

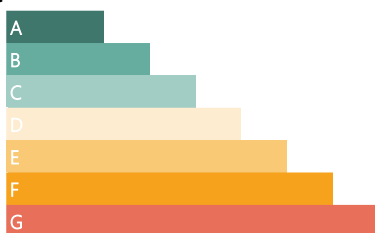
Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE – Etat des lieux

TNN003 – TENON – JOLIOT

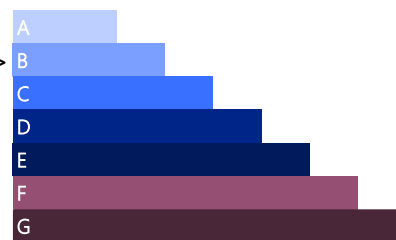
Performance énergétique

215 kWhEP/m²>



Emission GES

23 kgCO₂/m²>



EMETTEURS

Vincent PIGNON

Energy Manager – Advizeo

Florian WILLERVAL

Energy Manager – Advizeo

Bastien RINGES

Expert STD – Advizeo

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet – Advizeo

DESTINATAIRE

Régis PATRAT

Ingénieur énergies et construction
durable

Direction des Investissements et des
Services Numériques

AP-HP Sorbonne Université

Production et vérification du document

Le présent document a été rédigé et validé par les personnes suivantes :

Prénom & Nom	Fonction	Rôle
Vincent PIGNON	Energy Manager	Rédaction
Florian WILLERVAL	Energy Manager	Rédaction
Bastien RINGES	Expert STD	Validation
Clarisse MANTEAU	Directrice de projet	Validation

Historique des versions émises :

Nom	Date	Modifications principales
APHP_TENON_Etat des lieux_JOLIOT_V1	25/07/2025	-

Sommaire

1. Présentation et objectifs	6
1.1. Contexte de l'audit énergétique	6
1.2. Rappel des objectifs de la prestation	6
1.2.1. Etapes et livrables	6
1.2.2. Calendrier et réalisation de l'audit.....	7
1.2.3. Campagnes de mesures	7
1.3. Données d'entrées transmises pour la réalistaion du diagnostic	8
1.4. Périmètre de l'audit énergétique.....	8
1.4.1. Bâtiment JOLIOT	8
1.5. Description synthétique du PERIMETRE	9
1.5.1. Vues et plans du bâtiment	9
1.5.2. Caractéristiques principales	10
1.5.3. Occupation	11
1.5.4. Détail des surfaces du site.....	11
2. SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX.....	13
2.1. Synthèse générale du diagnostic – Etat des lieux enveloppe thermique	13
2.2. Synthèse générale du diagnostic – Etat des lieux systemes	15
3. Etat des lieux	18
3.1. Indicateurs énergétique - enveloppe	18
3.2. Indicateurs energétique - équipements.....	18
3.3. Barème énergétique général	19
3.4. Performance de l'enveloppe	21
3.4.1. Parois opaques	21
3.4.2. Menuiseries extérieures.....	23
3.4.3. Prises de vue à la caméra thermique.....	24
4. Performance des installations énergétiques ...	24
4.1.1. Chauffage.....	24
4.1.2. Relevés de températures ambiantes	26
4.1.3. ECS	27
5. Localisation.....	27
5.1.1. Ventilation.....	28
5.1.5. Mesures de débits de ventilation	30
5.1.6. Climatisation	31
5.1.7. Eclairage intérieur	32
5.1.8. Relevés d'intensités lumineuses intérieures.....	32
5.1.9. Eclairage extérieur	33
3.5.10. Gestion Technique Centralisée	34

6. énergétique

Analyse de la performance thermique et 36

6.1.1.	Contexte.....	36
6.1.2.	Analyse de la courbe de charge électrique.....	36
6.1.3.	Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique.....	37
	6.1. Analyse courbe de charge SMART Impulse	36
	6.2. Simulation thermique dynamique.....	37
	6.3. Notes méthodologiques.....	39
	6.4. Détails de consommations issues de la STD	40
	6.5. Déperditions thermiques.....	41
	6.6. Besoin des locaux.....	42
	6.7. Données météorologiques	43
	6.8. CONSOMMATIONS DE RESEAUX DE CHALEUR URBAIN	43
	6.9. CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE	44

7.

Etat des lieux Décret Tertiaire..... 45

7.1. Détermination de la référence et des objectifs	45
---	----

ContactS 47

AnnexeS 49

7.2. Répartition des zones	49
7.3. Surfaces des différentes zones thermiques	52
7.4. Détail de l'ajustement climatique	53

Présentation et objectifs



1. PRESENTATION ET OBJECTIFS

1.1. CONTEXTE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

Dans le cadre de la loi ELAN du décret tertiaire et de la politique interne de sobriété énergétique mise en place par le GHU Sorbonne Université, et dans l'objectif de réduction de la consommation d'énergie finale, une campagne d'audits énergétiques des bâtiments et des installations techniques est déployée sur l'ensemble des hôpitaux composant le GHU Sorbonne.

Le présent rapport, réalisé pour le bâtiment JOLIOT du site de TENON, s'inscrit dans cette dynamique. Les différentes étapes du projet et livrables associés sont décrits dans la section suivante.

1.2. RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA PRESTATION

1.2.1. Etapes et livrables

L'ensemble de la prestation vise à apporter une vision d'ensemble de la performance énergétique actuelle des sites et de leurs bâtiments. De plus, elle a pour objectif de dégager les principaux leviers d'action permettant l'amélioration de la performance énergétique et environnementale tout en assurant une cohérence avec les contraintes économiques et opérationnelles de l'AP-HP.

Les principaux objectifs et les livrables associés à cet audit énergétique sont :

Type	Nom	Périmètre	Objectif
Livable 1	Etat des lieux	Bâtiment	Etablir l'état initial du bâtiment d'un point de vue des équipements et du bâtiment.
Livable 2	Livret des systèmes énergétiques et des équipements	Site	Disposer d'un outil de listing d'équipements permettant une recherche rapide et efficace des informations. Améliorer la connaissance des équipements présents sur site.
Livable 3	Audit énergétique	Bâtiment	Définir la liste des actions de sobriété et d'efficacité énergétique, chiffrée et argumentée d'un point de vue technico-économique.
Livable 4	Feuille de route énergie	Bâtiment	Etablir un bilan global de la consommation du site et proposer des scénarios à l'échelle du site pour l'atteinte des objectifs du décret tertiaire
Livable 5	Audit BACS	Site	Etablir l'écart à la conformité au décret BACS des systèmes de régulation existant

1.2.2. Calendrier et réalisation de l'audit

La réalisation de la prestation d'audit énergétique, comprenant les différentes mesures et la simulation énergétique dynamique (SED) a suivi le planning suivant :



1.2.3. Campagnes de mesures

La prestation couvre également la réalisation de campagnes de mesures électrique et thermique sur les bâtiments des sites.

Tableau 1 - Mesures réalisées

Type de mesure	Date	Commentaires
Electricité	11/04/2025 – 5/05/25	Instrumentation Smart-Impulse
Parois	19/02/2025	Relevés d'épaisseurs de parois et de compositions non destructifs
Température ambiance intérieure	19/02/2025	Relevés de températures zones par zones
Débit de ventilation	19/02/2025	Relevés de débits de ventilations zones par zones (accessibles)
Vues thermiques	07/01/2025	Prise de vues à la caméra thermique
Luminosité	19/02/2025	Relevés d'intensité lumineuse zone par zone
Humidité	24/06/2025	Relevés d'humidité zone par zone

1.3. DONNEES D'ENTREES TRANSMISES POUR LA REALISATION DU DIAGNOSTIC

Pour la réalisation du diagnostic énergétique, les données d'entrées suivantes ont été transmises par l'APHP :

Données d'entrée	Commentaires
Historique des factures énergétiques (minimum 12 mois)	Sur l'année 2023, à l'échelle du site, dans le fichier GH-SU_Outil Energies
Sous-comptage bâtiment	Non exploitable
Plans des bâtiments	Oui
Courbe de charge électrique (points 10 min)	Oui, à l'échelle du site
Equipements CVC	Oui, inventaire incomplet Schémas de principe de la production de chauffage/ECS caduques
DOE/Fiches techniques équipements	Non
Electricité	Synoptique électrique général du site (caduque)
DOE Bâti	Non
Feuille de route	Template barème énergétique à compléter Plan d'action GH-SU_ TNN - V1
Régulation	GTB (Trend + Iconics) non accessibles sur la période d'audit. Régulation locale accessible uniquement

1.4. PERIMETRE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

1.4.1. Bâtiment JOLIOT

Le bâtiment JOLIOT est un bâtiment partiellement occupé par des locaux administratifs et des locaux d'entreprises externes (bâtiment en grande partie désaffecté) du site de TENON. Le bâtiment accueille du personnel externe en permanence dans des locaux dédiés au sous-sol, ainsi que du personnel interne dans des locaux administratifs et des locaux de stockage. Il a été construit avant le XXème siècle et a connu depuis des extensions. Il se dresse sur 3 étages et comporte un sous-sol dédié au stockage de matières radioactives.

Le bâtiment JOLIOT présente deux vecteurs énergétiques : il est alimenté en électricité et en chaleur par le réseau de chaleur du site de TENON, lui-même alimenté par le réseau de chaleur CPCU.

Cependant, le bâtiment ne possédant pas de sous-comptage effectif, tant sur l'électricité que sur le chaud, les consommations spécifiques à l'échelle du bâtiment ne sont pas connues.

L'analyse énergétique sur la consommation électrique du bâtiment, présente dans ce rapport, se fera à partir des mesures réalisées avec les compteurs Smart impulse du 11/04/2025 au 5/05/2025.

L'analyse des consommations liées au RCU se fera sur des estimations basées sur une méthode explicitée dans le présent document.

1.5. DESCRIPTION SYNTHETIQUE DU PERIMETRE

1.5.1. Vues et plans du bâtiment

Le bâtiment objet du diagnostic énergétique est situé à l'adresse : 4 rue de la Chine, 75020 Paris. Les photos suivantes présentent une vue aérienne et plan de masse du site, ainsi que de la façade du bâtiment.



Figure 1 - Vue aérienne du site



Figure 2 - Plan de masse du site



Figure 3 - Photo de façade du bâtiment

1.5.2. Caractéristiques principales

Les tableaux suivants synthétisent les caractéristiques générales du site de TENON et du bâtiment JOLIOT.

Tableau 2 - Caractéristiques du site

Hôpital de TENON	
Typologie	Hôpital
Nombre de bâtiments	20
Année de construction	1900 - 2000, 1968, 1976, 1995, 2011 et 2021
Surface totale	117 257 m ²

Tableau 3 - Caractéristiques du bâtiment

Bâtiment JOLIOT	
Typologie	Logistique / administratif
Bâtiment classé	Non
Année de construction	1900 - 2000
Surface totale	3 750 m ²
Surface chauffée	2 995 m ²
Surface refroidie	106 m ²
Horaires d'occupation des locaux	Permanence (logistique) Lundi – vendredi (locaux administratifs)

1.5.3. Occupation

Le bâtiment JOLIOT est partiellement désaffecté. En effet, au R+1, il abrite des locaux désaffectés non utilisés mais chauffés. Une partie du bâtiment située entre le R+1 et le RDC abrite des locaux administratifs chauffés. Une partie des locaux situés au RDC sont dédiés à des activités de formation (locaux chauffés et informatisés), une partie est dédiée à des activités logistiques (partiellement chauffés), et une partie rénovée est elle aussi dédiée à des activités administratives (locaux chauffés). Le R-1, partiellement chauffé, abrite les locaux d'entreprises externes (partiellement chauffés) dédiés à des activités logistiques. Le R-2 est dédié au stockage de matériel radioactif (non chauffé).

L'activité sur le site est partiellement continue, avec un fonctionnement 24h/24, 7j/7 (locaux logistiques). Toutefois, les locaux administratifs sont occupés du lundi au vendredi de 8h00 à 18h00.

1.5.4. Détail des surfaces du site

Ce tableau se base sur les plans transmis ainsi que les mesures réalisées lors de nos visites « bâti ».

Tableau 4 - Répartition des surfaces suivant les typologies

Typologie	Surface (m ²)	Correspondance DEET
Locaux désaffectés	2356	Bureaux standards / administration
Locaux entreprises	276	Bureaux standards / administration
Bureaux	111	Bureaux standards / administration
Circulations horizontales	359	Bureaux standards / administration
Locaux formation	112	Bureaux standards / administration
Locaux techniques	181	Hors périmètre DEET
Locaux ascenseurs	29	Bureaux standards / administration
Circulations verticales	9	Bureaux standards / administration
Circulation horizontale extérieure	144	Bureaux standards / administration
Locaux rénovés	70	Bureaux standards / administration
Locaux archives	69	Bureaux standards / administration
Locaux divers	16	Bureaux standards / administration
Locaux de détente	18	Bureaux standards / administration

Synthèse de l'état des lieux



2. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX

2.1. SYNTHÈSE GÉNÉRALE DU DIAGNOSTIC – ÉTAT DES LIEUX ENVELOPPE THERMIQUE

Siège d'activités du secteur médical (secteur non résidentiel) depuis sa date de mise en activité, le bâtiment JOLIOT a connu une modification d'usage durant les dernières années. Le bâtiment JOLIOT n'est concerné par aucune réglementation thermique (date de dépôt de permis de construire antérieure à 1976).

La composition de l'enveloppe thermique du bâtiment a été établie en l'absence de possibilité de réaliser des relevés destructifs (carottages), à partir de différentes sources d'informations :

- Plans numériques (coupes, façades et étages)
- Relevés non destructifs réalisés lors de la visite (examen de chaque typologie de paroi)

La composition de l'enveloppe présentée dans cette étude est donc déterminée de manière fiable, mais peut légèrement différer de l'état existant. Celle-ci correspond à la composition utilisée pour la réalisation de la modélisation thermique et énergétique du bâtiment.

Planchers bas (et intermédiaires) : Composé de plusieurs niveaux, dont deux niveaux enterrés dédiés au stockage de matériel radioactif (R-2) et aux activités techniques et logistiques d'entreprises externe. Le bâtiment JOLIOT est composé de plusieurs types de planchers bas. Aucun des planchers bas n'est isolé. Globalement, la performance thermique de ce type de paroi est très faible.

Construit sur terre-plein, le plancher bas du niveau R-2 (zone de stockage de matériel radioactif) est composé d'une dalle béton d'épaisseur importante, en contact avec le sol. La performance thermique de cette paroi est très faible.

Le plancher bas du niveau R-1, donnant sur le niveau R-2 non chauffé, est composé d'une dalle de béton d'environ 50 cm d'épaisseur non isolée. La performance thermique de cette paroi est très faible.

Les planchers bas des autres niveaux occupés (RDC à R+1), aussi qualifiés de « planchers intermédiaires », donnent chacun sur un niveau inférieur chauffé ou non chauffé. Ceux-ci sont composés d'une dalle de béton d'environ 30 cm d'épaisseur. La performance thermique de cette paroi est très faible.

Planchers hauts (toitures) : Composé de plusieurs zones de toiture, le bâtiment JOLIOT présente néanmoins une unique typologie de composition de plancher, non isolée. Celle-ci est composée de faux plafonds en liège d'environ 2 cm d'épaisseur, d'une dalle béton d'environ 30 cm d'épaisseur et d'une couche de membrane bitumeuse d'environ 1 cm d'épaisseur. La performance thermique de cette paroi est faible.

Murs extérieurs : Présentant une importante surface extérieure verticale, le bâtiment JOLIOT est composé de plusieurs types de murs extérieurs, tous exempts d'isolation. Globalement, la performance thermique de ces parois est très faible.

Les murs extérieurs du niveau R-1, en contacts avec le sol, sont composés de béton lourd d'environ 40 cm d'épaisseur. La performance thermique de cette paroi est faible.

Les murs extérieurs du niveau RDC sont composés de pierre calcaire de 50 cm d'épaisseur. La performance thermique de cette paroi est faible.

Les murs extérieurs du niveau RDC - R+1 sont composés de pierre calcaire de 50 cm d'épaisseur. La performance thermique de cette paroi est faible.

Les murs extérieurs du R+1 sont composés de béton de 30 cm d'épaisseur. La performance thermique de cette paroi est faible.

Menuiseries : Doté d'une surface vitrée élevée, le bâtiment JOLIOT présente différents types de menuiseries de performances thermiques variables. Globalement, la performance des menuiseries du bâtiment est très faible, et les menuiseries présentent des défauts d'étanchéité importants. En effet, la vétusté avancée des menuiseries (étanchéité réduite liée à l'état vétuste des joints) induit d'importantes infiltrations d'air.

Certaines portes vitrées du niveau RDC sont composées d'un cadre en aluminium sans rupture de pont thermique et d'un double vitrage d'épaisseur 6 mm séparé par une lame d'air d'épaisseur 10 mm. La performance thermique de cette menuiserie est moyenne.

Les fenêtres des niveaux RDC, RDC-R+1 et R+1 sont composées d'un cadre en bois sans rupture de pont thermique et d'un simple vitrage d'épaisseur 6 mm. L'état de vétusté avancé de ces menuiseries exemptes de joints d'étanchéité induit des infiltrations d'air importantes, et donc des déperditions importantes. La performance thermique de cette menuiserie est très faible.

Le vitrage de la toiture est composé de polycarbonate double peau. La performance thermique de cette menuiserie est élevée.

Renouvellement d'air : Equipé de systèmes de ventilation non fonctionnels depuis le changement d'usage des locaux, certaines menuiseries du bâtiment JOLIOT sont cependant ouvertes en permanence

Les infiltrations d'air sont particulièrement importantes. En effet, l'état particulièrement dégradé des menuiseries exemptes de joints d'étanchéité et l'ouverture permanente des menuiseries induit d'importantes infiltrations d'air extérieur.

En effet, l'absence de fonctionnement des équipements de ventilation dans les locaux semble imposer une ouverture des menuiseries des locaux occupés et inoccupés afin de limiter l'apparition de moisissures.

Cet apport d'air extérieur constant induit une consommation d'énergie dédiée au chauffage des locaux particulièrement importante.

Conclusion : La performance de l'enveloppe thermique du bâtiment est particulièrement faible. En effet, l'absence d'isolation des parois en contact avec l'extérieur induit des déperditions élevées, de même que la très faible performance thermique des menuiseries et la présence d'importantes d'infiltrations d'air liée aux défauts d'étanchéité des menuiseries et à l'ouverture permanente de certaines d'entre elles. Malgré l'absence d'utilisation de la majorité de la surface du bâtiment, les locaux sont en partis chauffés, induisant une consommation d'énergie thermique issue du réseau de chaleur importante.

2.2. SYNTHESE GENERALE DU DIAGNOSTIC – ETAT DES LIEUX SYSTEMES

2.2.1. Chauffage

Le site de Tenon est raccordé au réseau de chaleur de la ville de Paris (CPCU) via une sous-station principale alimentée par le réseau vapeur basse température. Un réseau secondaire interne assure ensuite la distribution vers les différentes sous-stations du site.

Le bâtiment Joliot est alimenté pour la sous-station principale du site. Il est ensuite distribué en chauffage via sa propre sous-station située au sous-sol du bâtiment Joliot. Cette sous-station est équipée de deux échangeurs thermiques de 811 kW unitaire. La sous-station couvre les besoins de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire pour le bâtiment, ainsi que la production d'ECS pour les bâtiments Gardie et Morin.

La partie chauffage du bâtiment était pilotée par un automate locale Landis & Gyr pour le réseau radiateur et d'un régulateur Joucomatic pour les départs primaires. Toutefois, depuis que le bâtiment est désaffecté, ces régulations sont hors service, la plupart des équipements sont à l'arrêt et les réseaux fermés.

En complément, les CTA sont équipés de cassette d'eau chaude, bien que le réseau CTA ne soit pas identifié.

Le bâtiment est également équipé de quelques systèmes à détente directe qui peuvent fonctionner en mode chauffage.

2.2.2. ECS (Eau Chaude Sanitaire)

La production d'eau chaude sanitaire (ECS) est directement assurée par le réseau de chaleur urbain, via la sous-station qui alimente également le bâtiment Gardie.

2.2.3. Climatisation

Le bâtiment était refroidi par un groupe froid, maintenant désaffecté, qui alimentait les batteries froides des CTA.

Il est actuellement refroidi par 4 systèmes à détente directe réversibles, qui assurent le chauffage et la climatisation de certains espaces spécifiques tels que des bureaux et des salles informatiques.

2.2.4. Eclairage

L'éclairage intérieur du bâtiment, peu sollicité, est assuré par des systèmes fluorescents peu performants, à l'exception des locaux rénovés au RDC dont l'éclairage est assuré par des systèmes LED performants.

La performance globale des systèmes d'éclairage est faible.

2.2.5. Ventilation

Le bâtiment est équipé de nombreuses CTA dont la grande majorité ne sont plus en service ni maintenues. Dans ces conditions, nous n'avons pas pu définir de manière exhaustive les CTA encore fonctionnelle des CTA hors service.

Dans l'attente des travaux, la ventilation est assurée principalement par des systèmes de ventilation de type simple flux (extraction) dont une partie tourne encore.

Les relevés de débits de ventilation ont mis au jour une absence de fonctionnement des systèmes de ventilation. Ce défaut de renouvellement d'air induit une accumulation d'humidité dans l'air ambiant des pièces concernées, induisant l'ouverture manuelle de certaines fenêtres et donc une forte augmentation des déperditions thermiques.

2.2.6. GTB

Aucun des régulateurs présents sur les équipements du bâtiment ne remontent sur les GTB Trend et Iconics. Dans le cas où le bâtiment est réaffecté, cela devra être prévu dans les travaux de rénovation. Néanmoins, aucun sujet de travaux n'a été transmis en ce sens lors de la réalisation de l'audit.

2.2.7. Usages spécifiques

Peu d'équipements spécifiques ont été constatés lors de la visite, en lien avec le changement d'usage du bâtiment. Plusieurs locaux sont équipés de matériel informatique, les locaux administratifs, ainsi que les locaux de formation.

2.2.8. Enveloppe thermique

L'enveloppe thermique du bâtiment est composée de parois non isolées très faiblement performantes, ainsi que de menuiseries globalement très faiblement performantes sans rupteurs thermiques et sans joint d'étanchéité à l'air, induisant des infiltrations particulièrement importantes. De plus, l'ouverture permanente de certaines fenêtres de locaux non utilisés partiellement chauffés induit de même des déperditions particulièrement importantes.

2.2.9. Conclusion

Globalement, le bâtiment est considéré comme très peu performant. Les systèmes techniques ne sont pas optimisés et sont en partie vieillissants.

Le bâtiment JOLIOT, partiellement désaffecté, dédié à des activités administratives et logistiques, nécessite des régulations spécifiques, en particulier dans le cas des locaux désaffectés non occupés dont le chauffage n'est pas nécessaire.

De plus, la performance particulièrement faible de l'enveloppe thermique associée à une température intérieure très élevée pour des locaux inutilisés (18°C) et les locaux administratifs en période d'occupation (entre 22°C et 24°C) induit de même des déperditions élevées et donc une consommation d'énergie thermique (réseau de chaleur) particulièrement élevée.

Etat des lieux

3



3. ETAT DES LIEUX

L'état des lieux du site s'établit en deux parties :

- Descriptif de l'enveloppe thermique, afin de lister et d'avoir un point de vue global, des déperditions statiques puis dynamiques.
- Descriptif des principaux équipements, afin de lister les parties énergivores du site, telles que les équipements de chauffage, climatisation, ventilation, eau chaude sanitaire, éclairage etc... de façon à prévenir en cas d'anomalie quelconque ou de surconsommation.

L'état des lieux sera le support pour la construction du bâtiment sur le logiciel Pléiades.

3.1. INDICATEURS ENERGETIQUE - ENVELOPPE

L'évaluation des éléments constitutifs de l'enveloppe sera définie selon les niveaux suivants :

Tableau 5 - Indicateurs de performance de l'enveloppe

	PERFORMANCE RT existant	VETUSTE
5	Conforme au niveau RT 2012 ou supérieur	Neuf sous GPA ou décennale (moins de 10 ans)
4	Conforme à la RT existant	Bon état sans désordres apparents
3	Niveau d'isolation proche de la RT existant	En état correct mais réputé vétuste
2	Isolé faiblement (inférieur ou égale à 50% de la RT existant)	Quelques désordres apparents
1	Non isolé	En mauvais état et/ou vétusté avancée

3.2. INDICATEURS ENERGETIQUE - EQUIPEMENTS

L'évaluation des équipements techniques sera définie selon les niveaux suivants :

Tableau 6 - Indicateurs de pérennité et de performance des équipements

	PERENNITE	PERFORMANCE
5	15 ans Neuf et/ou sans dysfonctionnement	Très bonne adéquation au besoin et réglé correctement
4	10 ans récent et sans dysfonctionnement	Bonne adéquation au besoin
3	5 ans Faible dégradation et/ou dysfonctionnement non récurrent	Moyenne Fonctions manquantes ou inadaptées
2	2 ans Vétusté avancée et/ou dysfonctionnements majeurs	Mauvaise Matériels non utilisés à plus de 70% de ses capacités ou pouvant être remplacé par un choix plus fonctionnel
1	A remplacer dans les plus brefs délais	Très mauvaise Inutilisé et /ou totalement inadapté
Sans objet	Sans objet	Sans objet

3.3. BAREME ENERGETIQUE GENERAL

Un barème énergétique sur les principaux systèmes a été mis en place dans le cadre du projet de feuille de route sur les établissements de l'APHP. Il est repris dans le document APHP TENON Barème énergétique 17122024 V1.

Tableau 7 - Barème énergétique, feuille de route APHP

Indicateurs de performance énergétique				
	1	2	3	4
Enveloppe				
Murs extérieurs	Aucune isolation ($U > 0,8$)	Faible isolation ($0,36 < U < 0,8$)	Isolation moyenne ($0,25 < U < 0,36$)	Isolation performante ($U > 0,25$)
Toitures	Aucune isolation ($U > 0,8$)	Faible isolation ($0,2 < U < 0,8$)	Isolation moyenne ($0,12 < U < 0,2$)	Isolation performante ($U > 0,12$)
Planchers bas	Aucune isolation (sur vide-sanitaire ou local non chauffé)	Aucune isolation (sur terre-plein)	Isolation moyenne (< 10 cm)	Isolation performante ($U < 0,27$)
Menuiseries	Simple vitrage et/ou double vitrage à défaut d'étanchéité important	Double vitrage – faible épaisseur ($U_w > 2$)	Double vitrage standard	Triple vitrage ou Double vitrage après 2016 ($U_w < 1,6$)
Etanchéité à l'air	Traces d'humidité ou fuites identifiées	Etanchéité moyenne		Etanchéité réglementaire
Confort d'été	Très inconfortable	Inconfortable	Inconfort ponctuel	Aucun problème d'inconfort
Systèmes énergétiques				
Chauffage : Production	Ancienne chaudière gaz, fioul Ancienne production électrique non régulée	Chaudière gaz classique ou basse température Convecteurs électriques en bon état	Chaudière gaz à condensation PAC et DRV en bon état Echangeur sur réseau de chaleur	PAC et DRV performants et récents (< 5 ans) Echangeur sur réseau de chaleur et bonne régulation
Chauffage : Distribution	Réseau emboué, non isolé et circulateurs à débit constant	Au moins une des caractéristiques suivantes : Réseau bien entretenu, réseau calorifugé, circulateurs à débit variable	Au moins deux des caractéristiques suivantes : Réseau bien entretenu, réseau isolé, circulateurs à débit variable	Réseau bien entretenu, réseau calorifugé, circulateurs à débit variable
Chauffage : Emission et régulation	Ancien émetteur sans régulation terminale	Ancien émetteur avec simple régulation terminale (ex: robinet manuel)	Emetteur équipé de robinet thermostatique	Emetteur récent avec une bonne régulation terminale ou sur GTC/GTB Emetteur basse température
Refroidissement - en relation avec le confort d'été (locaux rénovés)	Equipement absent mais nécessaire	Equipement peu performant* - Type split sans régulation	Equipement performant et régulé	Equipement très performant et bien régulé
Ventilation locaux logistiques (R-1)	Aucun équipement	VMC simple flux	CTA double flux sans récupération de chaleur et régulateur de débit	CTA double flux avec récupération de chaleur et régulateur de débit dédiée
Ventilation locaux administratifs (RDC/R+1)	Aucun équipement	VMC simple flux	CTA double flux sans récupération de chaleur et régulateur de débit	CTA double flux avec récupération de chaleur et régulateur de débit dédiée
Ventilation locaux rénovés (RDC)	Aucun équipement ou équipements dysfonctionnels	VMC simple flux	CTA double flux sans récupération de chaleur et régulateur de débit	CTA double flux avec récupération de chaleur et régulateur de débit dédiée

Indicateurs de performance énergétique				
	1	2	3	4
	induisant l'ouverture de menuiseries			
Ventilation locaux désaffectés (R+1)	Ventilation naturelle et mauvaise étanchéité à l'air	Ventilation mécanique simple flux	VMC ou CTA double flux	VMC ou CTA double flux équipée de récupérateur de chaleur et de régulateur de débit Ventilation naturelle avec une bonne étanchéité à l'air
ECS			ECS Centralisée avec bouclage	ECS Centralisée : Thermodynamique ou solaire
Eclairage	Halogène ou éclairage vétuste (>10 ans)	Eclairage majoritairement fluorescent ou néon sans régulation (détection/horloge)*	Eclairage majoritairement fluorescent ou néon avec régulation (détection/horloge) Eclairage LED sans régulation	Eclairage LED avec régulation (détection/horloge/sonde de luminosité/gradable)

*La performance des systèmes d'éclairage ne peut être considérée comme moyenne relativement au très faible nombre de systèmes de type LED non pilotés. L'indicateur de performance de cet usage est donc considéré comme faible, mais la présence de LED est à signaler.

3.4. PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

3.4.1. Parois opaques

Localisation	Type de paroi	Composition (Extérieur vers l'intérieur)	Surface (m ²)	Résistance thermique surfactive (m ² .K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté	
JOLIOT	Plancher bas sur vide sanitaire (R-1)	Dalle béton (béton lourd, 50 cm)	1168.00	0.29	>3	>3	1		2
	Mur sur extérieur (R-1)	Mur béton (béton lourd, 50 cm), enduit (matière minérale, 1 cm)	690.00	0.31	>3.7	>3.7	1		2
	Mur sur extérieur (RDC, RDC/R+1)	Mur pierre (pierre calcaire, 50 cm), enduit (matière minérale, 1 cm)	627.00	0.25	>3.7	>3.7	1		2
	Mur sur extérieur (R+1)	Mur béton (béton lourd, 50 cm), enduit (matière minérale, 1 cm)	370.00	0.31	>3.7	>3.7	1		1
	Plancher haut sur toiture terrasse (R+1)	Feutre bitumineux (fibre bitumineuse, 2 cm), dalle béton (béton lourd, 30 cm), faux plafond (liège expansé, 3 cm)	1036.00	0.90	>4.5	>4.5	1		2



L'examen non destructif des parois opaques de l'enveloppe thermique montre une absence d'isolation générale de celle-ci. Cette absence d'isolation induisant des déperditions particulièrement élevées est caractérisée par une notation de performance très faible, permettant de s'orienter sur les postes de travaux de rénovation les plus urgents.

3.4.2. Menuiseries extérieures

Localisation	Type de vitrage	Composition (mm)	Protection solaire	Surface (m ²)	Conductance thermique surfacique (W/K.m ²)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
JOLIOT	Porte d'entrée vitrée extérieure : Cadre aluminium, absence de rupture thermique, simple vitrage, paroi opaque métallique (RDC)	6	Aucune	8.25	5.35	1.9	1.4	1	1
	Porte d'entrée vitrée : Cadre aluminium, absence de rupture thermique, double vitrage, paroi opaque métallique (RDC)	8/10/8	Aucune	81.60	2.32	1.9	1.4	4	4
	Fenêtre : Cadre bois, absence de rupture thermique, simple vitrage (RDC, RDC/R+1)	6	Aucune	226.90	5.10	1.9	1.4	1	1
	Fenêtre : Cadre métallique, absence de rupture thermique, simple vitrage (R+1)*	6	Aucune	256.05	5.90	1.9	1.4	1	1
	Fenêtre de toiture : Cadre aluminium, absence de rupture thermique, polycarbonate double peau (R+1)	Inconnue	Aucune	105.6	1.5	1.9	1.4	4	2

*Les menuiseries concernées présentent des défauts d'étanchéité à l'air importants

L'examen des menuiseries montre une typologie de composition assez homogène, en simple vitrage à cadre bois ou métallique sans rupteur thermique. Cette composition induisant des déperditions particulièrement élevées est caractérisée par une notation de performance globalement très faible, permettant de s'orienter sur les postes de travaux de rénovation les plus urgents.

3.4.3. Prises de vue à la caméra thermique

Le bâtiment JOLIOT ayant été présenté comme intégralement désaffecté dans les parties non enterrées au moment de la campagne de prise de vues à la caméra thermique, aucune prise de vue n'a été réalisée pour ce bâtiment.

4. PERFORMANCE DES INSTALLATIONS ENERGETIQUES

4.1.1. Chauffage

Localisation	Équipement	Zone desservie	Nombre	Marque	Modèle	Année	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de Performance	Niveau de Vétusté
Sous Station Chauffage	Echangeur à plaques	Primaire	2	BARRIQUAND	BAS * 65 * 700 * C * p	2010	811		2	2
Sous Station Chauffage	Pompe de distribution chauffage	Réseau chauffage	2	WILO	Yonos MAXO D50/0,5 - 12	NC		0,60	2	2
Sous Station Chauffage	Pompes de distribution chauffage	Réseau chauffage	2	Nidec	LSES80LG	2020		1,30	2	2
Sous Station Chauffage	Pompes primaires	Primaire	2	Salmson	BMCXL2070N	NC		0,85	2	2
Sous Station Chauffage	Régulateur	Réseau chauffage	1	Landys et gyr	SIGMAGYR RVL 46	NC			1	1
Sous Station Chauffage	Servomoteur	Réseau chauffage	1	SIEMENS	SAS31.03	NC			2	3

Le site est alimenté par le réseau de chaleur de la ville de Paris (CPCU). Il fonctionne principalement avec la valorisation des déchets ménagers (46%), au centrale gaz thermique ou de cogénération (39%) ainsi qu'en pourcentage plus faibles au charbon, à la biomasse solide, au biométhane et biocombustible liquide et à la géothermie. Son facteur d'émission de GES est de 143 g CO₂/kWh (données 2022, source : brochure CPCU).

La SST de Joliot n'est plus maintenue et les réseaux sont coupés petit à petit.

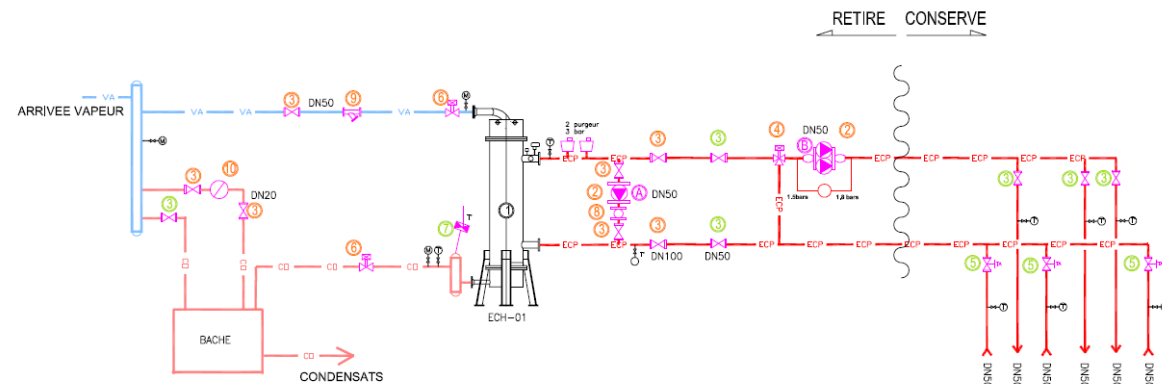
Elle présente une arrivée Vapeur, puis deux échangeurs Barriquand de 811 kW unitaire. Le primaire est régulé depuis un régulateur Joucoumatic, hors service lors de la visite.

Le secondaire est constitué ensuite d'une pompe de bouclage, puis d'une double pompe de distribution qui ensuite se divise en 3 départs chauffage en DN50, non identifiés et à l'arrêt lors de notre visite.

Ces réseaux sont en régulation constantes, la régulation selon une V3V se fait en amont et est pilotée par un régulateur Landys & Gyr.

Lors de notre passage, tous ces départs étaient à l'arrêt en raison de l'inoccupation d'une partie du bâtiment.

Le schéma de principe suivant fait état d'une partie uniquement de la distribution présente.



En effet, nous avons également pu constater deux départs fonctionnels supplémentaires non identifiés par le technicien nous accompagnant, qui par hypothèse doivent desservir à minima les batteries chaudes des CTA du bâtiment. Ces départs ont également été mis à l'arrêt lors de notre passage après discussion avec le technicien de maintenance.



- Régulateur sur le primaire



Tableau de commande
(régulateur en erreur)

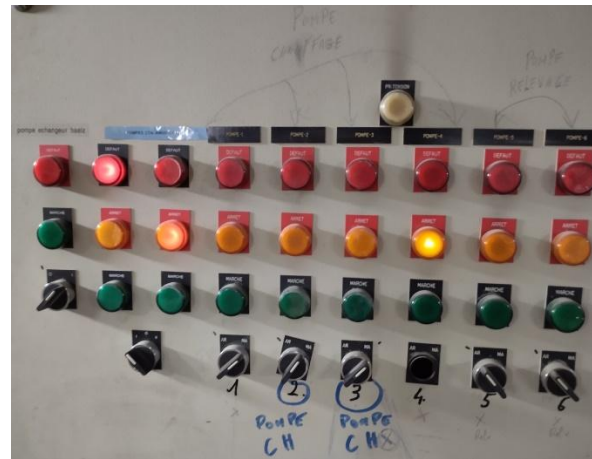
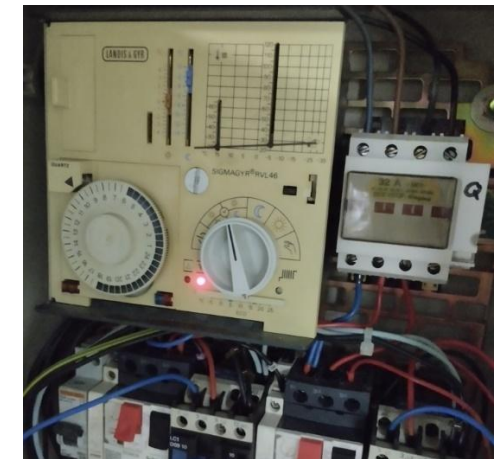


Tableau de commande
(la majeure partie des équipements ont été mis à l'arrêt)



Régulateur sur secondaire

4.1.2. Relevés de températures ambiantes

Zones	Températures mesurées
Locaux entreprises externes (R-1)	18 °C – 22 °C
Locaux désaffectés (RDC)	15 °C – 18 °C
Locaux de formation (RDC, RDC/R+1)	20 °C – 21 °C
Locaux administratifs (RDC/R+1)	23 °C
Circulations verticales (RDC, RDC/R+1)	16 °C – 21 °C
Circulations horizontales (R-1, RDC/R+1)	21 °C
Locaux désaffectés (R+1)*	18 °C

*Les locaux désaffectés situés au R+1 sont chauffés via des radiateurs hydrauliques (fonctionnement d'un radiateur sur deux) malgré l'absence d'occupation des locaux.

Les relevés de températures ambiantes montrent un chauffage partiel du bâtiment, en lien avec l'occupation de celui-ci.

Le chauffage des locaux désaffectés situés au R+1, assuré par des radiateurs hydrauliques, n'est pas nécessaire. En effet l'absence d'occupation des locaux induit l'absence de nécessité de chauffer ceux-ci. De plus, une partie des menuiseries installées dans ces locaux sont partiellement ouvertes, induisant des déperditions extrêmement importantes.

4.1.3. ECS

	Équipement	Etiquette	Nombre	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de Performance	Niveau de Vétusté
Sous-Station clim/ECS	Echangeur à plaques	NC	1	Tout le bâtiment	URANUS	NC	NC	NC		2	2
Sous-Station clim/ECS	Pompes de charge primaire ECS	NC	2	Tout le bâtiment	NC	NC	NC		NC	1	1
Sous-Station clim/ECS	Pompe de recyclage ECS	NC	1	Tout le bâtiment	NC	NC	NC		NC	1	1

L'ECS (Eau Chaude Sanitaire) du site est produite via la sous station alimentant le bâtiment Gardie, d'après l'équipe de maintenance. Nous n'avons pas trouvé d'équipement spécifique à ce bâtiment ni de mention de départ depuis la sous-station Gardie vers Joliot. L'inventaire ci-dessus ainsi que le niveau de performance et vétusté s'appuient sur les données transmises par l'équipe de maintenance et est incomplet.

5.1.1. Ventilation

Localisation	Équipement	Nombre	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance thermique froid (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de Performance	Niveau de Vétusté
Entresol	CTA	1	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	2	2
Entresol	CTA 10	1	NC	Hydronic	CCM 24	NC	NC	NC	1,1	4	4
Entresol	CTA 10 Bis	1	NC	Hydronic	CCM 24	NC	NC	NC	1,1	2	1
Entresol	CTA 9	1	NC	CIAT	NC	NC	-	-	NC	2	2
Entresol	Extracteur	1	NC	France air	Rectilys 300	NC	-	NC	0,1	4	4
Salle ventilation R+1	Extraction liée à CTA10	1	NC	Hydronic	NC	NC	NC	NC	1,1	2	2
Salle ventilation R+1	Extraction liée à CTA10bis	1	NC	Hydronic	NC	NC	-	-	1,1	2	2
Sous la sous station	CTA	1	Zone Radio/IRM	CARRIER	39FB-32--960956EE	1996	NC	NC	NC	2	1
TERRASSE JOLIOT T02	Extracteur	4	NC	NC	NC	NC	-	-	NC	2	1

**Les puissances en italiques sont estimées.*

Quelques extracteurs sont encore en fonctionnement pour la gestion de l'humidité mais ne sont pas régulés.

Les CTA 10 et 10 bis, encore en fonctionnement, qui ne sont pas en défaut, sont régulées par des automates locaux, à 20°C, sans programmation horaire. Lors de notre visite, le réseau d'eau chaude CTA était encore chaud et actif.



5.1.5. Mesures de débits de ventilation

Zones	Débits de ventilation mesurés
Locaux entreprises externes (R-1)	Absence de fonctionnement système de ventilation
Locaux désaffectés (RDC)	Absence de fonctionnement système de ventilation
Locaux de formation (RDC, RDC/R+1)	Absence de fonctionnement système de ventilation
Locaux administratifs (RDC/R+1)	Absence de fonctionnement système de ventilation
Circulations verticales (RDC, RDC/R+1)	Absence de système de ventilation
Circulations horizontales (R-1, RDC/R+1)	Absence de système de ventilation
Locaux désaffectés (R+1)	Absence de fonctionnement du système de ventilation
Sanitaires (RDC/R+1)	25 m³/h

Les relevés de débits de ventilation ont mis au jour une absence de fonctionnement généralisée des systèmes assurant la ventilation des locaux du bâtiment.

En effet, seul le système assurant la ventilation des sanitaires situés au RDC/R+1 était en état de fonctionnement lors de la visite durant laquelle les mesures de débits de ventilation ont eu lieu.

Il apparaît donc une contradiction entre les observations réalisées lors de la visite d'état des lieux bâti, liée aux mesures de débits de ventilation, et la visite d'état des lieux systèmes.

En effet, le passage de personnel responsable de la maintenance des systèmes CVC du site, différant suivant la période de suivi, a dû conduire à des périodes de marche/arrêt aléatoires des systèmes de ventilation du bâtiment, expliquant les différents constats quant à l'état de marche /arrêt de ceux-ci.

5.1.6. Mesures d'hygrométrie

Zone	Plage d'humidité (HR%)
5e étage	37%
Bâtiment inoccupé => hygrométrie constante	37%

Les mesures d'hygrométrie ont été réalisées le 25/06/2025. L'humidité était constante sur l'ensemble du bâtiment pendant la période de relevé.

5.1.7. Climatisation

Localisation	Équipement	Etiquette	Nombre	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Puissance thermique froid (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de Performance	Niveau de Vétusté
EXTERIEUR JOLIOT RDC	Détente directe	TNN_JOL_RDC_CLIM01	1	RDC	DAIKIN	RXS42L2V1B	2016	5	1,4	2	3
EXTERIEUR JOLIOT RDC	Détente directe	TNN_JOL_RDC_CLIM02	1	Locaux sureté RDC	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG30KVTA4	2023	8	4,2	2	4
Sous la sous station	Ancien groupe de production d'eau glacée	NC	1	NC	NC	NC	NC	NC	NC	0	0
TERRASSE JOLIOT R01	Détente directe	TNN_BAB_R01_CLIM11	1	R02	FUJITSU GENERAL LIMITED	AJY040LCLBH	NC	12,1	4,03	NC	NC
TERRASSE JOLIOT T02	Détente directe	TNN_JOL_RDC_CLIM03	1	Local informatique R01	DAIKIN	RXF50B2V1B	2020	4,2	1,5	2	4

La climatisation, assurée par des systèmes splits, est gérée localement par les occupants via des télécommandes. L'ancienne distribution d'eau glacée est hors service. Celle-ci distribuait les batteries des CTA.

5.1.8. Eclairage intérieur

Équipement	Quantité	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Tube fluocompacte T8	Estimé à 350	3	3	5 ans
Ampoule fluocompacte	Estimé à 50	3	3	5 ans
Dalle LED	Estimé à 10	5	5	10 ans



Différents types de luminaires intérieurs composent le système d'éclairage global du bâtiment. Le ratio d'équipements d'éclairage type fluocompacte / LED est estimé à environ 98 %.

5.1.9. Relevés d'intensités lumineuses intérieures

Zones	Intensités lumineuses mesurées
Locaux entreprises externes (R-1)	250 lux
Locaux désaffectés (RDC)	50 lux
Locaux de formation (RDC, RDC/R+1)	250 lux
Locaux administratifs (RDC/R+1)	600 lux
Circulations verticales (RDC, RDC/R+1)	200 lux
Circulations horizontales (R-1, RDC/R+1)	250 lux
Locaux désaffectés (R+1)*	Absence de fonctionnement de système d'éclairage
Sanitaires (RDC/R+1)	250 lux

5.1.10. Eclairage extérieur

Équipement	Quantité	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Lampadaire extérieur général	Indéterminé (échelle site)	2	2	5 ans
				
L'éclairage extérieur est piloté par une sonde crépusculaire et s'éteint entre 23h et 4h.				

3.5.10. Gestion Technique Centralisée

Aucun des usages du bâtiment Joliot n'est remonté sur les GTB Trend et Iconics.

Analyse de performance thermique, énergétique et paramétrage



6. ANALYSE DE LA PERFORMANCE THERMIQUE ET ENERGETIQUE

6.1. ANALYSE COURBE DE CHARGE SMART IMPULSE

6.1.1. Contexte

L'instrumentation du départ électrique du bâtiment Joliot du 14/04/25 au 05/05/25 n'a malheureusement pas été concluante. D'après les données de la campagne de mesure et suivant l'hypothèse d'un fonctionnement constant sur l'année, l'intensité électrique du bâtiment est de **9,7 kWh/m²/an** soit **36 MWh/an**, ce qui semble très faible même avec peu d'activité dans le bâtiment.

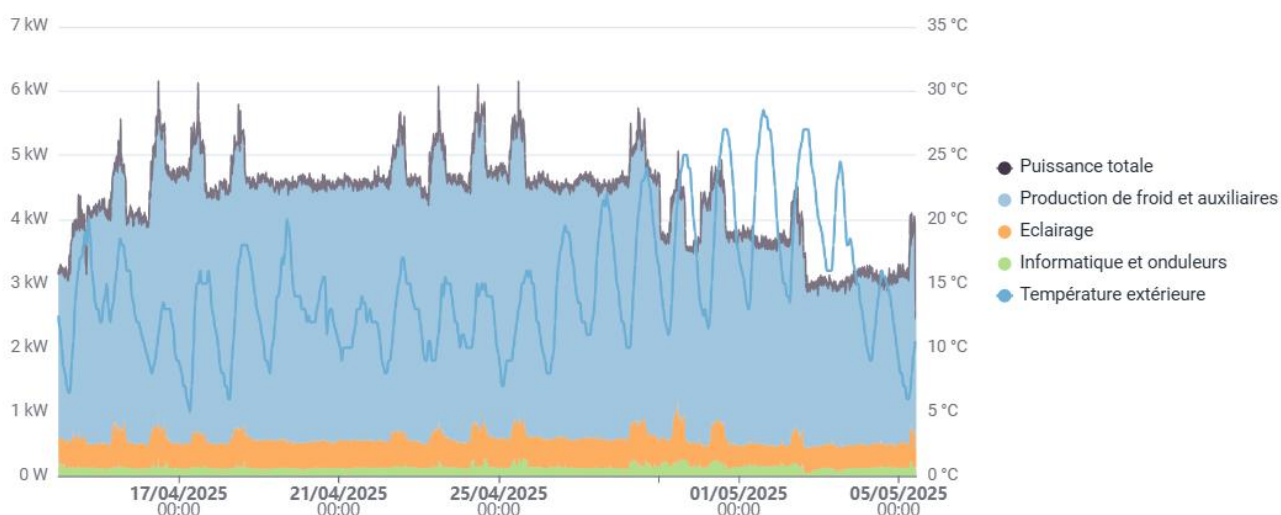
Le bâtiment est inoccupé sur plus de la moitié, néanmoins lors de nos visites nous avons constaté que beaucoup d'équipements de CVC étaient en marche puis éteints de manière assez aléatoire. Il est donc difficile d'en valider la mesure.

Ainsi, en prenant en compte les états de marche et d'arrêt des équipements lors des différentes visites, la consommation d'électricité annuelle du bâtiment corrigée du climat a été modulée, à partir de l'analyse Smart Impulse à **145 953 MWh/an** soit **39 kWh/m².an**.

6.1.2. Analyse de la courbe de charge électrique

TNN - Bâtiment Joliot

Puissance à 10 minutes - Du 14/04/2025 au 05/05/2025



L'analyse de la courbe de charge électrique montre un profil sans périodicité.

- Puissance maximale de 6kW atteinte en journée en semaine autour de midi
- Puissance maximale de 4,6 kW atteinte en journée le week-end
- Le talon de consommation est variable, allant de 4,5 à 3,1kW

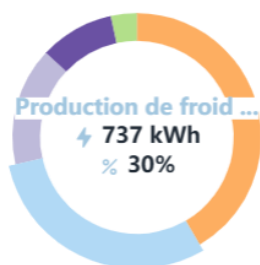
L'allumage du restant des équipements se fait aux alentours de 7h le matin en semaine et s'éteint autour de 17h le soir.

6.1.3. Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique

L'analyse de la courbe de charge électrique via l'algorithme du système Smart Impulse permet d'établir la répartition de consommation par usage du bâtiment en mi-saison :

Répartition sur la période

Du 10/04/2025 au 05/05/2025



■ Eclairage	1 MWh	42%
■ Production de froid et auxiliaires Systèmes de climatisation à détente directe, convecteurs électriques et auxiliaires	737 kWh	30%
■ MTRI	380 kWh	15%
■ MTRlvar type Ventilation & Auxiliaires	238 kWh	9,7%
■ Informatique et onduleurs	83 kWh	3,4%

Une consommation électrique liée aux convecteurs électriques de l'étage occupé est également attendue en période hivernale.

6.2. SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

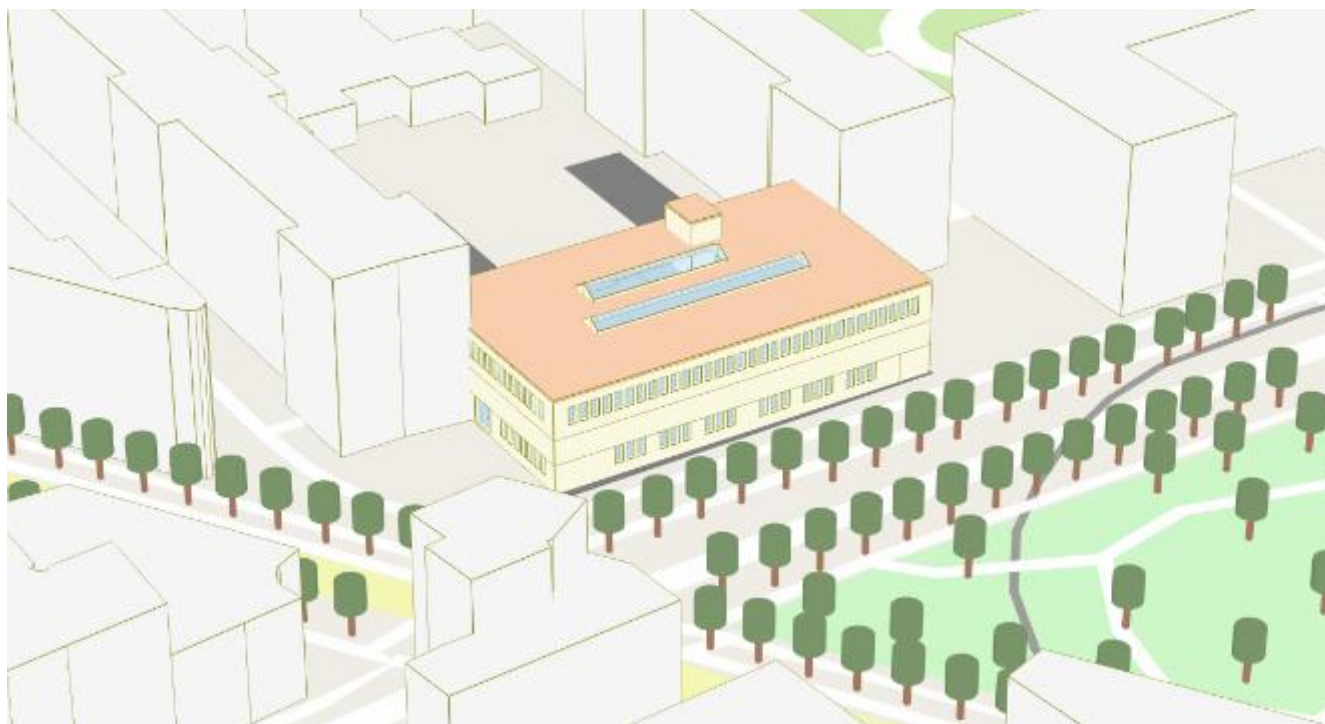
Afin de calculer les résultats des préconisations, et d'identifier les déperditions, nous avons réalisé une Simulation Thermique Dynamique (STD) ainsi qu'une Simulation Energétique Dynamique (SED).

Pour cela, nous avons eu accès aux :

- Plans métrés numériques du bâtiment (façades, étages et coupes)
- Factures énergétiques et relevés de consommations du site (composé de plusieurs bâtiments consommateurs d'énergie)
- Relevés d'estimation de consommation d'électricité global et par usage du bâtiment (étude Smart Impulse)
- Relevés de consommation par usage de plusieurs bâtiments de typologie et d'usage identiques (données fiables issues d'audits énergétiques)
- Les diverses informations récupérées lors de la visite du bâtiment sur site (enveloppe thermique, systèmes énergétiques)

En l'absence de relevés de consommation d'énergie propres au bâtiment étudié (relevés de consommation d'énergie fournies à l'échelle du site), l'estimation de la consommation d'énergie thermique issue du réseau de chaleur urbain (CPCU) a été estimée selon un ratio surfacique, et affinée selon les données de consommation issues d'études d'autres bâtiments de typologie et d'usage identique.

L'étude suivante commence par la réalisation de la maquette numérique du bâtiment étudié et de son environnement proche, influant sur les apports solaires.



Un état dit « initial » est ensuite créé à partir des données fournies (composition de l'enveloppe thermique, données de consommation) et des relevés effectués sur site (composition de l'enveloppe thermique, mesures de température, mesures de luminosité, relevés d'informations techniques des différents systèmes, relevés de paramètres de régulation des différents systèmes). Cet état « initial » a pour objectif de décrire numériquement un bâtiment correspondant à l'état thermique et énergétique actuel réel du bâtiment.

L'établissement de cet état est effectué en réalisant un « calage » des consommations d'énergie simulées sur l'état actuel réel. Durant cette étape, les multiples paramètres de la simulation numérique sont ajustés pour « caller » les consommations d'énergie mensuelles par usage estimées par la simulation numérique aux consommations d'énergie mensuelles par usage réelles (dans la mesure de faisabilité autorisée par la fiabilité des données fournies et utilisables). Le degré de précision usuel à obtenir est de 5%, impliquant une différence de consommation d'énergie annuelle simulée et réelle par source d'énergie considérée (électricité et réseau de chauffage urbain dans cette étude) de 5%.

Les données de consommation électrique fournies par l'étude réalisée par Smart Impulse permettent d'atteindre un état « initial » simulé identique à 5 % à l'état actuel selon les consignes de modélisation abordée précédemment. Cependant, les données de consommation de chaleur étant fournies à l'échelle du site, il ne fut pas possible de réaliser de « calage » sur les données fournies, mais d'obtenir un état estimé proche du réel à l'aide des données de consommation du site et des études réalisées sur d'autres sites.

6.3. NOTES METHODOLOGIQUES

Lors de la visite de site, de nombreux relevés (hauteurs sous plafond, dimension des menuiseries, relevés de composition non destructifs des parois) et mesures (température, luminosité, débits de ventilation) furent effectués. De plus, un inventaire méticuleux des équipements énergétiques et des paramètres de régulation de ces équipements fut effectué. C'est à partir de ces informations récoltées que nous avons pu réaliser une STD (Simulation Thermique Dynamique) et une SED (Simulation Energétique Dynamique) afin d'obtenir une vue d'ensemble sur la part que représentait chaque usage au sein de la facture énergétique.

La saisie de ces données combinée aux données apportées par les autres sources d'informations (étude Smart Impulse, relevés de consommation du site, audits énergétiques de sites correspondants) nous a permis d'obtenir une estimation fiable à +/- 5% de la consommation d'énergie électrique du bâtiment. Les informations fournies concernant la consommation d'énergie thermique issue du réseau de chauffage urbain ne nous permettent malheureusement pas de statuer sur le degré de précision atteint.

Hypothèses

Voici les hypothèses qui ont été prises durant la réalisation de l'audit :

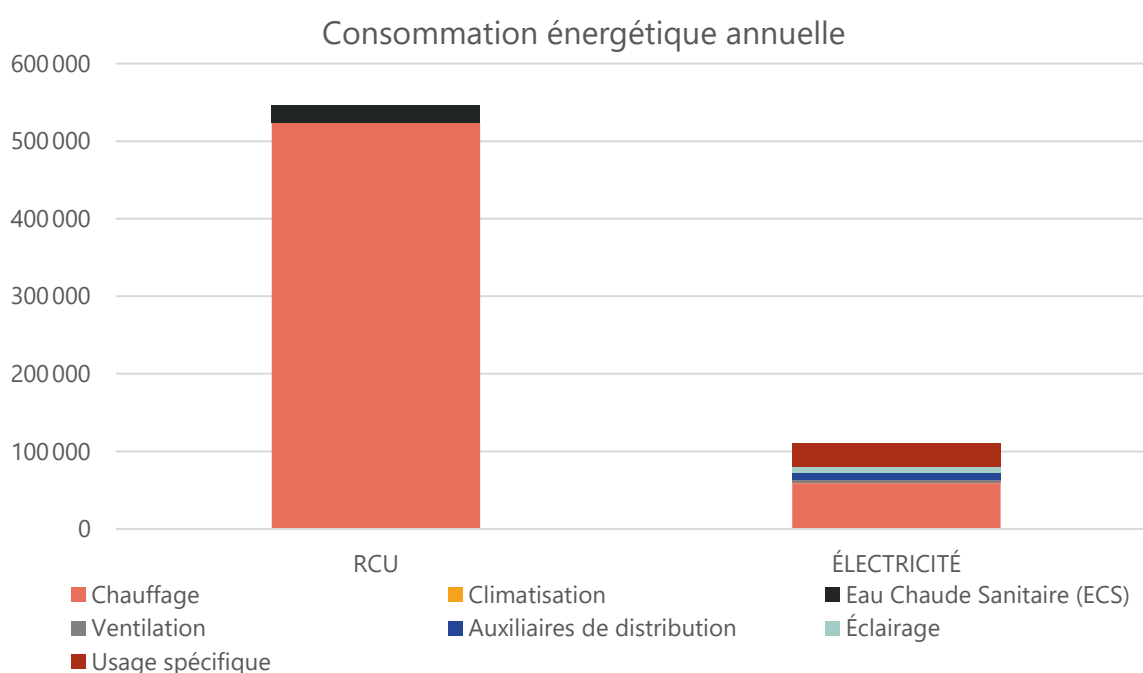
- Les consommations prises en compte pour la validation du modèle numérique sont les consommations d'énergie à l'échelle du site de l'année 2023 et les données de consommation d'énergie électriques fournies par l'étude de Smart Impulse.
- Les fiches techniques des luminaires n'ayant pas été transmises (manque de disponibilité), les puissances électriques des luminaires installés ont été estimées.
- Dépendamment des systèmes de ventilation étudiés, les puissances électriques des équipements de ventilation ont été estimées à 0,30 Wh/m³ d'air ventilé dans le cas des systèmes de ventilation simple flux, et à 0,60 Wh/m³ d'air ventilé dans le cas des systèmes de ventilation double flux.
- Le nombre d'occupants du bâtiment a été estimé suivant les données transmises, les données issues d'études de sites de typologie et d'usages identiques, et les observations réalisées sur site.
- Les horaires d'occupation des différentes zones du bâtiment ont été estimés suivant les données transmises, les données issues d'études de sites de typologie et d'usages identiques, et les observations réalisées sur site.
- De multiples campagnes de relevés d'informations techniques ayant été effectuées et l'étude réalisée par Smart Impulse fournissant des estimations de puissance consommée par usage, les puissances des équipements consommateurs d'énergie électrique ont été considérées pour estimer la valeur des consommations des équipements de circulation (pompes, ...) et des équipements spécifiques (équipements médicaux, postes informatiques, ...).
- Le bâtiment étant équipé de plusieurs systèmes de chauffage (production de chaleur assurée par un échangeur relié au réseau de chaleur urbain, relié à des systèmes d'émission de type CTA, radiateurs) partiellement pilotés par une GTB, des relevés d'information techniques ont été effectués permettant de déterminer les puissances thermiques des divers équipements.
- En l'absence de données de consommation d'eau chaude sanitaire (production assurée par un échangeur relié au réseau de chauffage urbain), la consommation d'énergie thermique de cet usage a été estimée.

6.4. DETAILS DE CONSOMMATIONS ISSUES DE LA STD

La Simulation Thermique Dynamique et la Simulation Energétique Dynamique ont permis de réaliser le calcul des consommations du site.

Par la suite, les différentes actions à mener sur le site ont été simulées depuis la STD afin de déterminer les différentes réductions des consommations énergétiques atteintes. Un bilan de puissance a été réalisé pour certaines actions. L'addition de ces deux méthodes de calculs a permis de réaliser la répartition des consommations qui figure ci-après.

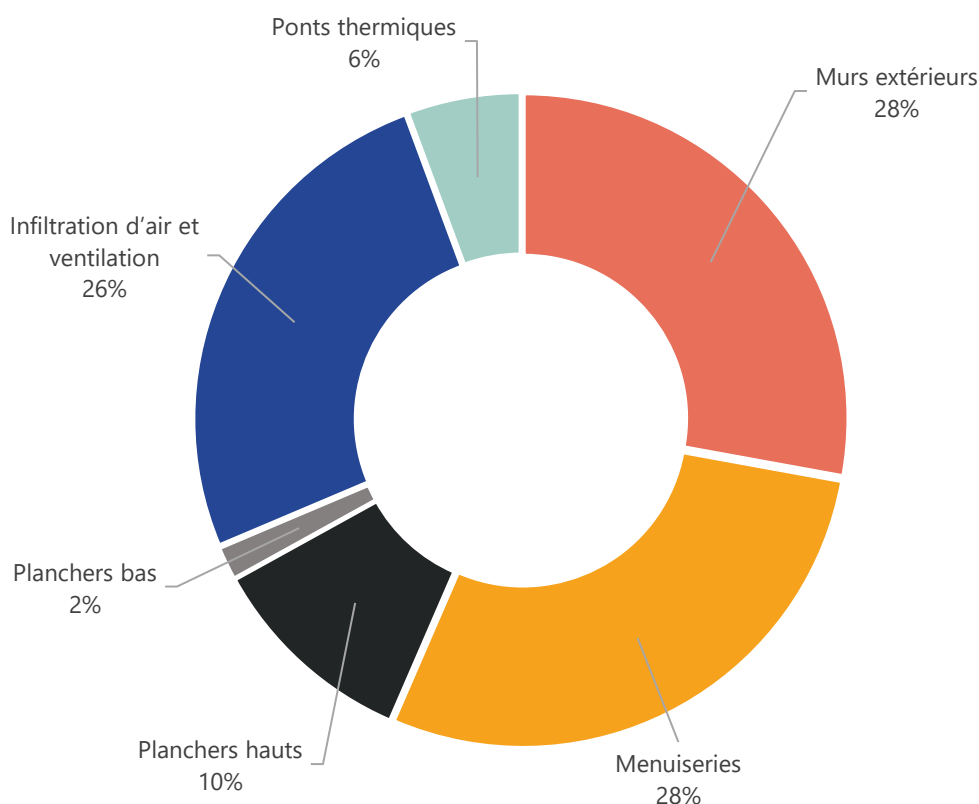
	RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS					
	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	363 816	94%	78 750	53%	119	83%
Climatisation	-	0%	3 230	2%	1	1%
Eau chaude sanitaire (ECS)	22 708	6%	-	0%	6	4%
Auxiliaires de ventilation		0%	2 657	2%	1	0%
Auxiliaires de distribution		0%	18 952	13%	5	4%
Éclairage		0%	10 485	7%	3	2%
Usage spécifique		0%	34 235	23%	9	6%
Production d'énergie renouvelable	-	0%		0%	-	0%
TOTAL	386 524	100%	148 309	100%	144	100%



6.5. DÉPERDITIONS THERMIQUES

RÉPARTITIONS DES DÉPERDITIONS					
Murs extérieurs	Menuiseries	Planchers hauts	Planchers bas	Infiltration d'air et ventilation	Ponts thermiques
63.37 kW	65.84 kW	23.80 kW	3.78 kW	58.49 kW	12.84 kW
TOTAL DES DÉPERDITIONS				227.39 kW	
COEFFICIENT $U_{bât}$				2.33 W/m².K	

Détail des déperditions thermiques du site



Principal poste de déperdition, les déperditions par les menuiseries représentent 28 % des déperditions totales. En effet, la très faible performance thermique générale des menuiseries et la surface importante associée induisent des déperditions particulièrement élevées.

Second poste de déperdition, les déperditions par les murs extérieurs représentent 28 % des déperditions totales. En effet, la très faible performance thermique générale des murs extérieurs et la surface importante associée induisent des déperditions particulièrement élevées.

Troisième poste de déperdition, les déperditions par le renouvellement d'air représentent 26 % des déperditions totales. En effet, il a été constaté l'absence de fonctionnement des systèmes de ventilation du bâtiment lors de la mesure de débits de ventilation, induisant une absence de déperditions. Cependant, il a été constaté une ouverture

permanente des menuiseries de locaux chauffés (températures réduites en comparaison des locaux d'occupation des autres bâtiments du site) et des défauts d'étanchéité importants, induisant des déperditions extrêmement élevées.

Quatrième poste de déperdition, les déperditions par le plancher haut représentent 10 % des déperditions totales. En effet, la très faible performance thermique du plancher haut (toiture-terrasse) induit des déperditions particulièrement élevées.

Avant dernier poste de déperdition, les déperditions par les ponts thermiques représentent 5 % des déperditions totales. En effet, la typologie de composition de paroi de l'enveloppe induit de faibles déperditions par les ponts thermiques.

Dernièrement, déperditions par le plancher bas représentent 2 % des déperditions. En effet, les locaux des parties inférieures du bâtiment étant peu chauffés, peu de transfert thermique a lieu par l'intermédiaire de cette paroi.

6.6. BESOIN DES LOCAUX

La simulation thermique dynamique permet de calculer les besoins climatiques en chaud et froid du bâtiment.

	PUISSANCE À INSTALLER (NF EN 12831)	PUISSANCE INSTALLÉE (sur site)	ÉCART
CHAUFFAGE	234 kW	811 kW (avec ECS) 811 kW (secours)	+ 246 %
REFROIDISSEMENT	19 kW	29 kW	+ 53 %

La puissance de chauffage/ECS active installée est de 811 kW. Cette puissance correspond à +246 % à la puissance à installer recommandée compte tenu de l'occupation actuelle du bâtiment.

La puissance de refroidissement installée est de 29 kW. Cette puissance correspond à +53 % à la puissance à installer recommandée. En effet, possédant une surface climatisée très faible (peu de surfaces occupées), le besoin de puissance de climatisation est faible.

Le calcul du besoin de puissance à installer est effectué sur la base de l'utilisation actuelle du bâtiment. L'écart entre la puissance à installer et la puissance installée dépend donc essentiellement de l'utilisation actuelle du bâtiment partiellement désaffecté.

6.7. DONNEES METEOROLOGIQUES

La simulation énergétique dynamique est basée sur les données météorologiques (températures, hygrométrie, rayonnements solaires) fournies par le jeu de données Meteonorm V2. La station de mesure météorologique utilisée pour la simulation est donc celle de Paris – Montsouris (moyennes des températures mensuelles de 2010 à 2019).

L'étude étant basée sur les données de consommation énergétique de l'année 2023, il convient d'étudier celles-ci en considérant le contexte météorologique associé. Les données météorologiques utilisées pour l'étude des consommations énergétiques sont donc celles fournies par la station de mesure météorologique Paris – Montsouris pour l'année 2023.

En effet, la différence de contexte météorologique entre les données utilisées pour la simulation numérique énergétique et les données utilisées pour l'étude des consommations énergétiques obligent à effectuer une correction des consommations énergétiques calculées pour les exprimer dans le cadre du contexte météorologique de l'étude, soit celui des données correspondantes à Paris – Montsouris en 2023.

Les données météorologiques correspondantes sont donc :

- Données météorologiques SED :
 - o DJU : 2 154
 - o DJF : 454
- Données météorologiques étude consommations énergétiques :
 - o DJU : 1 833
 - o DJF : 741

6.8. CONSOMMATIONS DE RESEAUX DE CHALEUR URBAIN

A défaut de disponibilité de données de consommation de chaleur depuis le réseau de chaleur CPCU à l'échelle du bâtiment, une estimation de la consommation a été réalisée à partir des données de consommation à l'échelle du site.

La méthodologie choisie pour estimer la consommation de chaleur du bâtiment est celle de l'estimation par calcul au mètre chauffé via un système de chauffage utilisant le réseau de chaleur comme système de production.

La valeur de la consommation de chaleur par mètre carré chauffé est de **152 kWh/m².an**.

Dans cas de l'étude du bâtiment JOLIOT, la surface chauffée via le réseau hydraulique alimentée en chaleur par le réseau de chaleur est 2 161 m². Le chauffage du reste de la surface chauffée du bâtiment étant assuré par des émetteurs électriques.

Le détail du calcul de la consommation de chaleur est donc le suivant :

- Consommation annuelle estimée (2 161 m² chauffés) : 326 952 kWh/m².an (DJU de 1 833)
- Consommation annuelle simulée (2 161 m² chauffés) : 386 528 kWh/m².an (DJU de 2 154)
- **Consommation annuelle simulée corrigée (2 161 m² chauffés) : 328 925 kWh/m².an (DJU de 1 833)**

Consommation annuelle corrigée de RCU du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle de RCU estimée [MWh]	Ecart [%]
328,925 MWh	326,952 MWh	- 1 %

6.9. CONSOMMATIONS D'ÉLECTRICITÉ

Une mesure électrique a été réalisée par l'entreprise Smart Impulse, sur une durée de 30 jours puis ramené sur un ratio mensuel puis annuel. Cette mesure nous a permis d'avoir une estimation globale de la consommation électrique du bâtiment.

Cependant les données de consommation issues de cette instrumentation montrant des résultats particulièrement faibles, il a été décidé de considérer des données de consommation estimées selon une autre méthodologie.

En effet, à défaut de disponibilité de données de consommation d'électricité à l'échelle du bâtiment, une estimation de la consommation a été réalisée à partir des données de consommation à l'échelle du poste électrique desservant le bâtiment.

La méthodologie choisie pour estimer la consommation d'électricité du bâtiment est celle de l'estimation par calcul au mètre, pondérée par l'usage du bâtiment.

La valeur de la consommation d'électricité (pondérée par l'usage du bâtiment) par mètre carré est de **39 kWh/m².an**.

Le détail du calcul de la consommation d'électricité est donc le suivant :

- Consommation annuelle estimée (834 m² chauffés, 106 m² refroidis) : 145 944 kWh/m².an (DJU de 1 833, DJF de 741)
- Consommation annuelle simulée (834 m² chauffés, 106 m² refroidis) : 148 309 kWh/m².an (DJU de 2 154, DJF de 454)
- **Consommation annuelle simulée corrigée (834 m² chauffés, 106 m² refroidis) : 144 231 kWh/m².an (DJU de 1 833, DJF de 741)**

Consommation annuelle d'électricité corrigée du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle d'électricité estimée [MWh]	Ecart [%]
144,231 MWh	145,944 MWh	- 1 %

L'écart est donc inférieur à 5% sur l'année, ce qui permet de valider le modèle SED sur l'électricité.

7. ETAT DES LIEUX DECRET TERTIAIRE

7.1.DETERMINATION DE LA REFERENCE ET DES OBJECTIFS

Une valeur de référence ainsi qu'un objectif relatif ont été déclarés sur OPERAT à l'échelle du site. Afin d'estimer un état des lieux à l'échelle du bâtiment, un objectif absolu a été calculé à titre indicatif.

N'ayant pas d'historique de consommations à l'échelle du bâtiment (relevés sous-comptage non exploitables), aucun objectif relatif n'a pu être déterminé. La situation sera donc exclusivement comparée à la valeur absolue estimée à l'échelle du bâtiment.

Paramètres considérés pour le calcul de la consommation ajustée :

Paramétrage valeur absolue	
Altitude du site	< 400 m
Surface totale (m ²)	3 750 m ²
Surface chauffée (m ²)	2 995 m ²
Surface refroidie (m ²)	106 m ²
Surface hors DEET (m ²)	181 m ²
Station météo	Paris Montsouris
Zone	H1a

Paramètres considérés pour le calcul de la référence absolue, basés sur l'arrêté officiel « Valeurs absolues IV » – Secteur de la santé :

Usage	Surface considérée	Valeur absolue associée (kWhDT/m ² . an)
Administration et bureaux	3 568	87

Soit un objectif estimé en valeur absolue à l'échelle du bâtiment suivant :

Cabs estimée (kWhDT/m ² .an)	Cabs valeur par défaut (kWhDT/m ² .an)	Etat des lieux 2023 estimé (kWhDT/m ² .an)
87 kWhDT/m ² /an	155 kWhDT/m ² /an	124 kWhDT/m ² /an

Ici, il est plus judicieux de se référer à la valeur par défaut. De ce fait, l'objectif 2030 est déjà atteint au vue des consommations de 2023.

Contacts



CONTACTS

PIGNON Vincent

Auditeur énergétique

Tél

Vincent.pignon@advizeo.io

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet

Tél

Clarisse.manteau@advizeo.io

Florian WILLERVAL

Auditeur énergétique

Tél

Florian.willerval@advizeo.io

Bastien RINGES

Expert STD

Tél

Bastien.ringes@advizeo.io

advizeo

La Félicité Paris Sully-Morland

2 Cour de l'Ile Louviers

75004 Paris

www.advizeo.io

advizeo

Annexes



ANNEXES

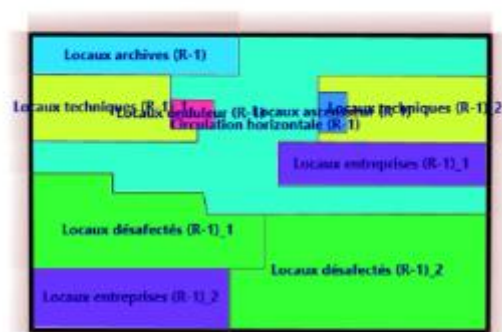
7.2. REPARTITION DES ZONES

Voici comment sont décomposées les différentes zones du site :

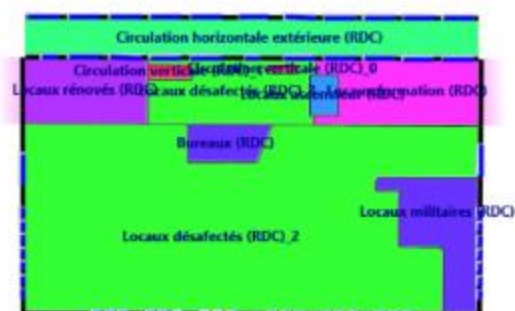
	Locaux désaffectés
	Locaux entreprises
	Bureaux
	Circulations horizontales
	Locaux formation
	Locaux techniques
	Locaux ascenseurs
	Circulations verticales
	Circulation horizontale extérieure
	Locaux rénovés
	Vide sanitaire
	Locaux archives
	Locaux divers
	Locaux de détente



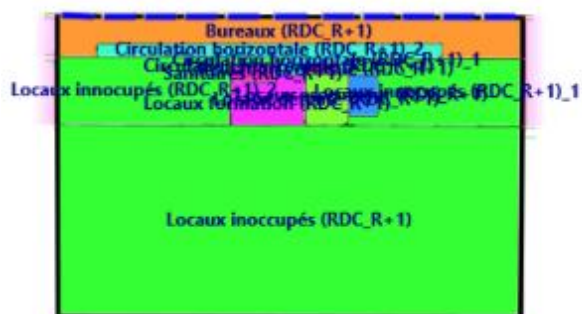
Vide sanitaire (R-2)



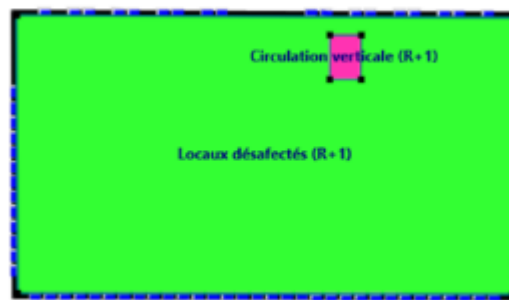
R-1



RDC



*RDC / R+1



R+1

7.3. SURFACES DES DIFFÉRENTES ZONES THERMIQUES

Zone thermiques STD	Surface de Plancher (m ²)
Locaux désaffectés	2 356
Locaux entreprises externes	276
Locaux administratifs	111
Circulations horizontales	359
Locaux formation	113
Locaux techniques	181
Locaux ascenseurs	29
Circulations verticales	9
Circulations horizontales (extérieures)	144
Locaux rénovés	70
Locaux divers	16
Locaux de détente	18

7.4. DETAIL DE L'AJUSTEMENT CLIMATIQUE

Pour chaque année choisie, l'ajustement est effectué tel que :

$$\text{Consommation ajustée } (n) = \text{Consommation totale } (n) + \text{AcefChauf}(n) + \text{AcefRedroid}(n)$$

L'ajustement, en fonction des variations climatiques, de la part des consommations d'énergie liées au chauffage, lorsque la consommation de chauffage n'est pas connue, s'effectue selon la méthode suivante :

$$\text{Acef}_{\text{chauff } n} = \sum_{ss-cat} \left(\text{Conso}_{\text{tot } n} * \frac{\text{Cabs}_{ss-cat } n * S_{ss-cat}}{\sum_{ss-cat} \text{Cabs}_{ss-cat } n * S_{ss-cat}} * \frac{S_{\text{chauff } ss-cat}}{S_{ss-cat}} * \min[\text{Coeff}_{\text{ch } ss-cat} * DJ_{\text{ch } n}; 1] \right. \\ \left. * \max\left(-0,5 ; \min\left[\left(\frac{DJ_{\text{ch } \text{moy}} - DJ_{\text{ch } n}}{DJ_{\text{ch } n}}\right); 1\right]\right)\right)$$

Avec :

- **Acef_{chauff} n** [kWh] : Ajustement dû aux variations météorologiques de la quantité d'énergie finale nécessaire au chauffage pour l'année n. L'ajustement s'effectue sur la consommation contenant le poste chauffage. Il peut être positif ou négatif selon les conditions météorologiques ;
- **DJ_{ch} moy** [° C. jour] : nombre de degrés-jours chauffage moyen statistique sur la période 2001-2020 de la station météo considérée. Si DJ_(ch moy)=0, on prend DJ_(ch moy)=1 dans les formules ci-dessus ;
- **DJ_{ch} n** [° C. jour] : degrés-jours chauffage de l'année n de la station météo considérée. Si DJ_(ch n)=0, on prend DJ_(ch n)=1 dans les formules ci-dessus ;
- **Conso_{tot} n** [kWh] : consommation énergétique totale pour l'année n de l'entité fonctionnelle assujettie ;
- **Cabs_{ss-cat} n** [kWh/m²/an] : objectif de consommation énergétique exprimé en valeur absolue, le cas échéant modulé, pour l'année n et la sous-catégorie considérée composant l'entité fonctionnelle assujettie ;
- **« S_{ss-cat} »** [m²] : la surface de plancher de la sous-catégorie considérée ; **lci 21 046 m²**
- **« S_{chauff} ss-cat »** [m²] : la surface de plancher chauffée de la sous-catégorie considérée ; **lci 17 326 m²**
- **« Coeff_{ch} ss-cat »** [°C/j] : coefficient permettant d'estimer, en fonction des degrés-jours de chauffage de l'année n, la part de consommations de la sous-catégorie correspondant à des consommations de chauffage. **lci 0,000247 [°C/j]**

L'ajustement en fonction des variations climatiques de la part des consommations d'énergie liées au refroidissement lorsque la consommation liée au refroidissement n'est pas connue à partir de compteurs d'énergie: s'effectue selon la méthode suivante:

$$\text{Acef}_{\text{fr } n} = \sum_{ss-cat} \left(\text{Conso}_{\text{tot } n} * \frac{\text{Cabs}_{ss-cat } n * S_{ss-cat}}{\sum_{ss-cat} \text{Cabs}_{ss-cat } n * S_{ss-cat}} * \frac{S_{\text{refroidie } ss-cat}}{S_{ss-cat}} * \min[\text{Coeff}_{\text{fr } ss-cat} * DJ_{\text{fr } n}; 1] \right. \\ \left. * \max\left(-0,5 ; \min\left[\left(\frac{DJ_{\text{fr } \text{moy}} - DJ_{\text{fr } n}}{DJ_{\text{fr } n}}\right); 1\right]\right)\right)$$

avec

- **Acef_{fr} n** [kWh] : Ajustement dû aux variations météorologiques de la quantité d'énergie finale nécessaire au refroidissement des ambiances et des process de production de froid décentralisée pour l'année n. L'ajustement s'effectue sur la consommation contenant le poste refroidissement. Il peut être positif ou négatif selon les conditions météorologiques ;
- **DJ_{fr} moy** [° C. jour] : nombre de degrés-jours refroidissement moyen statistique sur la période 2001-2020 de la station météo considérée. Si DJ_(ch moy)=0, on prend DJ_(ch moy)=1 dans les formules ci-dessus ;

- $DJ_{fr\ n}$ [° C. jour] : degrés-jours refroidissement de l'année n de la station météo considérée. Si $DJ_{fr\ n}=0$, on prend $DJ_{fr\ n}=1$ dans les formules ci-dessus ;
- $Conso_{tot\ n}$ [kWh] : consommation énergétique totale pour l'année n de l'entité fonctionnelle assujettie ;
- $Cabs_{ss-cat\ n}$ [kWh/m²/an] : objectif de consommation énergétique exprimé en valeur absolue, le cas échéant modulé, pour l'année n et la sous-catégorie considérée composant l'entité fonctionnelle assujettie ;
- « S_{ss-cat} [m²] : la surface de plancher de la sous-catégorie considérée ; lci 21 046 m²
- « $S_{refroidie\ ss-cat}$ [m²] : la surface de plancher refroidie de la sous-catégorie considérée ; lci 11 811 m²
- « $Coeff_{fr\ ss-cat}$ [/°C/j] : coefficient permettant d'estimer, en fonction des degrés-jours de chauffage de l'année n, la part de consommations de la sous-catégorie correspondant à des consommations de chauffage. lci 0,0000535 [/°C/j]