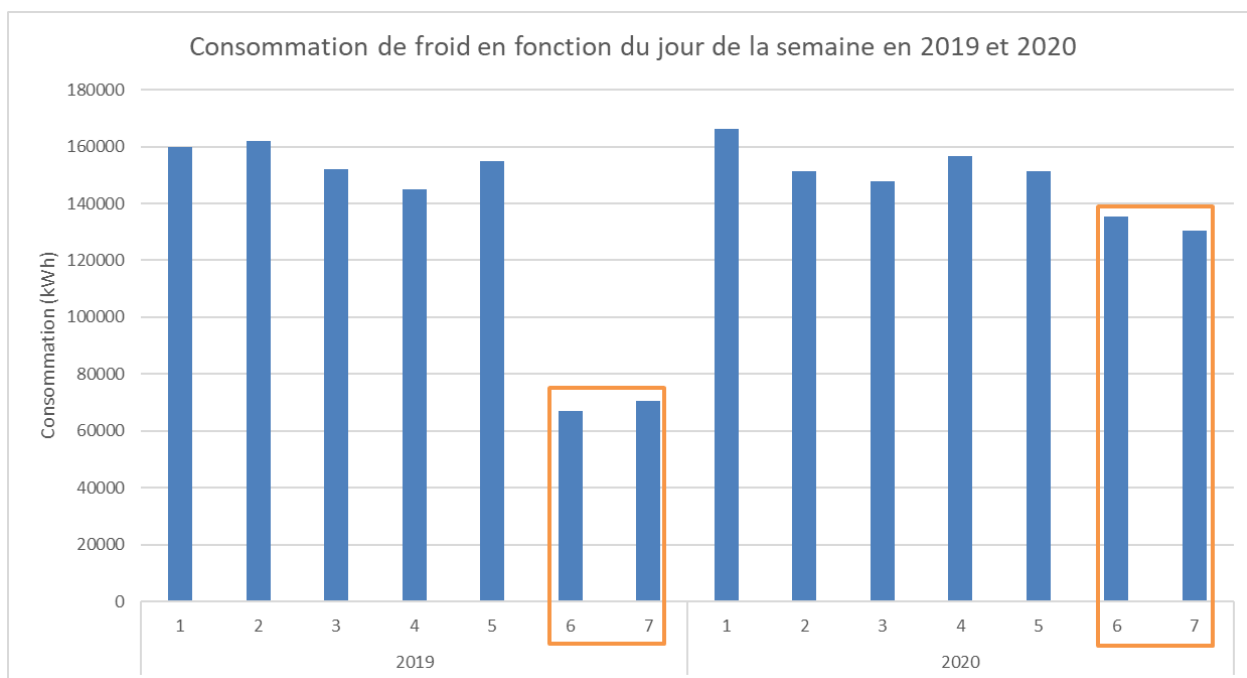


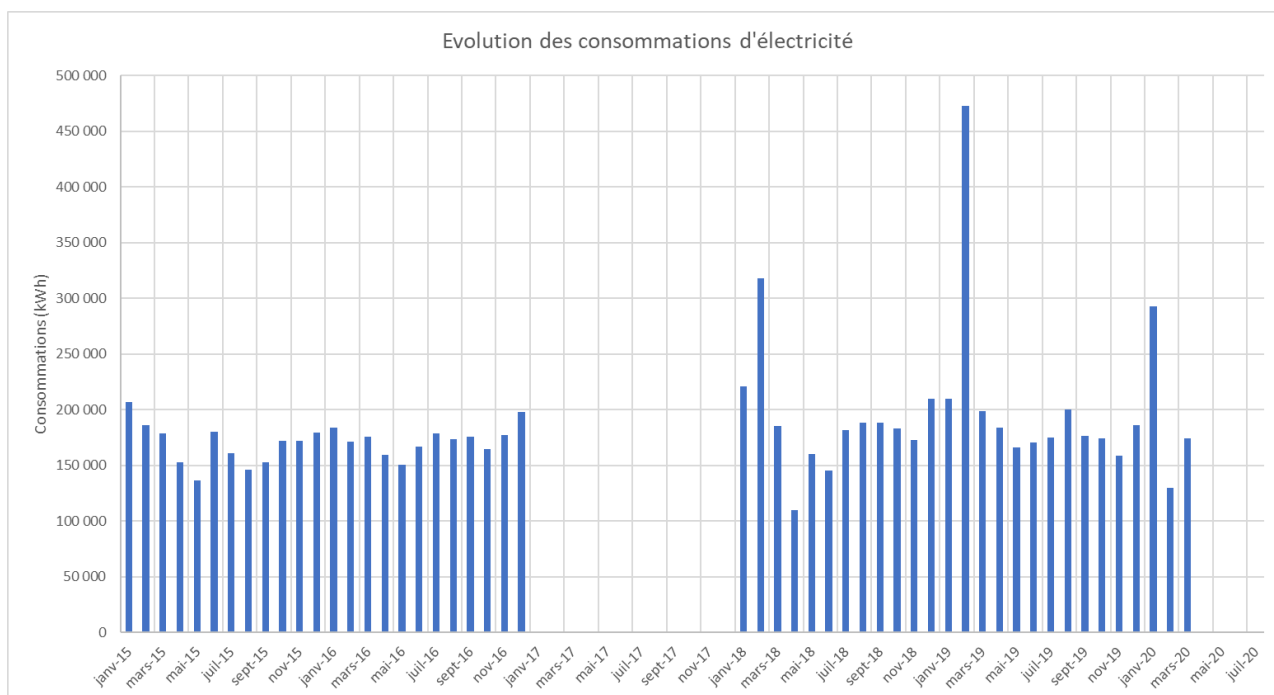
Figure 8 : Consommation de froid en été selon les jours de la semaine en 2019 et 2020

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%)

3.3 ELECTRICITE

3.3.1 CONSOMMATION MENSUELLE



On constate une légère hausse des consommations électriques en hiver qui peuvent s'expliquer par de multiples raisons, qui seront explorées durant la phase d'instrumentation.

On constate 3 valeurs « aberrantes » en février 2018, février 2019 et janvier 2020.

Les données 2017 ne sont pas disponibles pour le moment.

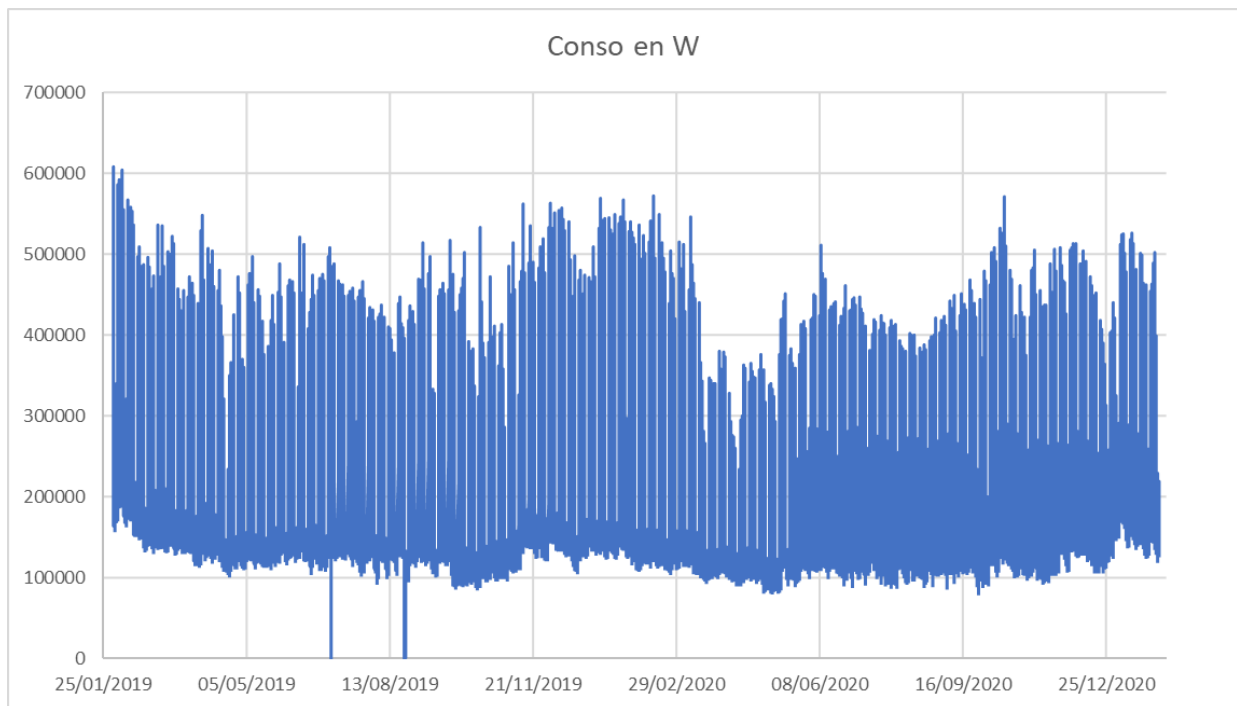
Les principaux éléments consommateurs d'électricité qui seront étudiés en priorités sont les suivants (no exhaustif) :

- Les systèmes de ventilation mécanique (CTA)
- L'éclairage
- Pompes de chauffage/froid
- Les ascenseurs
- La bureautique en général

3.3.2 CONSOMMATION EN TEMPS REEL

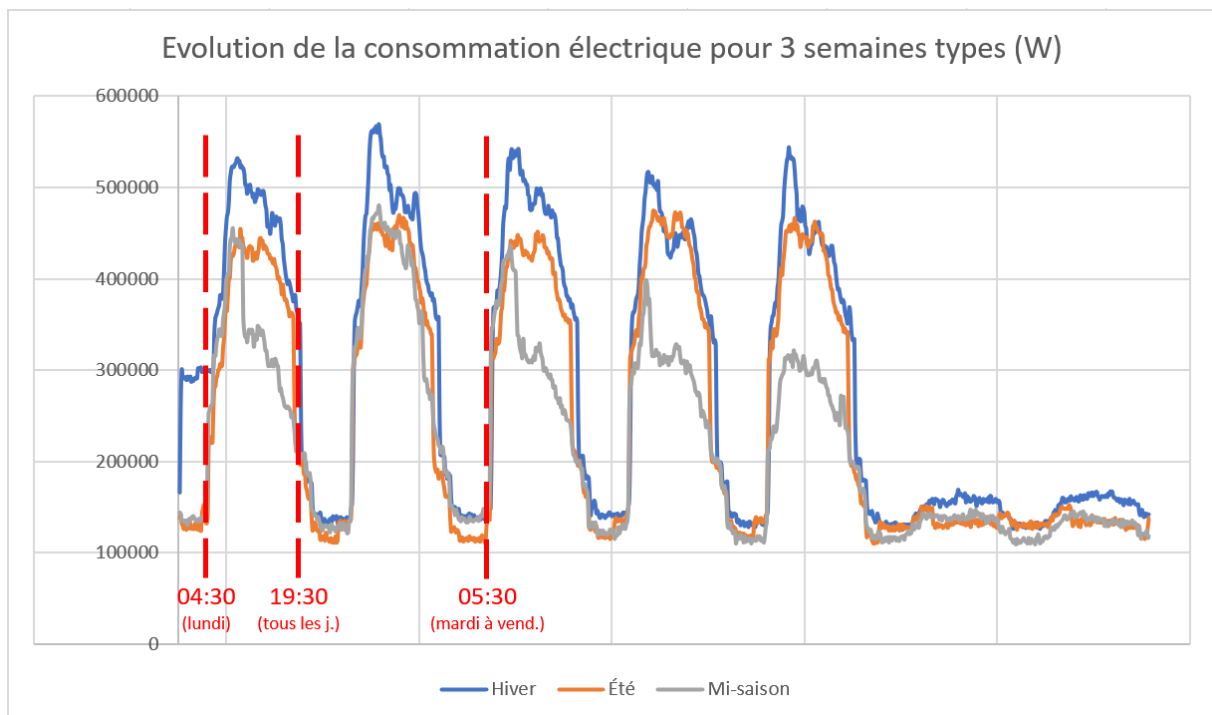
Enedis a fourni pour le site du NPJL la consommation d'électricité sur un pas de temps de 10 min, du 1^{er} février 2019 au 31 janvier 2021. Cette période a été marquée par la crise sanitaire entre Mars 2020 et janvier 2021.

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



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 :



Ces courbes viennent par ailleurs confirmer le fait que la consommation d'électricité est plus grande en hiver ; cependant, le bâtiment consomme quasiment autant en été, hormis un pic de consommation le matin qui n'est présent qu'en hiver (et le démarrage à minuit au lieu de 4 :30 le lundi matin). C'est à la mi-saison (ici semaine type mi-avril) que la consommation est la plus basse, car les pompes sont beaucoup moins sollicitées (besoin en chaud et en froid très faible).

3.4 BILAN

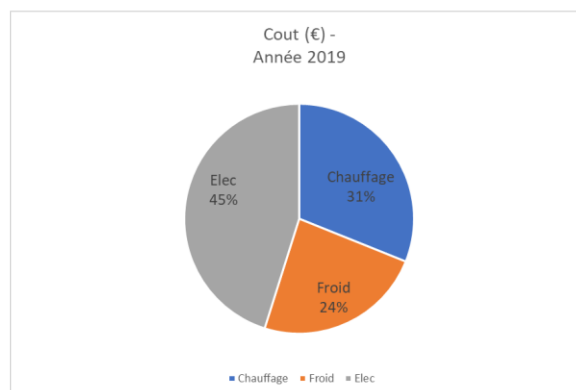
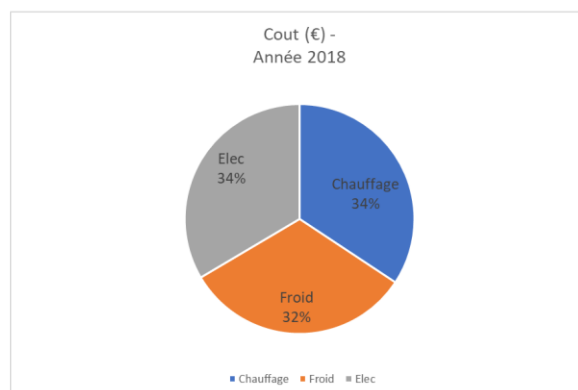
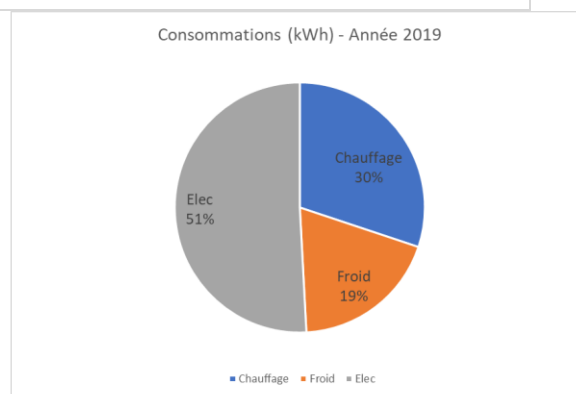
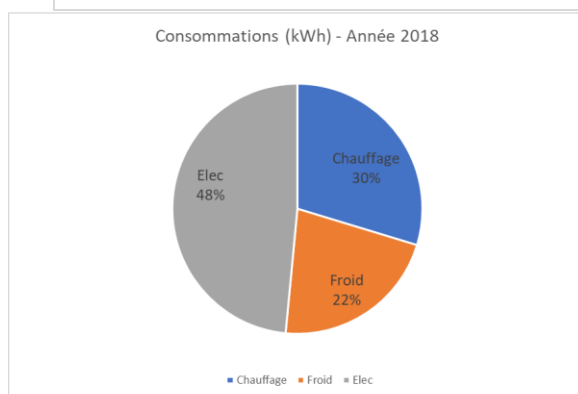
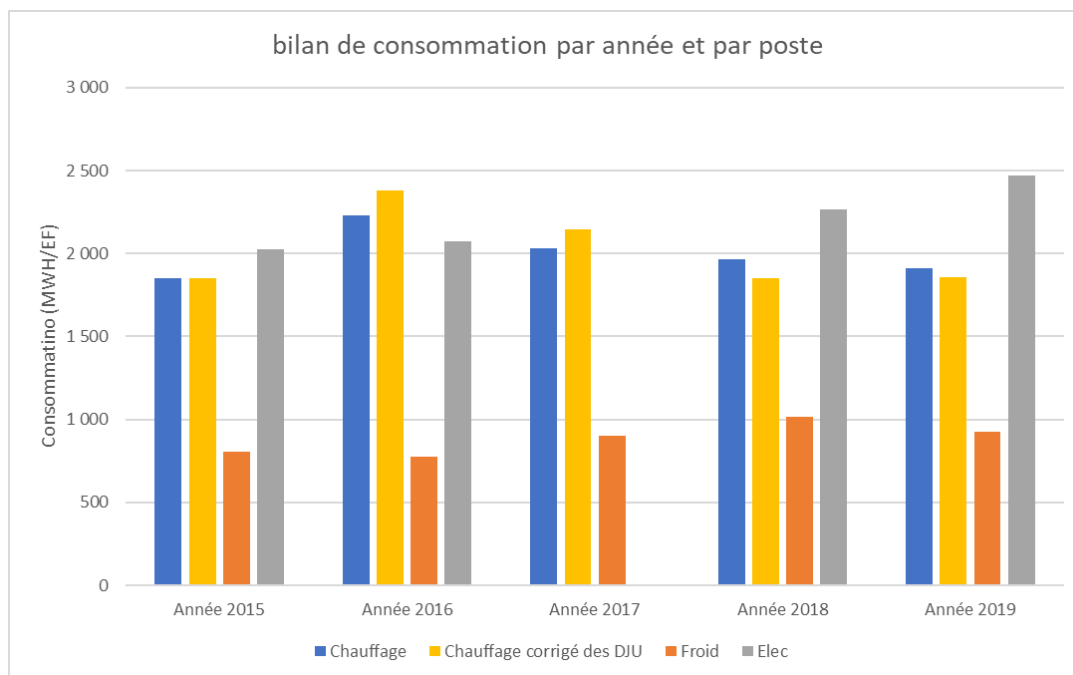
Consommation – MWH - Energie finale	Chauffage	Chauffage – corrigée des DJU (base 2015)	Froid*	Elec	TOTAL
Année 2015	1 852	1 852	806	2 024	4 683
Année 2016	2 230	2 382	777	2 076	5 083
Année 2017	2 030	2 143	901	0	2 931
Année 2018	1 386	1 849	1 018	2 264	4 668
Année 2019	1 464	1 856	926	2 472	4 862

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

Ces 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
- 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)



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.

4 ETAT DES LIEUX

4.1 BATIMENT

4.1.1 ENVELOPPE THERMIQUE

Le bâtiment est globalement en bon état et les façades, menuiseries et protections solaires ne semblent pas dégradées (cf. photos partie suivante).

Les façades sont en béton avec une isolation par l'extérieur en laine de verre de 80 mm. **Le R de l'isolant est ainsi estimé à $2 \text{ m}^2\text{K/W}$.** La finition extérieure est faite avec un bardage de panneau en pierre accroché à la façade.

Le bâtiment est entièrement équipé de **menuiseries double vitrage en aluminium** qui sont d'origines. Elles sont globalement en bonne état même si leur performance thermique intrinsèque est médiocre (pas de rupteurs de ponts thermiques, pas d'argon et pas de couche basse émissivité). Les performances thermiques estimées pour ces menuiseries sont de **$U_w > 3.3 \text{ W/m}^2\text{K}$** . **Cette performance est médiocre.**

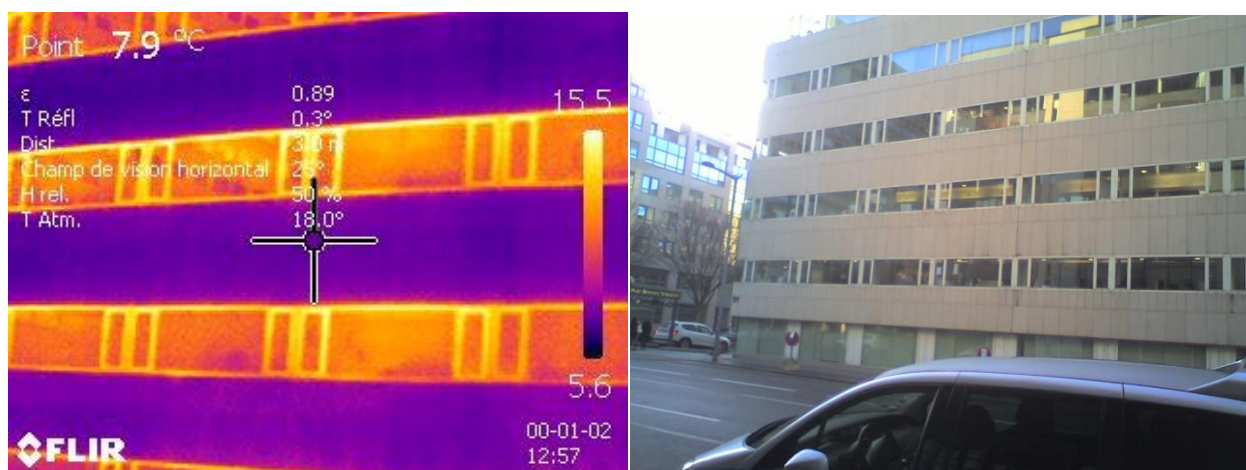
Le plancher bas sur parking est isolé avec un flocage de laine minérale d'environ 10 cm en bon état. La performance thermique est estimée à **$R = 2.5 \text{ m}^2\text{K/W}$** , hors ponts thermiques des retombées de poutre. Cette performance est correcte.

Les toitures terrasses sont globalement en bon état et sont isolées avec 7 cm de polyuréthane pour une performance thermique estimée de **$R = 2.9 \text{ m}^2\text{K/W}$** , **ce qui est une performance médiocre.**

4.1.2 RECHERCHE DE PONTS THERMIQUES

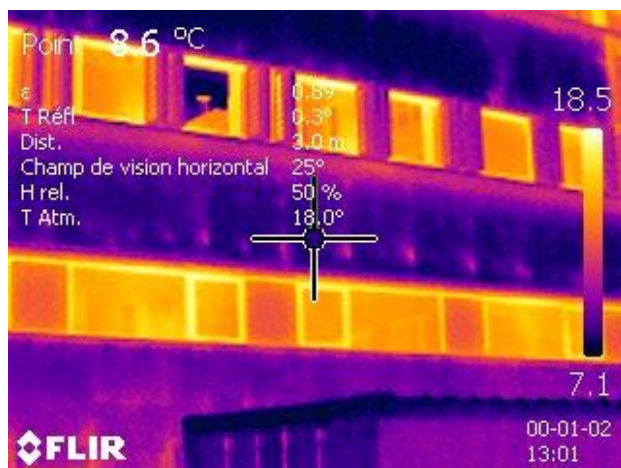
A l'aide d'une caméra thermique infrarouge, des photos de l'extérieur du bâtiment ont été prises afin de découvrir d'éventuels ponts thermiques. L'observation a été réalisée le matin, pour une température extérieure d'environ 6°C , sachant que la température intérieure du bâtiment se situe aux alentours de 22°C .

- Façades nord et est du bâtiment principal



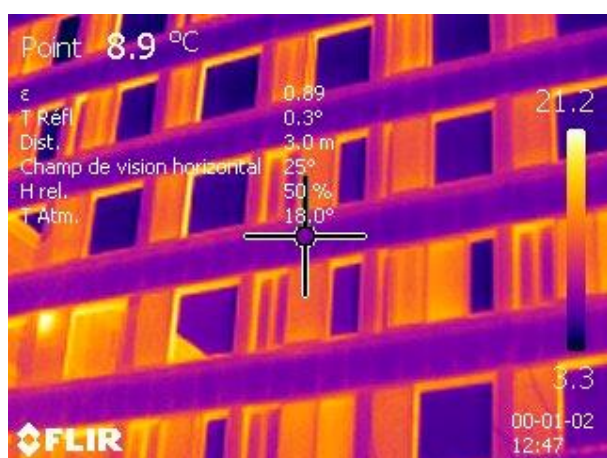
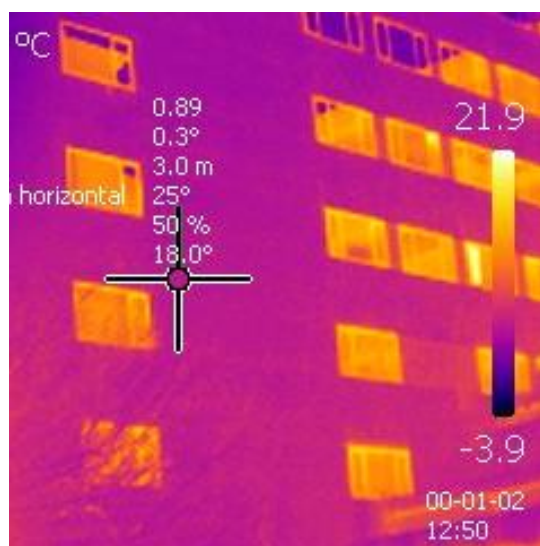
L'isolation de ces façades est efficace ; aucun pont thermique n'est visible (*ici, façade nord*).

- Façade ouest bâtiment principal :



Sur cette façade, on peut observer distinctement les ponts thermiques ponctuels (points plus clairs alignés sur la photo infrarouge). Ils sont dus aux équerres en acier installées pour maintenir l'isolant thermique en place, qui contribuent à évacuer la chaleur du bâtiment par conduction.

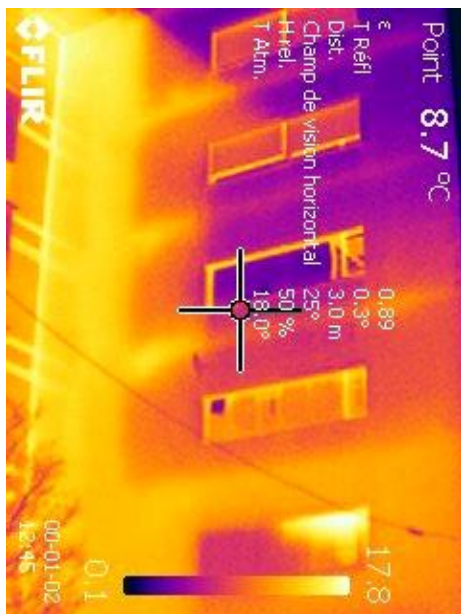
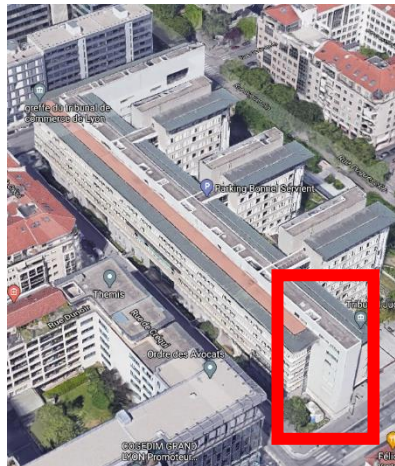
- Façades nord, sud, est des bastions



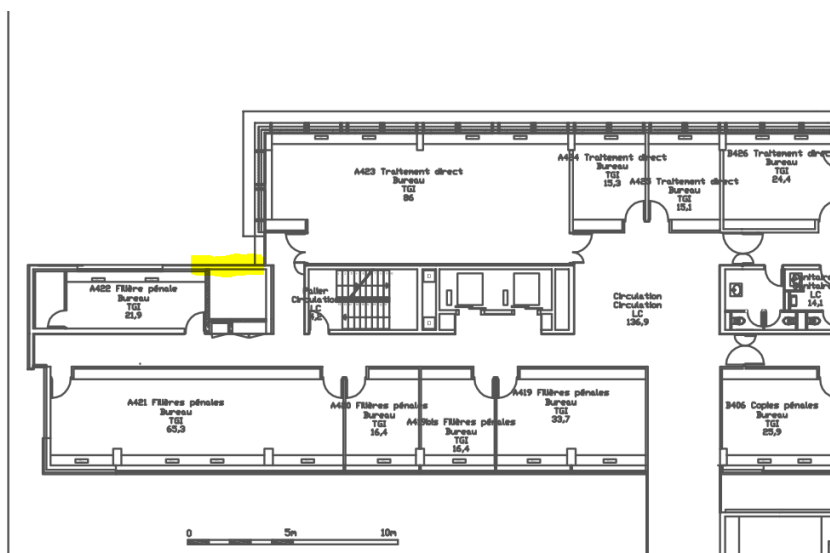
L'isolation de ces façades est efficace mais on distingue les accroches de bardage à intervalle régulier

- Extrémité sud de la façade ouest

L'extrémité sud de cette façade (voir zone en rouge ci-dessous), d'une autre typologie, est aussi sujette à des ponts thermiques.



On observe un pont thermique d'un ou deux mètres de large courant sur toute la hauteur du bâtiment le long de l'angle rentrant ; Cela correspond a priori à une gaine de ventilation non isolée. Juste à droite, on peut aussi observer les ponts thermiques linéiques causés par les planchers intermédiaires et les murs de refend, qui témoignent d'une isolation par l'intérieur de cette partie du bâtiment.



4.1.3 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.

4.2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

Le bâtiment est raccordé aux réseaux de chaleur et de froid urbains via une sous station située dans la chaufferie au rez-de-jardin.

4.2.1 LE RESEAU DE CHALEUR ET DE FROID CENTRE-METROPOLE

Le réseau de chaleur, créé en 1930, est alimenté par 7 unités de production réparties dans la métropole de Lyon. Il est doublé d'un réseau de froid (2 unités de production) qui concerne principalement le quartier de la Part-Dieu.

Ces centrales de production permettent au réseau d'être alimenté par 50 % d'énergies renouvelables et de récupération :

- 45 % déchets (Usine de Valorisation Énergétique)

- 38 % gaz
- 5 % biomasse (bois)
- 11 % cogénération gaz
- 1 % Autres

4.2.2 SYSTEME DE DISTRIBUTION ET D'EMISSION

Le chauffage est assuré via un échangeur alimenté par le réseau de chaleur. Le froid est assuré via un échangeur alimenté par le réseau froid.

Il est important de noter qu'il n'a pas été constaté de recours aux convecteurs électriques dans les bureaux en compléments du chauffage central. Ainsi, il n'y a pas de consommations électriques parasites qui fausserait la comptabilisation de la chaleur consommée.

En chaufferie, le calorifuge est assuré par des capsules en laine de roche en bon état malgré des défauts ponctuels sur les organes de régulation.



4.2.2.1 Départs

- Départs chauds :
 - 7 circuits radiateurs
 - 3 départs plancher chauffant (assurant la base du chauffage des salles d'audience + locaux détenus : l'appoint est assuré par les caissons des Locaux technique LT 2 et LT 3/4.
 - 8 départs pour les CTAs double flux (Locaux techniques 5/6, 7, 8, 9/10,11) : température constante, change over.
 - 3 départs caisson d'insufflation (traitement d'air) : Pas perdu, LT 2, et LT3/4. (Batteries chaudes)
- Départs froids :
 - 3 départs caisson d'insufflation (traitement d'air) : Pas perdu, LT 2, et LT3/4. (Batteries froides)
 - 8 départs CTAs doubles flux change over déjà mentionnés dans les départs chauds.

4.2.2.2 Schéma de principe

L'installation réelle ne correspond pas au schéma de principe fournit par le mainteneur (pompes radiateur ne sont pas en série, etc.). Par ailleurs, les compteurs thermiques sont hors-services.



*Les 7 pompes radiateur
(entre 350 et 750 W
chacune)*

4.2.2.3 Pompes chauffage et froid



Les pompes de chauffage

Les pompes de chauffage sont by-passées, une seule pompe fonctionne sur les 3 (15kW) ce qui est a priori normal, les pompes fonctionnant à tour de rôle pour améliorer leur durée de vie.

Les 3 pompes froid principales sont arrêtées (15 kW chacune) ; une des 2 petites pompes « clim hiver » est en fonctionnement (2,2 kW) au moment de la visite (Novembre). Là encore le fonctionnement est a priori normal.



*Les 3 pompes principales de froid à l'arrêt.
Le calorifuge est retiré par endroits.*



*La pompe « froid hiver » est en
fonctionnement (à gauche)*

Il n'y a pas de départ spécifique identifié pour les locaux serveurs et onduleurs. Le départ froid fonctionnant en hiver dessert a priori les locaux serveurs et onduleurs. Cependant, il est identifié comme « cafet pas perdu », alors que cette zone n'a pas de besoin de froid en hiver. Il est probable qu'un piquage alimente les locaux serveurs et onduleurs à partir de ce départ.

4.2.2.4 Emetteurs

Les émetteurs sont majoritairement des radiateurs en acier qui sont tous équipés de vannes thermostatiques. **Ils sont cependant tous ouverts au maximum ce qui empêche toute régulation.**

PLANCHERS CHAUFFANTS

La vanne de l'échangeur des planchers chauffants est fermée : ces derniers ne reçoivent pas d'énergie. En revanche, la pompe à débit (P2) **tourne dans le vide avec un débit nul et est par conséquent brûlante.** (Problème de maintenance à corriger rapidement)

4.2.2.5 Mélange eaux chaude et glacée

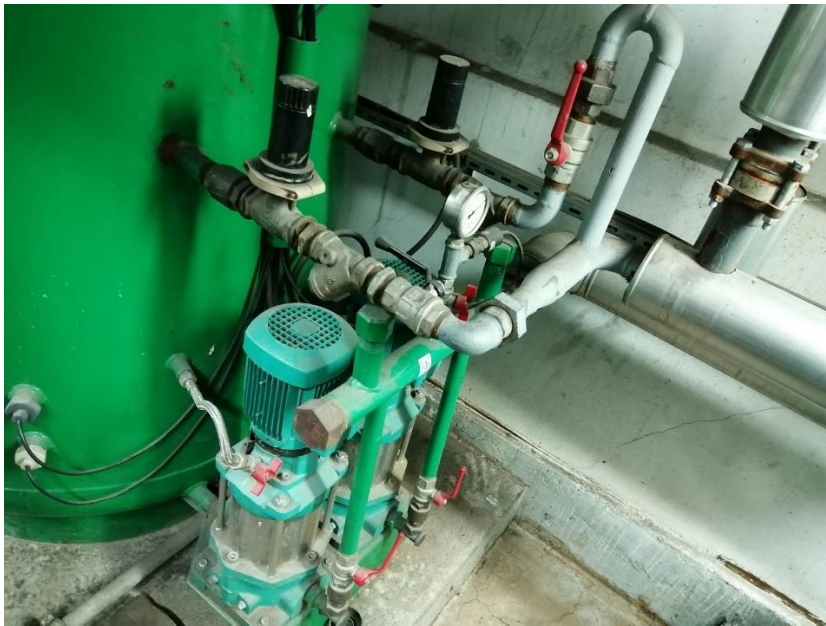
Il a été constaté que l'eau glacée se mélange avec l'eau chaude par endroits, à la fois par les vannes et par le groupe de maintien de pression (**voir schéma de principe ci-dessous**).

Cette constatation est confirmée par les mesures de températures sur les change-over côté réseau de froid : les deux vannes (en vert sur le schéma) ne sont pas complètement fermées (elles devraient l'être en hiver). La température juste après la vanne de départ est de 12°C tandis que le retour est à 50°C, ce qui montre bien que de l'eau du réseau de chaud est renvoyée dans le réseau froid et le réchauffe de manière conséquente. Même si le débit est faible, la différence de température est telle que beaucoup de calories passent dans le réseau froid.

Ce point explique sans doute en grande partie les consommations importantes de froid en hiver.



*Les 2 vannes ne sont pas complètement fermées
(à 1 cran)*



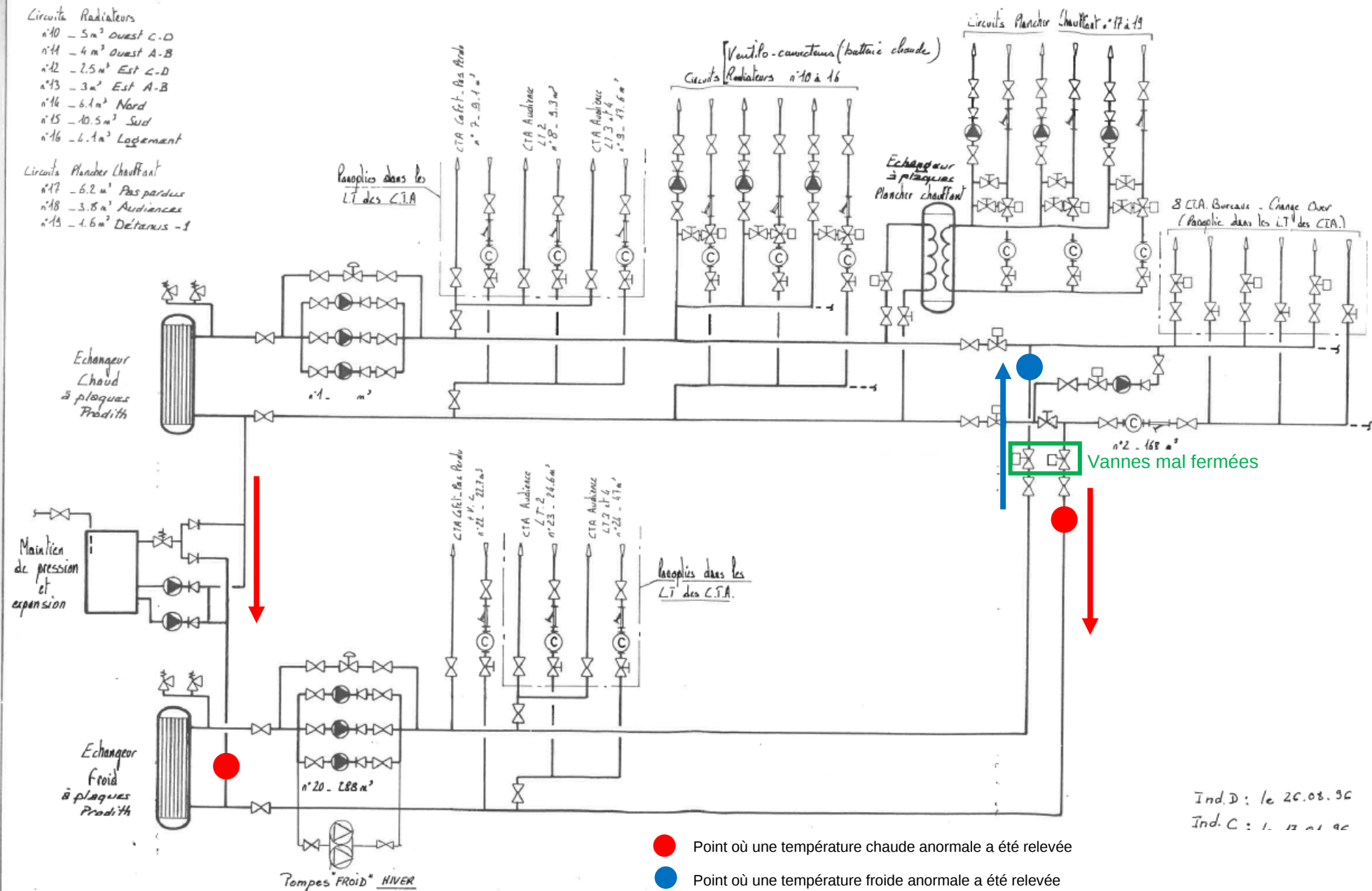
Le groupe de maintien de pression par lequel de l'eau chaude passe dans le réseau de froid

Circuits Radiateurs

- n°10 - 5 m² Ouest C-D
- n°11 - 4 m² Ouest A-B
- n°12 - 2.5 m² Est C-D
- n°13 - 3 m² Est A-B
- n°14 - 6.1 m² Nord
- n°15 - 10.5 m² Sud
- n°16 - 6.1 m² Logement

Circuits Plancher Chauffant

- n°17 - 6.2 m² Pas perdus
- n°18 - 3.8 m² Audiance
- n°19 - 4.6 m² Detenus - 1



Ind.D : 1e 20.03.90
Ind.C : 1. 12. 90

4.2.3 CLIMATISATION EN HIVER

En période hivernale, le réseau de froid fonctionne pour très peu d'usages ce qui représente un gaspillage important.

ONDULEURS

Les locaux onduleurs sont climatisés via le réseau de chaleur et un ventilateur spécifique renouvelle l'air en permanence ($> 300 \text{ m}^3/\text{h}$). Or, les onduleurs dégagent très peu de chaleur, quelques centaines de watts tout au plus.

L'installation prévue semble largement surdimensionnée, les pertes en lignes pour le réseau de froid sont également perdues pour un usage très limité.

Il est sans doute possible d'arrêter la climatisation et d'évacuer les calories uniquement avec la ventilation : solution à tester. A défaut, un « split » à détente directe pourrait largement suffire à climatiser le local sans faire appel au réseau.

LOCAUX SERVEURS :

De façon analogue, il serait intéressant de déconnecter la climatisation via le réseau de froid et installer uniquement des unités à détente directe. Dans le cas des locaux serveurs il est en effet probable que la ventilation seule ne suffise pas à rafraîchir les locaux car les dégagements de chaleur sont importants.

4.2.4 GTC

Contrairement à ce qui avait été prévu, il n'a pas été possible d'analyser les données de la GTC car d'après le mainteneur elle n'enregistre rien.

De plus, d'après le mainteneur, l'interface ne permet pas de changer la programmation ; il est nécessaire de faire intervenir un programmeur. Par exemple la programmation de l'éclairage est fixée entre 6h et 00h. Il est impossible de modifier cette programmation avec l'interface en place, il est nécessaire de faire intervenir un programmeur pour ce genre de modification simple. (En pratique il est possible de faire la modification, mais la GTC réinitialise le programme par défaut à minuit).

Si effectivement les modifications ne peuvent être faites par l'exploitant elles devront être faites par le fabricant/installateur.

4.2.5 LA VENTILATION

Comme évoqué précédemment, le bâtiment est équipé de 34 CTA.

Le débit total maximal est de $207\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ environ mais cela comprend également les extractions des LT et parkings.

Nous pouvons restreindre les CTA principales au nombre de 8 ce qui représente $138\,000 \text{ m}^3/\text{h}$.

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	

Deux CTA (CTA barre A et CTA bastion E) ont été visitées et instrumentées en détail. Une analyse plus complète sera réalisée après récolte des données.

Lors de la visite, les débits et températures de soufflage et de reprise des CTA dans les bureaux ont été mesurés. **La plupart des bouches soufflent de l'air à 28°C**, avec un débit très élevé (jusqu'à 150 m³/h pour 2-3 personnes, ce qui est 2 à 3 fois supérieur aux valeurs usuelles) Ces débits sont souvent déséquilibrés, ce qui induit un mauvais fonctionnement de la récupération de chaleur.

La justification de la température de soufflage à 28°C provient à la fois d'une volonté du mainteneur mais également du fait que certaines vannes 3 voies sont endommagées ce qui empêche de réguler correctement la température de la batterie chaude.

. En plus de l'air chaud soufflé, les radiateurs hydrauliques sont également en marche dans les bureaux avec les robinets thermostatiques ouvert au maximum.



Les utilisateurs ont souvent installé des cartons ou calendriers pour bloquer l'air soufflé, qui occasionne un inconfort en saison de rafraîchissement, sûrement en raison du débit trop élevé.

Ces observations témoignent d'une mauvaise utilisation du système de ventilation.

Lors d'une utilisation normale, l'air est soufflé à une température neutre (environ 19°C) et les radiateurs sont utilisés pour chauffer la pièce ; chauffer avec les CTA entraîne des surchauffes du bâtiment et empêche la régulation de température. **Les températures mesurées dans les bureaux (23-24°C le 28/01/2021) viennent confirmer l'hypothèse de surchauffe.**

Les visites des locaux techniques des CTA révèlent aussi d'autres dysfonctionnements :

CTA BARRE A

- L'air repris et l'air rejeté sont tous les deux à une température de 24°C : l'échangeur, qui n'a pas de by-pass, ne semble pas fonctionner. *Ce point sera validé par l'instrumentation détaillée.*
- Le pressostat de sécurité est débranché et son liquide évaporé

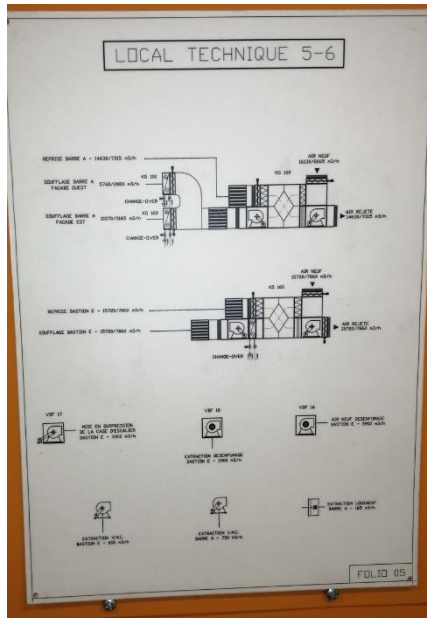


Schéma de principe de la CTA



Pressostat hors service

CTA BASTION E

- L'air repris est à 25°C et l'air rejeté à 20°C ; l'échangeur semble donc fonctionner pour cette CTA. En revanche, la température de reprise élevée confirme la surchauffe des bureaux.
- L'air soufflé est à 26°C, ce qui confirme la mesure effectuée dans les bureaux (air soufflé trop chaud).
- La vanne 3 voies, en position « tout recyclage », est dans un état catastrophique



Vanne 3 voies en mauvais état



Problèmes de corrosion/fuites sur certains équipements, à changer rapidement

Il est aussi important de souligner que les filtres des CTA sont placés en extérieur : cela complexifie la maintenance car leur état ne peut pas être relevé facilement. Il est a priori aisé de les positionner au niveau de CTA ce qui permettra de s'assurer du changement régulier des filtres.

4.2.6 L'EAU CHAUDE SANITAIRE

L'eau chaude sanitaire est produite par des ballons électriques. L'eau chaude sanitaire ne représente pas un enjeu important en termes de consommation énergétique pour ce type de bâtiment.

4.2.7 L'ECLAIRAGE

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

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

Circulations : les circulations sont équipées de deux types d'éclairage :

- Ampoules fluocompactes 13 W en grande majorité
- Ampoules LED 8 W à certains endroits, uniquement pour les niveaux RDJ, RDC, R+1 et R+2



Partie du Rez-de-jardin équipée avec des ampoules LED

Certaines circulations, notamment les salles d'attentes du public du rez-de-chaussée, R+1 et R+2, et les couloirs de certains bastions, sont aussi équipées de tubes néons 35 W. (L'inventaire exhaustif sur l'ensemble du bâtiment n'a pas été fait.)

Au total, on obtient un ratio d'éclairage pour les circulations variant entre **3.5 et 5 W/m²**, différent d'un étage à l'autre suivant la proportion de tubes néons. **Cette valeur est performante. Cependant, on constate que l'ensemble de ces circulations et hall sont allumés en permanence en période d'occupation, il n'y a pas de détecteurs de présence.**

Bureaux : les bureaux visités sont tous éclairés par des tubes néons de 36 W. La puissance d'éclairage dans ces bureaux est en moyenne de **9.1 W/m²**. Cette valeur est moyenne. L'allumage et l'extinction se

font par interrupteur individuel et par horloge via la GTC. De plus, la majorité des utilisateurs semblent systématiquement éteindre la lumière quand ils quittent leurs bureaux.

Toilettes : les toilettes sont équipées d'interrupteurs et de tubes néons 36 W. La surface réduite et l'utilisation d'interrupteurs peuvent permettre de conclure que ce poste de consommation est probablement négligeable.

Locaux techniques : ces locaux sont pour la plupart éclairés avec des tubes néons 36 W et des interrupteurs. En revanche, de nombreux néons ne fonctionnent plus, parfois jusqu'à la moitié dans certains locaux. En prenant en compte qu'un tiers des néons est hors d'usage, on arrive à une valeur de **7,9 W/m²**.

Parking : 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). Ces sous-sols sont éclairés par des néons 36 W (80 par niveau) sans interruption. Cela équivaut à une puissance d'éclairage inférieure à 1 W/m², mais sur 6 niveaux de presque 5000 m², éclairés en continu ce qui représente une consommation très importante.

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).

zone	ratio d'éclairage W/m²	surface m²	horaires	Fonctionnement 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).

4.2.8 BUREAUTIQUE

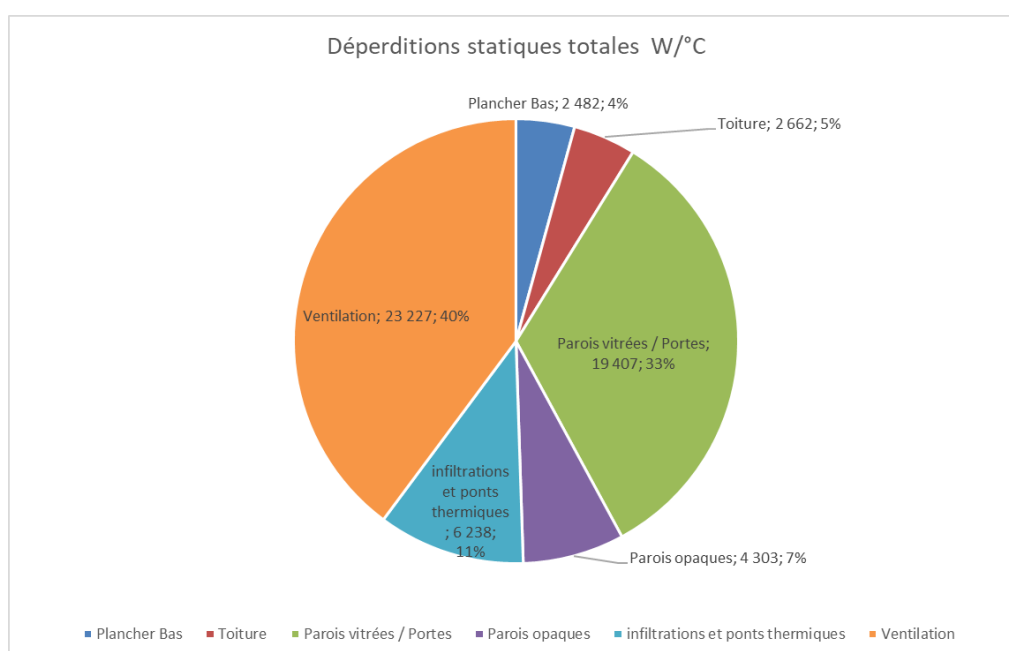
Lors de la visite, nous avons pu remarquer de nombreux équipements (écrans, ordinateurs, imprimantes) laissés allumés après le départ des occupants. Il serait judicieux de sensibiliser le personnel du bâtiment afin de pouvoir réaliser des économies d'électricité. Un grand nombre d'équipements restés allumés pendant la nuit peut représenter une consommation conséquente d'électricité.



Dans ce bureau du 6^e étage par exemple, 3 écrans sur 4 ainsi que l'imprimante ont été laissés allumés après le départ des occupants.

4.3 DEPERDITION STATIQUES

Le graphique ci-dessous présente les déperditions statiques 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 près de la moitié des déperditions totales du bâtiment.

Le coefficient Ubat est de 1.04 W/m²K

Le **Ubat** 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 Ubat type :

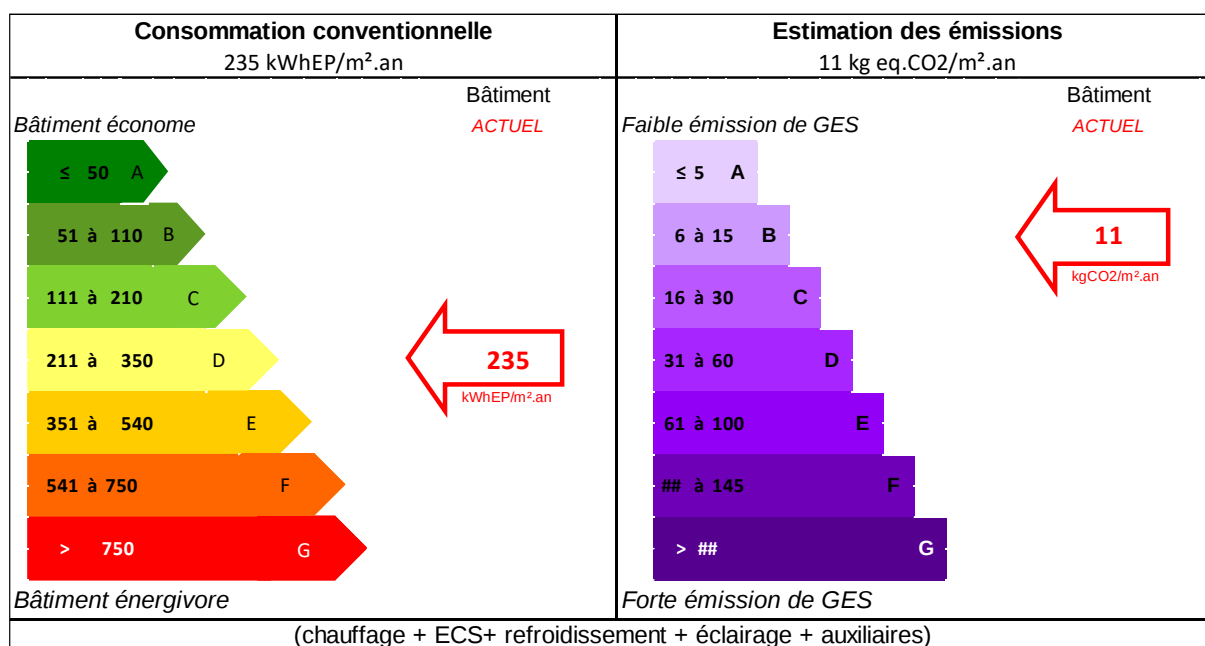
- ✓ Construction non isolée et fenêtres simples vitrage : Ubat = 1.80
- ✓ Construction entre 1974 et 1982 : Ubat = 1.40
- ✓ Construction entre 1983 et 1989 : Ubat = 1.15
- ✓ Construction entre 1990 et 2000 : Ubat = 0.95
- ✓ Construction norme RT 2000 entre 2001 et 2006 : Ubat = 0.80
- ✓ Construction norme RT 2005 entre 2007 et 2012 : Ubat = 0.75
- ✓ Construction nouvelle avec très bonne isolation : Ubat = 0.40
- ✓ Construction dernière génération avec excellente isolation : Ubat = 0.30

4.4 BILAN ENERGETIQUE

	Energie	Energie finale (kWhEP/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	9 834
Éclairage *	Electricité	601 000	1 550 580	42 619	48 080
Auxiliaires de chauffage	Electricité				
Auxiliaires de ventilation	Electricité	1 176 534	3 035 458	83 431	94 123
ECS	Electricité				
Usages spécifiques**	Electricité	431 504	1 113 280	30 599	34 520
TOTAL		5 101 038	8 591 318	432 211	388 355
TOTAL USAGES RT		4 669 534	7 478 038	401 612	353 835

* Le poste éclairage est estimé à ce stade par le calcul sur la base des relevés de puissance

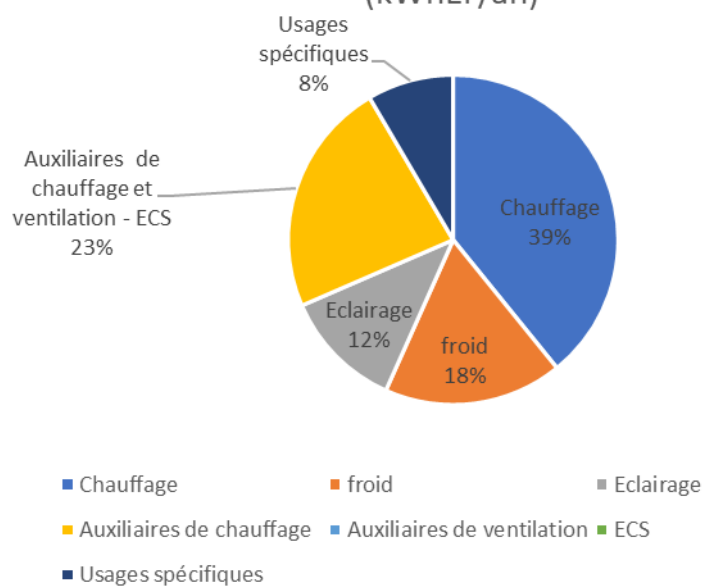
** Le poste usage spécifique est estimé à ce stade sur la base de ratio de consommation pour estimer l'étiquette énergétique conventionnelle.



D'un point de vue réglementaire le bâtiment est classé D en performance énergétique, ce qui est une performance moyenne et B pour les émissions de gaz à effet de serre ce qui est une bonne performance notamment grâce aux réseaux de chaleur et de froid décarbonés de la ville de Lyon.

Ce bilan va être affiné à la suite de l'instrumentation en cours notamment pour mieux comprendre les postes électriques.

Répartition des consommations en énergie finale (kWhEF/an)



5 BILAN ET PERSPECTIVES

5.1 BILAN DE L'ETAT DES LIEUX

L'état des lieux montre que le bâtiment présente des consommations maîtrisées pour un bâtiment des années 1990.

- ✓ Cependant, nous avons noté des graves dysfonctionnements dans le fonctionnement de la distribution de chaleur et de froid. Voir 4.2.2.5 sur le mélange des eaux de chauffage et de froid.

Ce point est facilement modifiable et représente une piste d'économie immédiate bien qu'il soit difficile d'estimer les gains énergétiques associés.

- ✓ Il ressort également que les leviers les moins coûteux, et donc les plus rentables sont nombreux : optimisation des consignes de température et ajustement des débits d'air neuf aux stricts besoins pour les plus impactants.

Attention, ces leviers sont peu coûteux mais parfois difficiles à mettre en place car soumis à l'acceptation des occupants.

Il est ainsi indispensable que ces derniers soient intégrés pleinement à la démarche de maîtrise des consommations en parallèle des investissements portés sur l'amélioration des installations.

- ✓ Concernant l'isolation du bâtiment l'investigation à la caméra thermique a montré que la performance des parois est globalement correcte malgré la faible épaisseur d'isolant. La piste d'optimisation la plus importante concernant le bâti concerne le changement des menuiseries extérieures qui présentent des performances médiocres et représentent la plus grosse part de déperdition de chaleur en dehors de la ventilation.
- ✓ Enfin le poste « éclairage » est également un poste d'optimisation facile à mettre en œuvre en passant en LED dans les bureaux et en asservissant l'éclairage des circulations à la présence des occupants
- ✓ Lors de la reprise de l'étanchéité de la toiture il sera également indispensable de reprendre son isolation qui est nettement insuffisante.

5.2 PISTES D'OPTIMISATIONS

Pour l'ensemble des estimations ci-dessous, les coûts financiers et les coûts des énergies s'entendent en valeurs Mars 2021.

5.2.1 MELANGE DES EAUX CHAUDE ET GLACEE

Ce point représente un gaspillage très important d'énergie qu'il est important de modifier au plus vite.

L'investissement est très faible (Fermeture complète des vannes, si possible rajout d'un groupe de pression indépendant) mais nous ne savons cependant pas estimer précisément le gain potentiel de ce point.

Cela est également lié à la climatisation en hiver qui n'a pas lieu d'être (Voir 5.2.9)

Les gains se feront à la fois sur les consommations de chauffage et de froid.

5.2.2 REPRISE DE L'ISOLATION EXTERIEURE

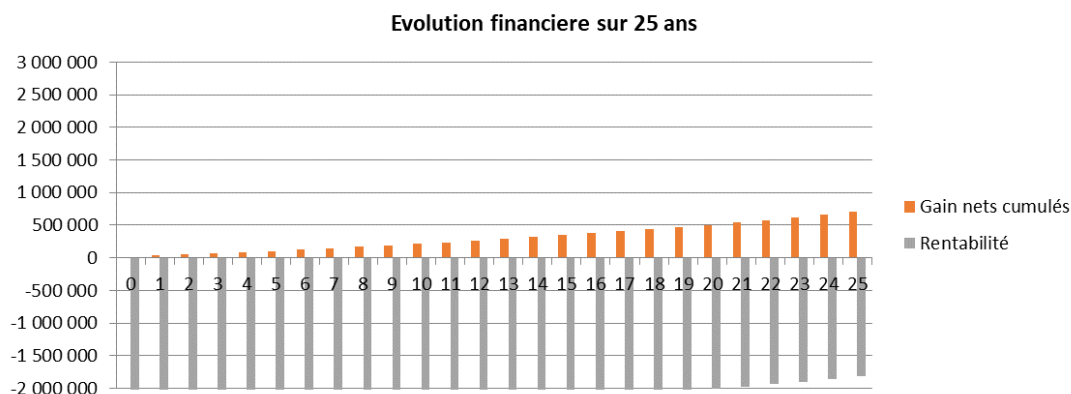
Une telle mesure représenterait des travaux très importants sur le bâtiment. Nous proposons ainsi une isolation très performante avec un $R > 5 \text{ m}^2\text{K/W}$. Le Ubat passerait ainsi de $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ à $0.75 \text{ W/m}^2\text{K}$

Le gain s'établirait à environ 200 MWh/an, soit environ 16 000€/an. Cela représente une diminution de 11% des consommations de chauffage et de 4% des consommations totales du bâtiment.

De façon très approximative, nous estimons le cout de l'opération à plus de 2.7 millions d'euros pour l'isolation d'environ 10 000m² de façade au minimum, **sans compter le traitement architectural qui ferait sans aucun doute monter la facture ;**

Il est ainsi évident que cette opération ne dégagerait pas de rentabilité même sur le temps long.

Investissement de l'installation part matériel	2 717 000	€
Aide CEE	199 178	€
Economie d'énergie électrique année n0	0.0	kWh/an
Economie énergie thermique année n0	200 000	kWh/an
Gain financier année n0	15 836	€/an
Inflation de l'énergie électrique	4.00%	
Inflation de l'énergie thermique	4.00%	
Gain économique sur 20 ans (hors entretien)	506 253	€
Gain économique sur 30 ans (hors entretien)	939 502	€
Gain économique sur 50 ans (hors entretien)	2 530 119	€
Montant du cout d'exploitation année n0	0	€
Inflation du forfait entretien	0.50%	
Coût cumulé lié à l'entretien sur 20 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 30 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 50 ans	0	€
Gain net sur 20 ans	506 253	€/20 ans
Gain net sur 30 ans	939 502	€/30 ans
Gain net sur 50 ans	2 530 119	€/50 ans
Temps de retour brut*	159	ans
Temps de retour brut actualisé**	50	ans



5.2.3 CHANGEMENT DE L'ENSEMBLE DES MENUISERIES EXTERIEURES

Cette opération représente aussi des travaux très importants.

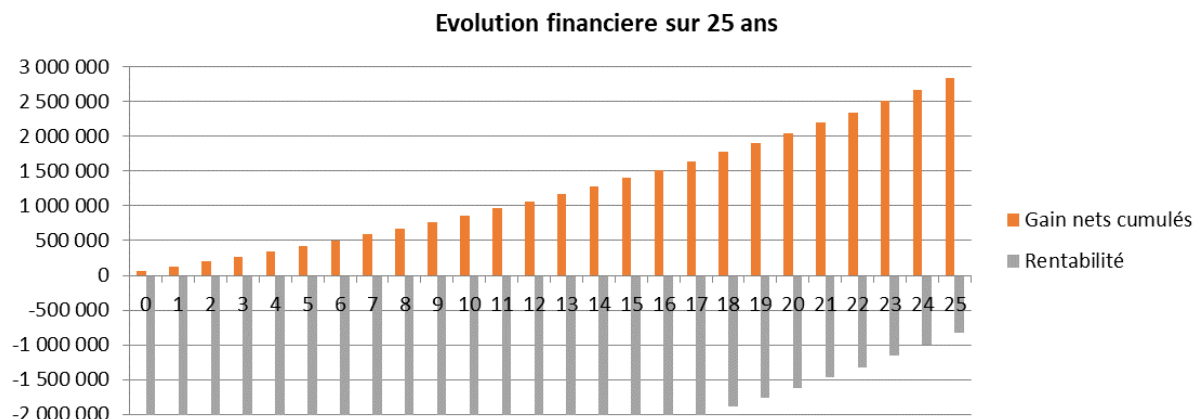
Nous proposons ici des menuiseries aluminium très performantes en double vitrage argon à basse émissivité. Le U_w serait de $1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Le U_{bat} passerait ainsi à $0.64 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Le gain s'établirait à environ 810 MWh/an , soit environ $64\,000\text{€}/\text{an}$. Cela représente une diminution de 41% des consommations de chauffage et de 16% des consommations totales du bâtiment.

De façon très approximative, nous estimons le cout de l'opération à près de 3.8 millions d'euros pour 5500m^2 de vitrage à remplacer.

La rentabilité de l'opération est donc très incertaine et serait de près de 22 ans, soit presque la durée de vie du matériel ;

Investissement de l'installation part matériel	3 795 000	€
Aide CEE	127 050	
Economie d'énergie électrique année n0	0.0	kWh/an
Economie énergie thermique année n0	810 000	kWh/an
Gain financier année n0	63 990	€/an
Inflation de l'énergie électrique	4.00%	
Inflation de l'énergie thermique	4.00%	
Gain économique sur 20 ans (hors entretien)	2 045 709	€
Gain économique sur 30 ans (hors entretien)	3 796 420	€
Gain économique sur 50 ans (hors entretien)	10 223 923	€
Montant du cout d'exploitation année n0	0	€
Inflation du forfait entretien	0.50%	
Coût cumulé lié à l'entretien sur 20 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 30 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 50 ans	0	€
Gain net sur 20 ans	2 045 709	€/20 ans
Gain net sur 30 ans	3 796 420	€/30 ans
Gain net sur 50 ans	10 223 923	€/50 ans
Temps de retour brut*	57	ans
Temps de retour brut actualisé**	30	ans



5.2.4 REPRISE DE L'ISOLATION EN TOITURE

Cette opération est en générale couplée à une reprise de l'étanchéité de la toiture, ce qui fait partie des travaux de maintenance courante pour un bâtiment.

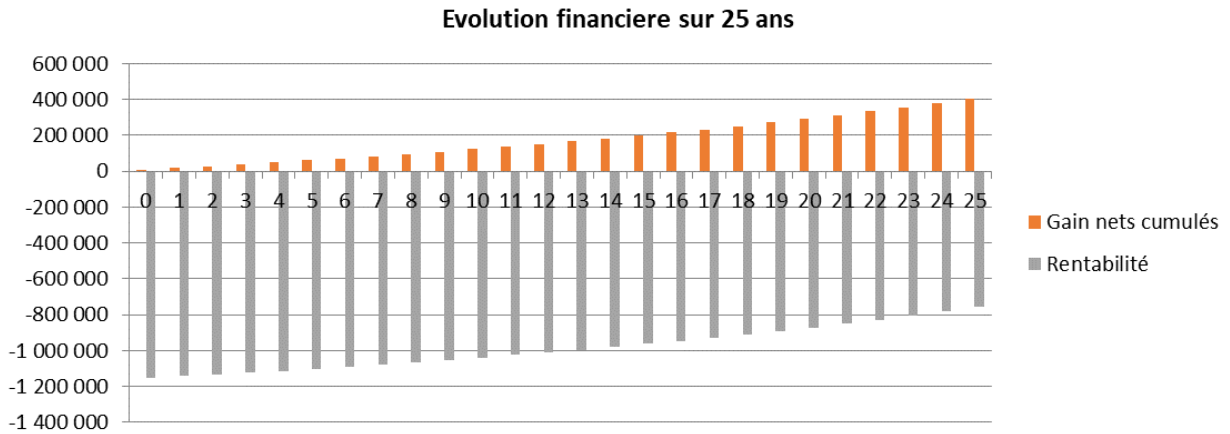
Nous proposons une isolation très performante avec un $R > 7.3 \text{ m}^2\text{K/W}$. Le Ubat passerait ainsi à $0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Nous considérons ici la reprise de l'ensemble des toitures du bâtiment.

Le gain s'établirait à environ 115 MWh/an, soit environ 9 000€/an. Cela représente une diminution de 6% des consommations de chauffage et de 2% des consommations totales du bâtiment.

De façon très approximative, nous estimons le cout de l'opération à environ 1 247 800 € d'euros, hors travaux d'étanchéité.

Investissement de l'installation part matériel	1 247 800	€
Aide CEE	86 317	
Economie d'énergie électrique année n0	0.0	kWh/an
Economie énergie thermique année n0	115 000	kWh/an
Gain financier année n0	9 085	€/an
Inflation de l'énergie électrique	4.00%	
Inflation de l'énergie thermique	4.00%	
Gain économique sur 20 ans (hors entretien)	290 440	€
Gain économique sur 30 ans (hors entretien)	538 998	€
Gain économique sur 50 ans (hors entretien)	1 451 545	€
Montant du cout d'exploitation année n0	0	€
Inflation du forfait entretien	0.50%	
Coût cumulé lié à l'entretien sur 20 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 30 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 50 ans	0	€
Gain net sur 20 ans	290 440	€/20 ans
Gain net sur 30 ans	538 998	€/30 ans
Gain net sur 50 ans	1 451 545	€/50 ans
Temps de retour brut*	128	ans
Temps de retour brut actualisé**	46	ans



5.2.5 POSTE ECLAIRAGE

Le poste d'éclairage est probablement le poste prédominant du bâtiment (à confirmer pendant la campagne de mesures)

Concernant le poste éclairage nous constatons que les points lumineux des circulations sont en cours de changement pour des LED ce qui est très intéressant. Ce n'est pas encore le cas des bureaux. **De plus nous avons constaté que l'éclairages des circulations et autres locaux à occupation passagère n'est pas asservi à la présence des occupants ce qui représente un poste d'optimisation important car pour le moment l'éclairage fonctionne en permanence.**

Selon le type d'espace, plusieurs solutions sont possibles :



Dans les espaces de circulation technique ou n'ayant pas accès à la lumière naturelle nous préconisons la mise en place de détection de présence simple

	Dans les espaces ayant un accès à l'éclairage naturel nous préconisons la mise en place d'une détection de présence couplée à une sonde de luminosité
	Dans les halls et espaces d'accueil nous préconisons également la mise en place d'une détection de présence couplée à une sonde de luminosité

Dans tous les cas nous préconisons de revoir la programmation de la GTC qui actuellement fait fonctionner l'éclairage en permanence entre 06h et minuit.

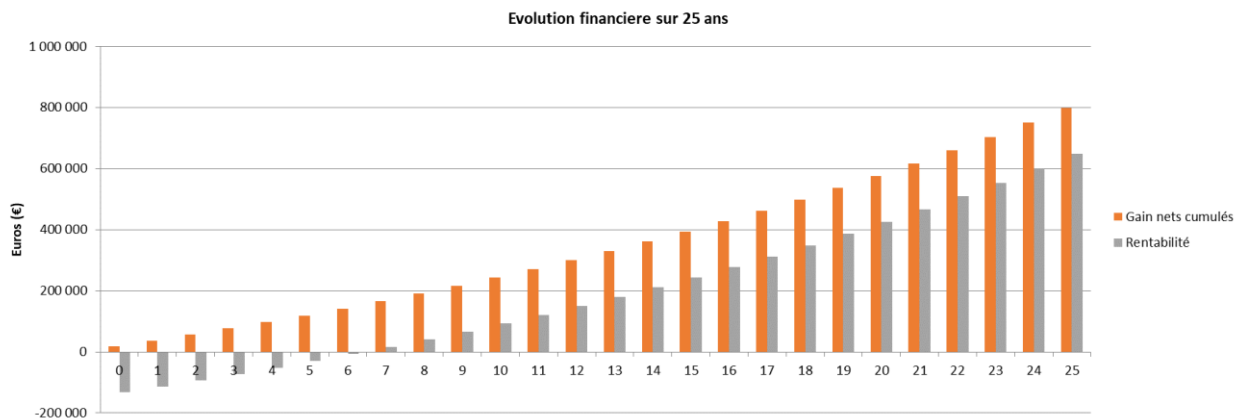
Nous pouvons donc estimer que :

- ✓ La mise en place de détection de présence dans les circulations est une piste d'économie intéressante. Le gain serait d'environ 90 MWh
- ✓ La réduction de la puissance d'éclairage dans les bureaux permettrait d'économiser environ 45 MWh
- ✓ L'asservissement de l'éclairage des parkings permettrait d'économiser environ 50 MWh

Ces mesures combinées permettraient ainsi d'économiser environ 254 MWh, soit une réduction de près de 10% de l'électricité totale du bâtiment et un gain d'environ 18 000€/an

Investissement de l'installation part matériel	150 000	€
Economie d'énergie électrique année n0	254 000	kWh/an
Economie énergie thermique année n0	0	kWh/an
Gain financier année n0	18 034	€/an
Inflation de l'énergie électrique	4.00%	
Inflation de l'énergie thermique	4.00%	
Gain économique sur 20 ans (hors entretien)	576 533	€
Gain économique sur 30 ans (hors entretien)	1 069 927	€
Gain économique sur 50 ans (hors entretien)	2 881 360	€
Montant du cout d'exploitation année n0	0	€
Inflation du forfait entretien	0.50%	

Coût cumulé lié à l'entretien sur 20 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 30 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 50 ans	0	€
Gain net sur 20 ans	576 533	€/20 ans
Gain net sur 30 ans	1 069 927	€/30 ans
Gain net sur 50 ans	2 881 360	€/50 ans
Temps de retour brut*	8	ans
Temps de retour brut actualisé**	7	ans



5.2.6 OPTIMISATION DES CONSIGNES DE TEMPERATURE DE CHAUFFAGE

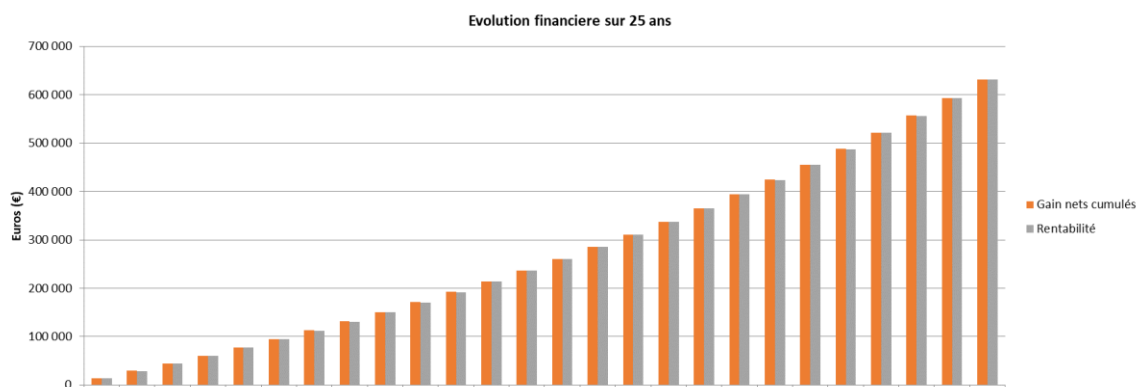
Pour le chauffage il est relativement aisé de baisser les températures de consigne de chauffage dans le bâtiment. **Aujourd'hui le bâtiment est en surchauffe** principalement à cause de la température de soufflage des CTA réglée à 28°C sans possibilité de réglage terminal puisque les robinets sont ouverts à fond en permanence.

Les bureaux sont ainsi chauffés à près de 24°C (affiner selon la campagne de mesure), bien au-delà du seuil réglementaire de 19°C.

En soufflant à température neutre et en réglant les températures de départ selon la température extérieure il est possible de mieux gérer la température intérieure des locaux. Les robinets thermostatiques en place paraissent en bon état mais il est possible de devoir en changer certains ponctuellement en cas de dysfonctionnement.

D'après nos estimations, la baisse de la température de consigne de 1°C entraine une baisse de 180 MWh soit 9% des consommations de chauffage, soit 4% des consommations totales du bâtiment et cela représente environ 14 000 €/an.

Investissement de l'installation part matériel	500	€
Economie d'énergie électrique année n0	0.0	kWh/an
Economie énergie thermique année n0	180 000	kWh/an
Gain financier année n0	14 220	€/an
Inflation de l'énergie électrique	4.00%	
Inflation de l'énergie thermique	4.00%	
Gain économique sur 20 ans (hors entretien)	454 602	€
Gain économique sur 30 ans (hors entretien)	843 649	€
Gain économique sur 50 ans (hors entretien)	2 271 983	€
Montant du cout d'exploitation année n0	0	€
Inflation du forfait entretien	0.50%	
Coût cumulé lié à l'entretien sur 20 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 30 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 50 ans	0	€
Gain net sur 20 ans	454 602	€/20 ans
Gain net sur 30 ans	843 649	€/30 ans
Gain net sur 50 ans	2 271 983	€/50 ans
Temps de retour brut*	0.04	ans
Temps de retour brut actualisé**	0	ans



5.2.7 EQUILIBRAGE DES DEBITS DE VENTILATION

Nous avons constaté un déséquilibre des débits de ventilation du bâtiment ainsi que des débits particulièrement élevés dans les bureaux (hors salle d'audience) : Entre 50 et 75 m³/h par personne, ce qui est bien au-delà des débits préconisés en tertiaire : réglementairement 25 m³/h par personne.

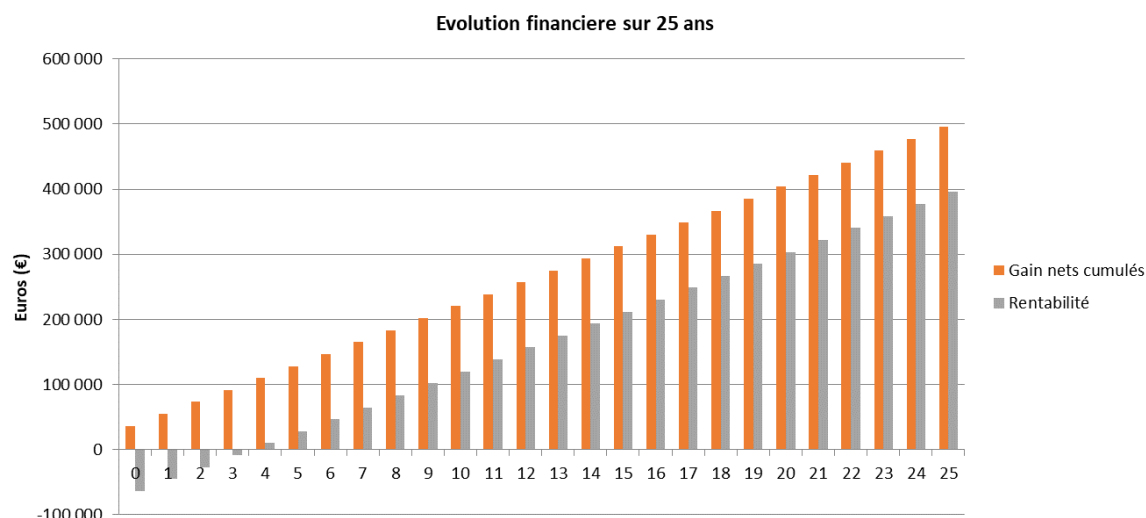
Pour cela deux actions doivent être réalisées

- ✓ Réaliser une campagne d'équilibrage des débits d'air : cela permettra d'optimiser la performance des récupérateurs de chaleur et permettra d'assurer des débits corrects dans les bureaux
- ✓ Installer des variateurs de fréquence sur les CTA pour réduire leur débit global. Cela permet ainsi de réduire les débits en hiver, et de les augmenter en été si nécessaire.

Ainsi, une diminution de 30% des débits de ventilation permettrait un gain de 150 MWh de chauffage et d'environ 90 MWh d'électricité, soit un gain total de 5% sur les consommations du bâtiment et un gain d'environ 18 000€/an.

Enfin nous préconisons également d'ajuster les horaires de fonctionnement des CTA au plus proche de l'occupation (ce point va être affiné avec la campagne de mesure).

Investissement de l'installation part matériel	100 000	€
Economie d'énergie électrique année n0	90 000.0	kWh/an
Economie énergie thermique année n0	151 000	kWh/an
Gain financier année n0	18 338	€/an
Inflation de l'énergie électrique	4.00%	
Inflation de l'énergie thermique	4.00%	
Gain économique sur 20 ans (hors entretien)	586 253	€
Gain économique sur 30 ans (hors entretien)	1 087 967	€
Gain économique sur 50 ans (hors entretien)	2 929 942	€
Montant du cout d'exploitation année n0	0	€
Inflation du forfait entretien	0.50%	
Coût cumulé lié à l'entretien sur 20 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 30 ans	0	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 50 ans	0	€
Gain net sur 20 ans	586 253	€/20 ans
Gain net sur 30 ans	1 087 967	€/30 ans
Gain net sur 50 ans	2 929 942	€/50 ans
Temps de retour brut*	5.45	ans
Temps de retour brut actualisé**	4	ans



5.2.8 BUREAUTIQUE : EXTINCTION SYSTEMATIQUE DES POSTES ORDINATEUR + ECRAN LA NUIT ET LE WEEKEND

Cela passe par de la sensibilisation aux utilisateurs et ne nécessite aucun investissement. Nous constatons un talon de consommation de 100 kW en permanence sur le bâtiment (100 kW pendant 10h toute l'année équivaut à 365 MWh, soit 16% des consommations électriques du bâtiment). La veille des appareils représente sans doute une partie non négligeable de cette veille.

L'instrumentation en cours pourra affiner ce point.

5.2.9 GESTION DE LA CLIMATISATION EN HIVER

En période hivernal le réseau de froid est utilisé principalement pour la climatisation des locaux serveurs et onduleur.

La climatisation en hiver représente environ **200 MWh tous les ans, soit 22% des consommations de froid du bâtiment et 4% des consommations totales du bâtiment.**

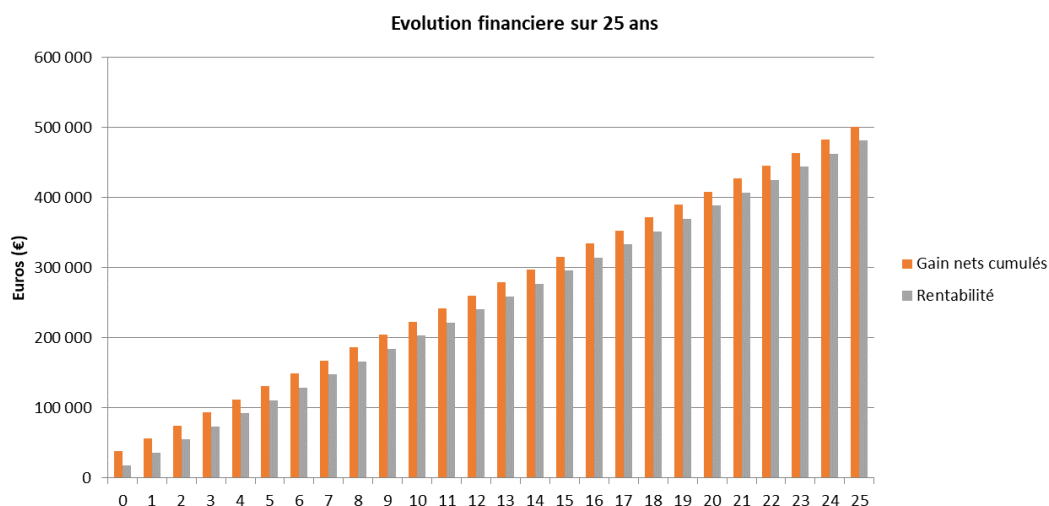
Une large part de ces consommations est gaspillée soit à cause du mélange des eaux chaude et froide (Voir 4.2.2.5), soit à cause des pertes en ligne.

- ✓ Pour le local onduleur nous préconisons de tester la suppression pure et simple de la climatisation du local puisque le dégagement de chaleur des onduleurs est très faible. Le local est par ailleurs fortement ventilé mécaniquement et il est probable que la ventilation suffise largement à maintenir une température acceptable dans le local.
- ✓ Pour les locaux serveurs nous préconisons la mise en place de groupes froids sur air à détente directe au plus près des locaux. **Cela permettra de largement réduire les pertes en lignes importantes de l'acheminement de l'eau glacée**

En première approche nous estimons qu'il est possible d'économiser environ 150 MWh par an sur la climatisation hivernale, soit 17% des consommations de froid et 3% des consommations totales du bâtiment. Cela représente environ 19 500€.

Ces dispositions permettront également de réduire fortement le cout de l'abonnement hivernal en froid (environ 2500€/mois, soit 15000€ pour les 6 mois d'hiver).

Investissement de l'installation part matériel	20 000	€
Economie d'énergie électrique année n0	0.0	kWh/an
Economie énergie thermique année n0	150 000	kWh/an
Gain financier année n0	19 500	€/an
Inflation de l'énergie électrique	4.00%	
Inflation de l'énergie thermique	4.00%	
Gain économique sur 20 ans (hors entretien)	623 399	€
Gain économique sur 30 ans (hors entretien)	1 156 903	€
Gain économique sur 50 ans (hors entretien)	3 115 588	€
Montant du cout d'exploitation année n0	1 000	€
Inflation du forfait entretien	0.50%	
Coût cumulé lié à l'entretien sur 20 ans	22 084	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 30 ans	33 441	€
Coût cumulé lié à l'entretien sur 50 ans	57 928	€
Gain net sur 20 ans	601 315	€/20 ans
Gain net sur 30 ans	1 123 461	€/30 ans
Gain net sur 50 ans	3 057 660	€/50 ans
Temps de retour brut*	1.08	ans
Temps de retour brut actualisé**	0	ans



5.2.10 REPRISE DES ELEMENTS DYSFONCTIONNANT :

Nous avons constaté un certain nombre d'éléments en très mauvais état et/ou ne fonctionnant pas correctement :

- ✓ Fuites sur des vannes de régulation, vannes corrodées
- ✓ Echangeur plancher chauffant ne fonctionnant pas, aucune énergie n'est envoyée dans le plancher chauffant
- ✓ Pompe du plancher chauffant tournant dans le vide
- ✓ Compteurs thermiques hors services
- ✓ Sonde de température de soufflage des CTA hors service

Ces éléments de maintenance courante ne représentent pas de « gains » à proprement parler mais sont problématiques pour le confort et la viabilité à moyen terme du bâtiment.

5.3 BILAN

	Investissement	Gain en MWh/an	Gain en €/an	Gain en % de la consommation totale	Rentabilité brute	Priorité
Mélange eaux glacées et eaux chaudes	<5000 €	?	?	?	Immédiate	1
Optimisation et changement de l'éclairage	Environ 150 k€	254	18 000	5%	Moins de 8 ans	1
Baisse de 1°C de la consigne de chauffage	0 €	180	14 000	4%	Immédiate	1
Equilibrage des débits de ventilation	Environ 100k€	240 MWh	18 000	5%	Environ 5 ans	1
Bureautique	0 €	?	?	?	Immédiate	1
Gestion de la climatisation en hiver	Environ 20 k€	150 MWh	19 500	3%	Moins de 2 ans	1
Reprise de l'isolation en toiture	Environ 1.2 M€	115	9 000	2%	Pas de rentabilité	2
Isolation par l'extérieure	>2.7 M€	200	16 000	4%	Pas de rentabilité	3
Changement des menuiseries extérieures	>3.7 M€	810	64 000	16%	Pas de rentabilité	3

6 ANNEXE : LOCALISATION ET REFERENCE DES SONDES DE TEMPERATURES POSEES LORS DE LA VISITE

Numéro sonde	Type	Lieu mesure	Détails
TEMPE-0307-CH	Bureau	Bur. 658	Barre C, 6e étage
TEMPE-0305	Bureau	Bur. 632	Barre C, 6e étage
TEMPE-0024	Bureau	Bur. 652	Bastion G, 6e étage
TEMPE-0304	Bureau	Bur. 604	Bastion E, 6e étage
TEMPE-0288	CTA	Barre A air neuf	
TEMPE-0295-CH	CTA	Barre A soufflage avant batterie	
TEMPE-0306	CTA	Barre A air rejeté	
TEMPE-0311	CTA	Barre A air repris	
TEMPE-0309-CH	CTA	Barre D air soufflé	
TEMPE-0283	CTA	Barre D air rejeté	

7 ANNEXE : SUIVI DES DEPARTS DES TABLEAUX PRINCIPAUX

Tableau à jour du 04/03/2021- A noter que les sous tableaux des étages TDN ne pourront pas être instrumentés en détail comme prévu pour des raisons techniques. Seul deux tableaux ont donc été instrumentés de façon globale.

Num	Type	Dénomination	Note	Puissance	Temps prévisionnel de mesure	Date du début enregistrement
0	TPE	TPE GENERAL		36.7	1 an	-
0	TPN	TPN - GENERAL		2295.5	1 an	-
0	TPO	TPO GENERAL		284.1	1 an	-
0	TPS	TPS GENERAL		216.8	1 an	-
1	TPN	PRODITH	PRODITH = réseau chaleur et froid	86	1 an	02/03/2021
2	TPN	TDNA		84	1 an	02/03/2021
3	TPN	ASC 1.2		41	1 an	02/03/2021
4	TPN	SURP		11	1 an	02/03/2021
6	TPN	TDNE		88	1 an	02/03/2021
9	TPN	CTA E	LT pour Local Technique	25	1 an	02/03/2021
10	TPN	TDN DET		30	1 an	02/03/2021
13	TPN	TDNB		91	1 an	02/03/2021
15	TPN	TDN.2B		14	1 an	02/03/2021
22	TPN	TDNF		128	1 an	02/03/2021
27	TPN	TDNC		80	1 an	02/03/2021
28	TPN	TDNG		125	1 an	02/03/2021
31	TPN	CTA C		27	1 an	02/03/2021
33	TPN	TDND		101	1 an	02/03/2021
37	TPN	TDNH		71	1 an	02/03/2021
40	TPN	CTA D		21	1 an	02/03/2021

80	TPS	P.01	Relevage SAS fourgon	8.3	1 an	02/03/2021
103	TPS	?	Relevage E-2 SUD	15	1 an	02/03/2021
104	TPS	?	Relevage H-2 Nord	11.5	1 an	02/03/2021
143	TDN	TDN 5B - éclairage		?	1 an	02/03/2021
144	TDN	TDN 5B - PC		?	1 an	
145	TDN	TDN5B - chauffe-eau		?	1 an	
146	TDN	TDN5B - général		?	1 an	
147	TDN	TDN5C - éclairage		?	1 an	02/03/2021
148	TDN	TDN5C- PC		?	1 an	
149	TDN	TDN5C - chauffe-eau		?	1 an	
150	TDN	TDN5C - général		?	1 an	
151	TDN	TDN4B - éclairage		?	1 an	-
152	TDN	TDN4B - PC		?	1 an	-
153	TDN	TDN4B - chauffe-eau		?	1 an	-
154	TDN	TDN4B - général		?	1 an	-
155	TDN	TDN2F - éclairage		?	1 an	-
156	TDN	TDN2F - PC		?	1 an	-
157	TDN	TDN2F - chauffe-eau		?	1 an	-
158	TDN	TDN2F - général		?	1 an	-
5	TPN	ASC 10		25	15 jours	-
7	TPN	ASC 9		16	15 jours	-
21	TPN	ASC 3.4		41	15 jours	02/03/2021
23	TPN	ASC 11		16	15 jours	-
24	TPN	ASC 12		16	15 jours	-
29	TPN	ASC 13		16	15 jours	-
32	TPN	ASC 5.6		41	15 jours	02/03/2021
34	TPN	TDN.2D		9	15 jours	-
35	TPN	ASC 7.8		41	15 jours	-
36	TPN	ASC15		25	15 jours	-
38	TPN	ASC 14		16	15 jours	-
49	TPN		Avec neutre - 2 local Prodith identifié - 1 seul dans le	8	15 jours	-

synoptique - Puissance différente *10						
50	TPN			11	15 jours	-
77	TPS	RIA	Surpresseur RIA	17.8	15 jours	-
106	TPE	EA1.1	Éclairage ambiance circuit 1 --> RDJ à +2	1.7	15 jours	02/03/2021
108	TPE	EB1.1	Éclairage balisage circuit 1 --> 6.7.8	1.3	15 jours	-
8	TPN	CTA A	LT pour Local Technique	20	2x 15 jours	-
11	TPN	CTA 1S	LT pour Local Technique	12	2x 15 jours	02/03/2021
12	TPN	CTA 1N	LT pour Local Technique	22	2x 15 jours	02/03/2021
16	TPN	VS NORD	VS pour Ventilation Soufflage	21.5	2x 15 jours	02/03/2021
17	TPN	VEN .3	VEN pour Ventilation Extraction Nord	19	2x 15 jours	-
18	TPN	VES .3	cf. VEN .3	19	2x 15 jours	-
19	TPN	VEN .2	cf. VEN .3	9	2x 15 jours	-
25	TPN	CTA F	LT pour Local Technique	9	2x 15 jours	-
26	TPN	CTA B	LT pour Local Technique	25	2x 15 jours	-
30	TPN	CTA G		25	2x 15 jours	-
39	TPN	CTA H		22	2x 15 jours	-
14	TPN	VS SUD	VS pour Ventilation Soufflage	29	Ajustable entre 15 jours et 1 an	02/03/2021
20	TPN	VES .2	cf. VEN .3	19	Ajustable entre 15 jours et 1 an	02/03/2021
58	TPO	P02			Ajustable entre 15 jours et 1 an	-
59	TPO	P03			Ajustable entre 15 jours et 1 an	-
51	TPO	TDOA		29.4	Pas de mesure prévu	-
52	TPO	0.01		2	Pas de mesure prévu	-
53	TPO	GTC1		2	Pas de mesure prévu	-

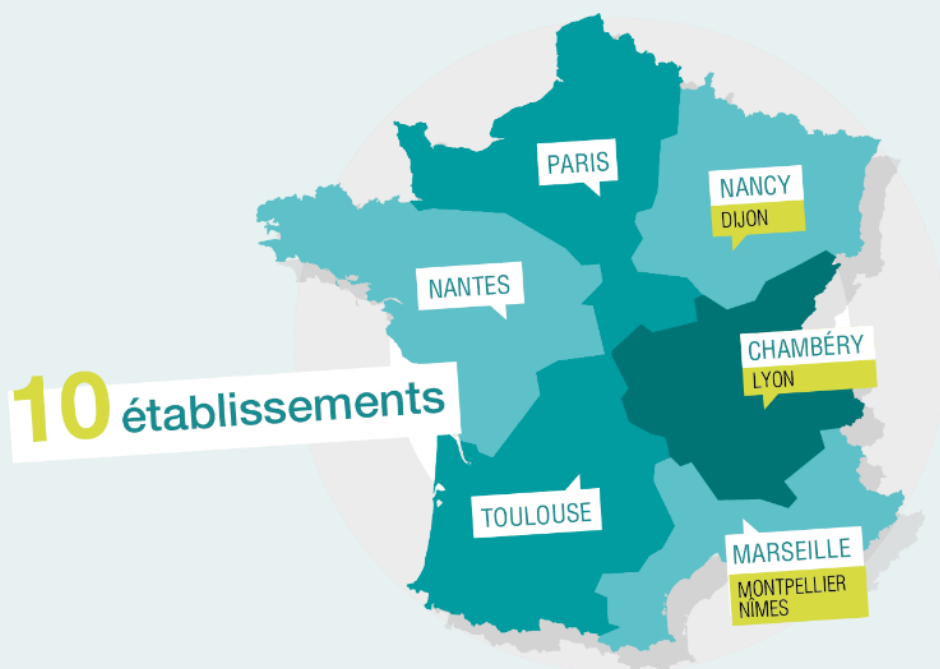
54	TPO	GTC2		2	Pas de mesure prévu	-
55	TPO	TDOE		43	Pas de mesure prévu	-
56	TPO	0.02		2	Pas de mesure prévu	-
57	TPO	TDOB		39	Pas de mesure prévu	-
60	TPO	TDOF		25.5	Pas de mesure prévu	-
61	TPO	TDOC		31	Pas de mesure prévu	-
62	TPO	TDOG		41.7	Pas de mesure prévu	-
63	TPO	0.03		6	Pas de mesure prévu	-
64	TPO	TDOD		33	Pas de mesure prévu	-
65	TPO	TDOH		27.5	Pas de mesure prévu	-
72	TPS	CO2.02	-1A2	0.5	Pas de mesure prévu	-
73	TPS	DES 33	Pas perdu	5	Pas de mesure prévu	-
74	TPS	DES A	Colonne A	13.2	Pas de mesure prévu	-
76	TPS	CO2.01	RJE2	0.5	Pas de mesure prévu	-
78	TPS	CO2.03	-1D1	0.5	Pas de mesure prévu	-
79	TPS	DES E	Colonne E	5.7	Pas de mesure prévu	-
81	TPS	DES 37.38	Barre A Niv 1	2.5	Pas de mesure prévu	-
82	TPS	DES B	VDF = ventilateur désenfumage - Colonne B	18.2	Pas de mesure prévu	-
83	TPS	DES F	Colonne F	8.8	Pas de mesure prévu	-
84	TPS	DES 34	Pas perdu	5	Pas de mesure prévu	-
85	TPS	DES RDJF	Gradin F	2.5	Pas de mesure prévu	-
86	TPS	DES 39.40	Barre B Niv 2	2.5	Pas de mesure prévu	-
87	TPS	DES C	Colonne C	18.2	Pas de mesure prévu	-

89	TPS	DES H	Colonne G	5.7	Pas de mesure prévu	-
90	TPS	DES 35	Pas perdu	5	Pas de mesure prévu	-
91	TPS	DES RDJG	Gradin G	2.5	Pas de mesure prévu	-
92	TPS	DES RDJH	Bizarre dans colonne F - Gradin H	2.5	Pas de mesure prévu	-
93	TPS	CO2.05	-2	0.5	Pas de mesure prévu	-
95	TPS	DES 41.42	Barre C Niv 1	2.5	Pas de mesure prévu	-
96	TPS	DES 43.44	Barre D Niv 1	2.5	Pas de mesure prévu	-
97	TPS	CO2.06		0.5	Pas de mesure prévu	-
98	TPS	CO2.04	-1D5	0.5	Pas de mesure prévu	-
99	TPS	DES H	Colonne H	15.7	Pas de mesure prévu	-
100	TPS	DES 36	Pas perdu	5	Pas de mesure prévu	-
102	TPS	?	Colonne D	18.2	Pas de mesure prévu	-
107	TPE	EA1.2	--> 3 à 6	0.8	Pas de mesure prévu	-
109	TPE	EB1.2	4.5	1.4	Pas de mesure prévu	-
110	TPE	EB1.3	3	0.7	Pas de mesure prévu	-
111	TPE	EB1.4	1.2	2	Pas de mesure prévu	-
112	TPE	EB1.5	Escalier E2 détenu	1.7	Pas de mesure prévu	-
113	TPE	EB1.6	RDJ +esc EFG RDC à + ?	2	Pas de mesure prévu	-
114	TPE	EB1.7	-1	0.8	Pas de mesure prévu	-
115	TPE	?	-2-3	2	Pas de mesure prévu	-
116	TPE	?	Balisage niv -1 détenu	0.5	Pas de mesure prévu	-
117	TPE	EB 1	Balisage niv -1 détenu		Pas de mesure prévu	-
118	TPE	?		?	Pas de mesure prévu	-

119	TPE	?	?	?	Pas de mesure prévu	-
120	TPE	?	RDJ barre A+D	?	Pas de mesure prévu	-
121	TPE	?	?	?	Pas de mesure prévu	-
122	TPE	?	Réserve 01	1.3	Pas de mesure prévu	-
123	TPE	?	Réserve 02	1.4	Pas de mesure prévu	-
124	TPE	?	Réserve 03	0.7	Pas de mesure prévu	-
125	TPE	EA2.1	RDJ à +2	1.7	Pas de mesure prévu	-
126	TPE	EA2.2	3 à 6	0.8	Pas de mesure prévu	-
127	TPE	EB2.1	6.7.8	1.4	Pas de mesure prévu	-
128	TPE	EB2.2	4.5	1.4	Pas de mesure prévu	-
129	TPE	EB2.3	3	0.7	Pas de mesure prévu	-
130	TPE	EB2.4	1.2	2	Pas de mesure prévu	-
131	TPE	EB2.5	RDC + ? + E2 détenu	1.7	Pas de mesure prévu	-
132	TPE	EB2.6	RDC + ?	2	Pas de mesure prévu	-
133	TPE	EB2.7	-1	0.8	Pas de mesure prévu	-
134	TPE		-2-3	2	Pas de mesure prévu	-
135	TPE		E4	0.5	Pas de mesure prévu	-
136	TPE		RDJ barre A+D		Pas de mesure prévu	-
137	TPE				Pas de mesure prévu	-
138	TPE		Réserve 1	1.3	Pas de mesure prévu	-
139	TPE		Réserve 2	1.4	Pas de mesure prévu	-
140	TPE		Réserve 3	0.7	Pas de mesure prévu	-
141	TPE		Baie sono		Pas de mesure prévu	-

142	TPE	EB 2	Balisage niv -1 détenu	Pas de mesure prévu	-
101	TPS	AUT TDC			-

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

