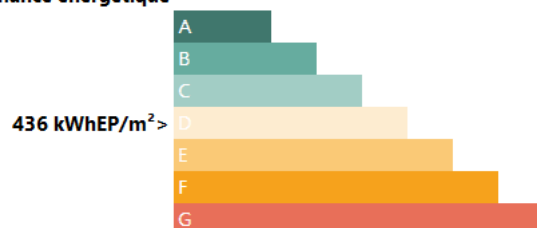


Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE – Etat des lieux

TNN010 – TENON – Bâtiment COMMUNAUTE

Performance énergétique



Emission GES



EMETTEURS

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
Florian WILLERVAL	Energy Manager	Rédaction
Bastien RINGES	Expert STD	Rédaction
Clarisse MANTEAU	Directrice de projet	Validation

Historique des versions émises :

Nom	Date	Modifications principales
APHP_TENON_Etat des lieux_COMMUNAUTE_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 Communauté.....	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.....	22
3.5. Performance des installations énergétiques	23
3.5.1. Chauffage.....	23
Relevés de températures ambiantes	26
3.5.2. ECS	27
3.5.3. Ventilation.....	27
Mesures de débit de ventilation	27
3.5.5. Climatisation	28
3.5.6. Eclairage intérieur	29
Relevés d'intensité lumineuse intérieure	29
3.5.7. Eclairage extérieur	29
3.5.8. Gestion Technique Centralisée	30
4. Analyse de la performance thermique et énergétique	32

	4.1. Analyse courbe de charge SMART Impulse	32
4.1.1.	Contexte.....	32
4.1.2.	Analyse de la courbe de charge électrique.....	32
4.1.3.	Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique.....	32
	4.2. Simulation thermique dynamique.....	33
	4.3. Notes méthodologiques.....	35
	4.4. Détails de consommations issues de la STD	36
	4.5. Déperditions thermiques.....	38
	4.6. Besoin des locaux.....	40
	4.7. Données météorologiques	40
	4.8. Consommations de Réseaux de chaleur urbain	40
	4.9. Consommations d'électricité	41
5.	Etat des lieux Décret Tertiaire.....	42
	5.1. Détermination de la référence et des objectifs	42
Contact		44
Annexe		46
	5.2. Répartition des zones	46
	5.3. Surfaces des différentes zones thermiques	49
	5.4. Détail de l'ajustement climatique.....	50

Présentation et objectifs



1. PRESENTATION ET OBJECTIFS

1.1.CONTEXTE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

Dans le cadre de la loi ELAN, du dispositif éco-énergie tertiaire, 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 Communauté 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

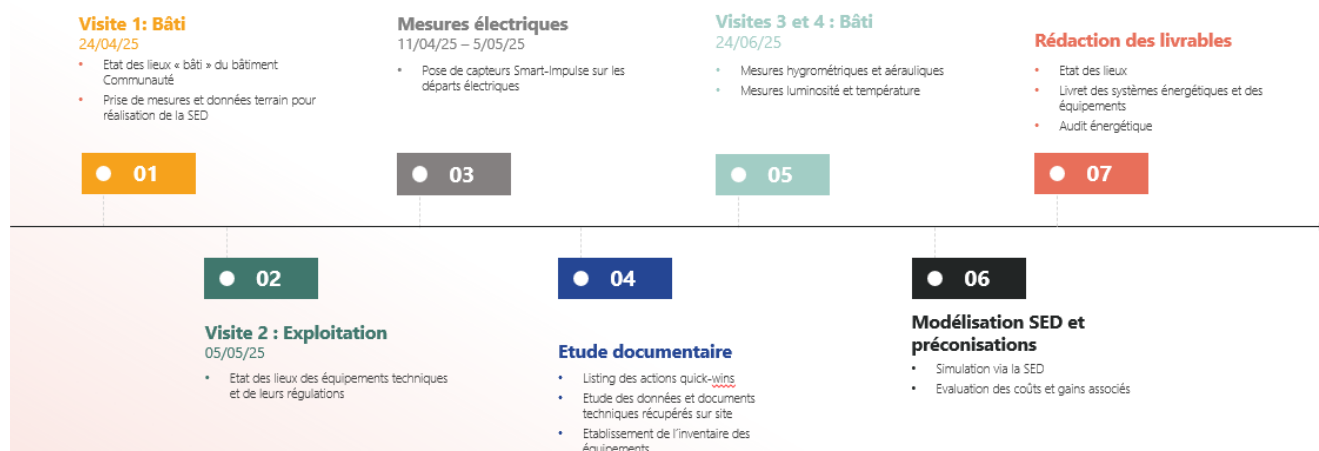
L'ensemble de la prestation vise à apporter une vision d'ensemble de la performance énergétique actuelle des sites et de leurs bâtiments. De plus, elle a pour objectif de dégager les principaux leviers d'action permettant l'amélioration de la performance énergétique et environnementale tout en assurant 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	Préconiser un plan d'actions scénarisé à l'échelle du bâtiment
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	11/04/25 – 5/05/25	Instrumentation Smart-Impulse
Parois	24/04/2025	Relevés d'épaisseurs de parois et de compositions non destructifs
Température ambiance intérieure	24/06/2025	Relevés de températures zone par zone (accessibles)
Débit de ventilation	24/06/2025	Relevés de débits de ventilations zone par zone (accessibles)
Vues thermiques	08/01/2025	Prise de vues à la caméra thermique
Luminosité	24/06/2025	Relevés d'intensité lumineuse zone par zone (accessibles)
Humidité	24/06/2025	Relevés d'humidité zone par zone (accessibles)

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 l'ECS à jour mais caduque pour le chauffage.
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 Communauté

Le bâtiment Communauté abrite les services techniques de l'hôpital. Le RDC et la moitié du R+1 sont composés de bureaux et d'ateliers, fonctionnant du lundi au vendredi, de 8h à 17h. Le reste du bâtiment, du R+1 au R+3, est composé de logements de fonction et de chambres de garde. Enfin le tout est complété par un niveau de sous-sol composé de caves et de locaux de stockage.

Le bâtiment de Communauté 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 la 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 27/11/2024 au 18/12/2024.

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

1.5.DESCRPTION 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

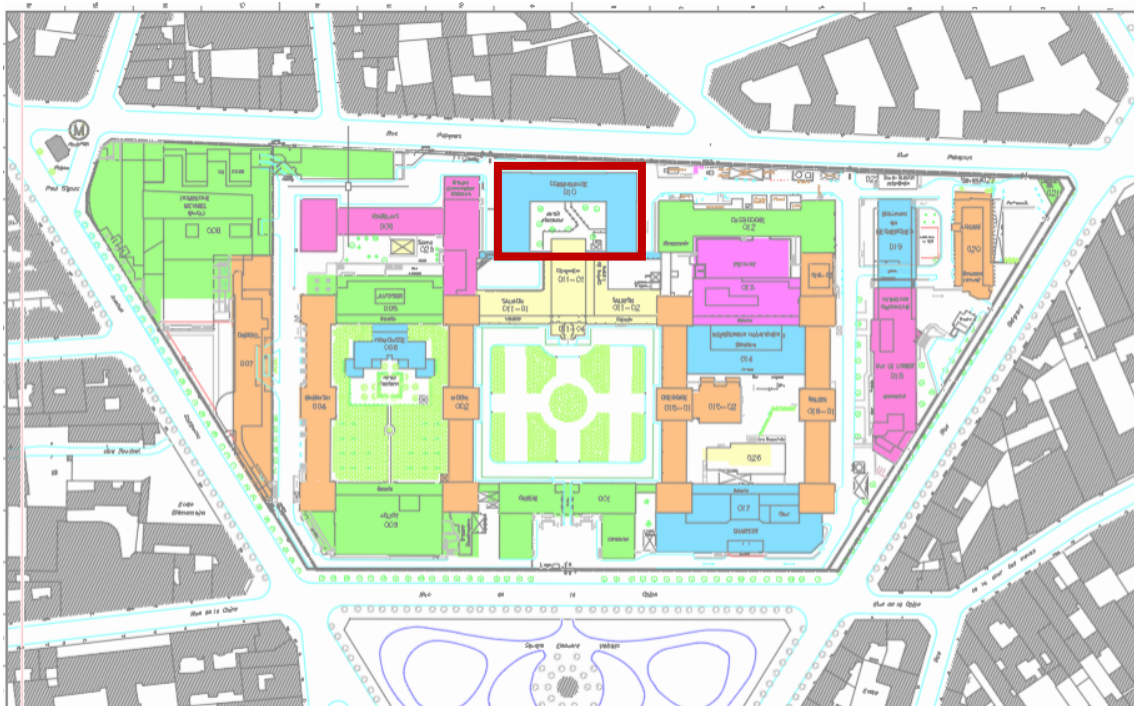


Figure 2 - Plan de masse du site



Figure 3 - Photo de la façade du bâtiment

1.5.2. Caractéristiques principales

Les tableaux suivants synthétisent les caractéristiques générales du site de Tenon et du bâtiment Communauté.

Tableau 2 - Caractéristiques du site

Hôpital de Tenon	
Typologie	Hôpital
Nombre de bâtiments	20
Année de construction	1968, 1976, 1995, 2011 et 2021
Surface totale	105 474 m ²

Tableau 3 - Caractéristiques du bâtiment

Bâtiment Communauté	
Typologie	Ateliers - bureaux (services techniques, DSI), logements
Bâtiment classé	Non
Année de construction	XIXe siècle
Surface totale	4154 m ²
Surface chauffée*	~4154 m ²
Surface refroidie*	80 m ²
Horaires d'occupation des locaux	Horaires de bureau

1.5.3. Occupation

Ce bâtiment hospitalier est principalement dédié aux fonctions techniques et logistiques nécessaires au bon fonctionnement de l'établissement.

Le sous-sol est aménagé pour le stockage de matériel et l'archivage de documents, garantissant une organisation optimale et sécurisée.

Le rez-de-chaussée ainsi que la moitié du premier étage hébergent les services techniques de l'hôpital : ateliers, bureaux administratifs et locaux spécialisés.

Ces espaces sont fonctionnels et n'accueillent pas le public ; leur activité se concentre du lundi au vendredi entre 8h et 17h, en cohérence avec les rythmes de travail des équipes de maintenance et de gestion.

Les niveaux supérieurs (moitié du R+1, R+2 et R+3) sont réservés aux logements de fonction et aux chambres de garde, permettant théoriquement une présence continue du personnel.

Cependant, la plupart de ces espaces résidentiels restent inoccupés, ce qui limite leur impact sur l'usage quotidien du bâtiment. L'ensemble du site fonctionne de manière régulière mais non intensive, avec une faible sollicitation en dehors des horaires ouvrés.

1.5.4. Détail des surfaces du site

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

Tableau 4 - Répartition des surfaces suivant les typologies

Typologie	Surface (m ²)	Correspondance DEET
Bureaux	591	Bureaux standards / administration
Stockage archives	817	Bureaux standards / administration
Vestiaires	86	Vestiaires
Locaux techniques	107	Hors périmètre
Locaux tampons	649	Circulations
Circulations horizontales	555	Circulations
Circulations verticales	257	Circulations
Logements - Chambres occupées	26	Hors périmètre
Logements - Chambres inoccupées	132	Hors périmètre
Logements - T2	94	Hors périmètre
Logements - T3	421	Hors périmètre
Logements - T4	638	Hors périmètre
Locaux serveurs	55	Salle serveur
Ateliers	384	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 administratives, techniques et résidentielles, le bâtiment Communauté construit au XIX^e siècle 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 un niveau enterré comprenant des réserves et des locaux de stockage, le bâtiment Communauté est composé d'un seul type de planchers bas, celui du RDC donnant sur les locaux non chauffés du sous-sol. Il a été pris l'hypothèse que ce plancher est isolé (sous-sols non accessibles lors de la visite).

Construit sur terre-plein, le plancher bas du niveau R-1 est composé d'une dalle béton d'environ 40 cm d'épaisseur, en contact avec le sol.

Le plancher bas du niveau RDC, donnant sur le niveau R-1 non chauffé, est considéré comme composé d'une couche d'isolant type fibrastyrène d'environ 10 cm d'épaisseur, d'une dalle béton lourd d'environ 30 cm d'épaisseur, d'une couche de mortier d'environ 2 cm d'épaisseur surplombée par du carrelage ou autre revêtement de sol d'environ 1 cm d'épaisseur.

Les planchers bas des autres niveaux occupés (R+1 à R+3), aussi qualifiés de « planchers intermédiaires », donnent chacun sur un niveau inférieur chauffé. Ceux-ci sont composés d'une dalle béton lourd d'environ 30 cm d'épaisseur, d'une couche de mortier d'environ 2 cm d'épaisseur surplombée par du carrelage d'environ ou autre revêtement de sol de 1 cm d'épaisseur.

Planchers hauts (toitures) : Il a été supposé que la toiture suit le modèle des autres bâtiments anciens du site, à savoir une isolation de type fibrastyrene ou laine de roche, d'épaisseur 10 cm posée relativement récemment sous rampants. La charpente est par ailleurs en bois, avec une couverture en ardoise.

Murs extérieurs : les murs extérieurs ne comportent aucune isolation. Ce sont des murs en pierre de taille, d'épaisseur 30 à 50 cm, avec un placage intérieur type BA13 (pas partout). Ces murs présentent donc une excellente inertie thermique, mais une conductivité thermique importante, ce qui en fait une composition de paroi très peu performante thermiquement.

Menuiseries : Le bâtiment présente différents types de menuiseries de performances thermiques variables. Globalement, la performance des menuiseries du bâtiment est assez mauvaise. La vétusté avancée de certaines menuiseries (étanchéité réduite liée à l'état vétuste des joints) induit d'importantes infiltrations d'air.

Les menuiseries du bâtiment présentent une hétérogénéité marquée tant sur le plan technique que spatial. Les façades extérieures nord et sud sont équipées intégralement en double vitrage aluminium récent, du rez-de-chaussée jusqu'au R+2, garantissant une bonne performance thermique et acoustique sur ces faces.

À l'est, la situation est plus contrastée : on observe une prédominance du simple vitrage bois fortement dégradé au rez-de-chaussée, tandis que les niveaux supérieurs semblent majoritairement dotés de double vitrage, bien qu'une identification précise reste difficile.

À l'intérieur, la façade nord bénéficie également d'un équipement en double vitrage, contrairement aux autres orientations qui conservent du simple vitrage bois, moins performant et très altéré.

Cette configuration variable appelle à une rénovation ciblée, en particulier sur les zones en simple vitrage, afin d'améliorer l'isolation globale du bâtiment et réduire les déperditions thermiques.

Renouvellement d'air : Le bâtiment présente, en plus des infiltrations d'air, plusieurs typologies de renouvellement d'air de performances variables. Le renouvellement d'air du bâtiment représente une part importante de la consommation d'énergie de chauffage.

Le bâtiment est équipé d'extracteurs simple flux concentrés sur les sanitaires, assurant l'évacuation de l'air vicié dans ces zones sensibles. Quelques ateliers pourraient en disposer, mais leur accès limité empêche de le confirmer.

Dans les logements (non accessibles) il a été supposé que les locaux soient ventilés au moyen de systèmes hygro A, courant même en rénovation.

Conclusion : Le bâtiment Communauté, datant du XIX^e siècle, n'est soumis à aucune réglementation thermique.

Son enveloppe a été caractérisée à partir de plans et de relevés visuels, sans investigations destructives.

Les murs en pierre, non isolés, offrent une faible performance thermique. Les planchers reposent sur des locaux non chauffés ou sur terre-plein, avec hypothèse d'isolation partielle.

Les niveaux intermédiaires et la toiture présentent une composition classique, avec une isolation supposée sous rampants. Les menuiseries sont très hétérogènes : certaines zones sont équipées de double vitrage performant, d'autres de simple vitrage bois fortement dégradé, engendrant d'importantes infiltrations d'air.

La ventilation repose sur des extracteurs simple flux dans les sanitaires, et possiblement dans quelques ateliers, tandis que les logements sont supposés ventilés en hygro A.

L'ensemble traduit une efficacité thermique limitée, avec de nombreux axes potentiels d'amélioration.

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 Communauté est approvisionné par 3 sous-stations, dont une vapeur basse pression, situées en sous-sol du bâtiment :

- Une sous-station principale, qui couvre 70% des besoins de chauffage du bâtiment, située près de bâtiment Rabelais et équipée de deux échangeurs thermiques de 208 kW unitaire, alimentée par la sous-station principale du site. Cette sous-station est régulée par un automate Saia, dont l'interface se situe dans la sous-station de Rabelais ;
- Une sous-station annexe, située près de bâtiment Cassiodore, qui couvre les besoins de chauffage de la zone technique du bâtiment ainsi que de la pharmacie du bâtiment Cassiodore et est équipée de deux échangeurs thermiques de 272 kW unitaire, alimentée par la sous-station principale du site. Cette sous-station est régulée par un automate Trend
- Une sous-station de livraison de vapeur basse pression, qui couvre les besoins de chauffage d'une partie des studios du bâtiment. Cette sous-station est régulée par un automate Baez et une vanne deux voies qui fait varier la pression. Cette sous-station est alimentée depuis la sous-station vapeur du bâtiment Communauté.

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

La diffusion du chauffage au sein du Bâtiment Communauté s'effectue par des radiateurs en fonte dans tout le bâtiment. Ils sont équipés de robinets thermostatiques anciens ou de robinets simples selon les zones.

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 du bâtiment Cassiodore.

2.2.3. Climatisation

Ce bâtiment est en partie refroidit par 6 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

La totalité des étages RDC et R+1 (les locaux accessibles durant la visite) sont éclairés au moyen de luminaires LED. Il est supposé que les logements sont également équipés d'ampoules LED.

2.2.5. Ventilation

La ventilation est assurée principalement par un système de ventilation de type simple flux (extraction), non régulé, situé dans les combles.

2.2.6. GTB

Deux GTB sont présentes sur site, une GTB Trend et une GTB Iconics. Une revue du système GTB fait l'objet d'un livrable à part entière dans le cadre de la prestation.

Lors de la réalisation de l'audit de ce bâtiment, les deux GTB étaient hors service. Néanmoins, nous n'avons constaté aucun visuel correspondant au bâtiment Communauté sur la GTB Trend. Aucun automate ne semble donc remonter sur la supervision, et leur gestion est uniquement en local.

2.2.7. Usages spécifiques

Le bâtiment ne présente aucun usage spécifique, mis à part les consommations du local serveur de la DSI, présente au R+1 du bâtiment.

2.2.8. Enveloppe thermique

L'enveloppe thermique du bâtiment Rabelais présente une performance moyenne. Les planchers bas et la toiture sont isolés, mais les murs en pierre non isolée constituent un point faible. Les menuiseries sont globalement correctes, malgré quelques zones vétustes source d'infiltrations d'air. La ventilation, en grande partie en simple flux sans récupération, accentue les pertes. Malgré ces limites, l'état global reste acceptable, sans situation fortement dégradée.

2.2.9. Conclusion

Le bâtiment Communauté est chauffé via trois sous-stations reliées au réseau de chaleur urbain parisien, dont une à vapeur basse pression, et complété par des systèmes à détente directe ; la chaleur est diffusée par des radiateurs en fonte avec robinetterie parfois vétuste.

L'eau chaude sanitaire provient directement de la sous-station Cassiodore, tandis que la climatisation partielle repose sur six unités à détente directe réversibles destinées à quelques bureaux et locaux informatiques.

L'éclairage est assuré par des luminaires LED sur les niveaux accessibles, avec une hypothèse similaire pour les logements.

La ventilation est de type simple flux non régulée, installée dans les combles, et les deux systèmes GTB présents (Trend et Iconics) étaient hors service lors de l'audit, sans remontée d'informations du bâtiment Communauté. Aucun usage spécifique notable n'est recensé, à l'exception du local serveur de la DSI au R+1.

L'enveloppe thermique, bien que globalement acceptable, présente des défauts : murs en pierre non isolés, menuiseries vétustes par endroits, et ventilation peu performante, entraînant des pertes énergétiques importantes.

Etat des lieux

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 correcte	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	Equipement absent mais nécessaire	Equipement peu performant* - Type split sans régulation	Equipement performant et régulé	Equipement très performant et bien régulé
Ventilation des blocs opératoires/soins et support	Non concerné			
Ventilation locaux biomédicaux/ZEM	Non concerné			
Ventilation hospitalisation	Non concerné			
Ventilation autres locaux	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

Indicateurs de performance énergétique				
	1	2	3	4
ECS			ECS Centralisée avec bouclage (via sous-station Cassiodore)	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)

3.4. PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

3.4.1. Parois opaques

Parois verticales	Composition	Surface (m²)	Résistance thermique surfacique (m².K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
Plancher béton non isolé	Dalle béton isolée en sous face	1185	2.38	>3	>3	3	3
Plafond ancien isolé	Pierre de taille sans isolant	1291	0.29	>3,7	>3,7	1	4
Murs extérieurs béton non isolé	Toiture isolée sous rampant, charpente bois, couverture ardoise	2033	3.99	>5.2	> 6	2	4



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

Menuiseries extérieures	Composition	Surface (m ²)	Transmission surfacique (Uw en W/m2.K)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
Double vitrage - PVC rupté	Double 4-4-4 vitrage cadre PVC	3	2.5	< 1.9	< 1.5	3	3
Double vitrage - bois rupté rdc nord	Double 4-4-4 vitrage cadre bois	16	2.5	< 1.9	< 1.5	3	3
Double vitrage - aluminium rupté	Double 4-4-4 vitrage cadre aluminium	228	2.5	< 1.9	< 1.5	3	3
Simple vitrage -bois rupté RDC sud	Simple vitrage bois dégradé	40	5	< 1.9	< 1.5	1	1
Porte opaque isolée	Porte isolée	15	2.3	< 1.9	< 1.5	3	3
Simple vitrage -bois rupté RDC extérieur	Simple vitrage bois dégradé	22	5	< 1.9	< 1.5	1	1
Double vitrage - bois rupté r+1 nord	Double 4-4-4 vitrage cadre bois	16	2.5	< 1.9	< 1.5	3	3
Simple vitrage -bois R+1 sud	Simple vitrage bois dégradé	52	5	< 1.9	< 1.5	1	1

L'examen des menuiseries, parois essentielles de l'enveloppe thermique, montre une typologie de composition hétérogène, en double vitrage à cadre aluminium ou bois ou PVC sans rupteur thermique, mais également simple vitrage bois très peu performant. Cette composition induisant des déperditions particulièrement élevées est caractérisée par une notation de performance faible, permettant de s'orienter sur les postes de travaux de rénovation les plus urgents.

3.5. PERFORMANCE DES INSTALLATIONS ENERGETIQUES

3.5.1. Chauffage

Localisation	Nom	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
Sous-station basse pression	V2V sous-station basse pression	Chauffage des appartements désaffectés	BAELZ	PN40 DN25	NC	1	-	-	3	3
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE principale	V3V	70% du bâtiment, distribution	SIEMENS	VXF 31,50	NC	1	-	-	3	3
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE principale	POMPE	70% du bâtiment, distribution	WILO	YONOS MAXO-D 65/0,5-12	NC	2	-	0,8	3	3
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE principale	POMPE	Réseau primaire	WILO	YONOS MAXO-D 50/0,5-12	NC	2	-	0,6	3	3
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE principale	ECHANGEUR	70% du bâtiment, unique réseau régulé	BARRIQUAND	BAS*65*700*C*P	2010	2	208	-	3	2
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	V3V	Réseaux Pharmacie, magasin technique, service technique	SIEMENS	-	NC	3	-	-	3	3
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	POMPE	Magasin technique	GRUNDFOS	MAGNA1D 40-60 F 220	NC	2	-	0,15	3	4
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	POMPE	Service technique	GRUNDFOS	MAGNA1 32-120 F 220	NC	1	-	0,30	3	4
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	POMPE	Pharmacie	GRUNDFOS	MAGNA3D 32-80 F 220	NC	4	-	0,15	3	4

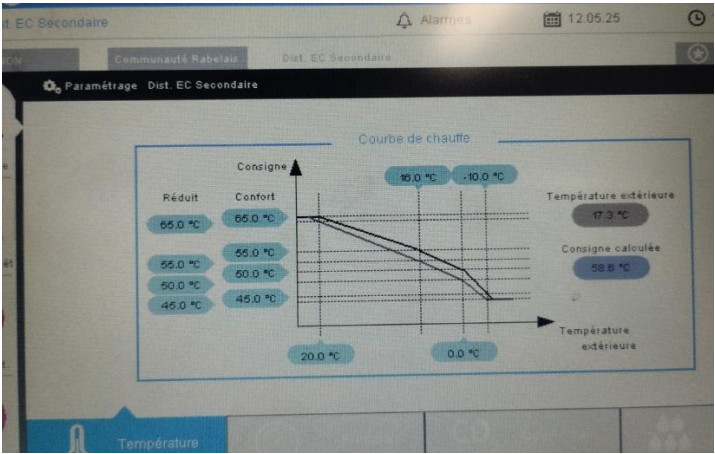
Audit Energétique APHP – TENON – COMMUNAUTE

LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	POMPE	Réseau primaire	GRUNDFOS	MAGNA3 40- 120 F 250	NC	1		0,50	3	4
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	POMPE	Réseau constant	GRUNDFOS	MAGNA3D 32- 80 F 220	NC	4		0,15	3	4
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	ECHANGEUR	70% du bâtiment, unique réseau régulé	BARRIQUAND	BAS*65*700*C*P	2010	2	272	-	3	2

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).

A) La SST principale de Communauté est alimentée par la sous-station générale du site de Tenon via 2 échangeurs de 208 kW unitaire. Cette sous-station couvre plus des 2/3 des besoins du bâtiment.
Elle comprend 2 pompes primaires alimentant une bouteille de découplage puis un unique réseau de distribution pour le chauffage, régulé par une vanne 3 voies (V3V).

L'examen du régulateur, situé dans la sous-station Rabelais, montre l'utilisation d'un type de régulation du système de production de chaleur en loi d'eau sur sonde de température extérieure. Toutefois, cette programmation est à reprendre car elle semble être inversée. De plus, il n'y a pas de programmation horaire, ni température de non-chauffe.



Audit Energétique APHP – TENON – COMMUNAUTE

Le réseau de chauffage n'est pas intégralement isolé, au niveau des points singuliers ainsi que des échangeurs à plaques. Des matelas isolants ont été déposés dû à des fuites sur le réseau et n'ont pas été remis en place. La présence d'amiante a été constatée sur du calorifugeage. Il est important de supprimer cet élément rapidement.



Présence d'amiante

B) La SST secondaire de Communauté est également alimentée par la sous-station générale du site de Tenon via deux échangeurs de 272 kW unitaire. Elle comprend 2 pompes primaires alimentant 4 réseaux secondaires :

- Un départ chauffage pharmacie, régulé par une vanne 3 voies (V3V) ;
- Un départ chauffage magasin technique, régulé par une vanne 3 voies (V3V) ;
- Un départ chauffage service technique, régulé par une vanne 3 voies (V3V) ;
- Un départ constant.

L'examen de l'automate présent dans la sous-station montre l'utilisation de régulation en loi d'eau sur les départs régulés, sur sonde de température extérieure, telle que :

- Pour -7°C ext, départ à 70°C
- Pour 0°C ext, départ à 50°C
- Pour 10°C ext, départ à 40°C
- Pour 20°C ext, départ à 30°C

De plus, les circuits régulés sont paramétrés avec un réduit de nuit, à 45°C, de 00h à 05h du matin, tous les jours et une température de non-chauffe à 21°C. Toutefois, le réglage des réduits est à reprendre afin de correspondre au mieux à l'activité.

Le réseau de chauffage n'est pas intégralement isolé, au niveau des points singuliers. Des matelas isolants ont été déposés dû à des fuites sur le réseau et n'ont pas été remis en place.

C) La SST vapeur basse pression ne comprend qu'un seul départ, régulé par une vanne deux voies. Toutefois, lors de notre visite l'automate était éteint, nous n'avons donc pas pu vérifier la régulation.

Les systèmes thermodynamiques présents sur le bâtiment peuvent fonctionner en mode chauffage et sont pilotés uniquement avec une télécommande locale.



Relevés de températures ambiantes

Zone	Plage températures (°C)
RDC Ateliers	21
R+1 Bureaux	21

Ces températures correspondent à ce que l'on attend d'un bâtiment tertiaire.

3.5.2. ECS

L'ECS (Eau Chaude Sanitaire) du site est produite via la sous station de Cassiodore dont la régulation n'a pas pu être vérifiée (voir le rapport dédié à Cassiodore).

3.5.3. Ventilation

Localisation	Nom	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance électrique (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	Extracteur s/station chauffage	LOCAL TECHNIQUE CHAUFFERIE secondaire	NC	NC	NC	1	0,5*	1	1
Combles	Extracteur sanitaires	Sanitaires	NC	NC	NC	1	0,5*	2	2

*Puissance estimée

La ventilation de ce bâtiment dépend principalement de la ventilation naturelle. Toute la ventilation mécanique du bâtiment est située dans les combles. Elle est constituée d'un unique extracteur qui n'est pas piloté et d'un extracteur en sous-station de chauffage, à l'arrêt.

Mesures de débit de ventilation

Zone	Débit (m3/h)
Sanitaires et vestiaires R+1 et RDC	12,96
R+2 et R+3 (logements)	Non accessible

Les relevés de débits de ventilation n'ont pas pu avoir lieu dans les logements (inaccessibles). Dans les zones tertiaires les débits semblent assez faibles au vu des surfaces traitées.

3.5.5. Climatisation

Localisation	Nom	Etiquette	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance thermique froid (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
Cour du service technique	Condenseur 62	TNN_COM_RDC_CLIM04	Sous-sol onduleur	DAIKIN	RR125B8W1B	NC	1	12,2	4,52	2	3
Cour du service technique	Condenseur 63	TNN_COM_RDC_CLIM05	Local informatique R01	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG45LATT	NC	1	12,5	2,47	2	3
Cour du service technique	Condenseur 40	TNN_COM_RDC_CLIM02	Salle serveur R+1	DAIKIN	RZQ200C7Y1B	2011	1	19	4,13	2	3
Cour du service technique	Condenseur 41	TNN_COM_RDC_CLIM03	Salle serveur R+2	DAIKIN	RZQ200C7Y1B	2011	1	19	4,13	2	3
Cour du service technique	Split local onduleur	TNN_COM_RDC_CLIM06	Sous-sol onduleur	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG18KMTA	NC	1	5,2	1,39	2	3
Côté du bâtiment	Split Bureaux	TNN_COM_RDC_CLIM01	RDC Bureaux	DAIKIN	RXB35C5V1B9	2018	1	3,3	0,81	2	3

La climatisation de confort, assurée par des systèmes splits et VRV, est gérée localement par les occupants via des télécommandes.



3.5.6. Eclairage intérieur

Équipement	Quantité	Performance		Pérennité	Durée de vie résiduelle
Tube LED	Estimé à 40	5	5		10 ans
Ampoule LED	Estimé à 140	5	5		10 ans
Dalle LED	Estimé à 35	5	5		10 ans

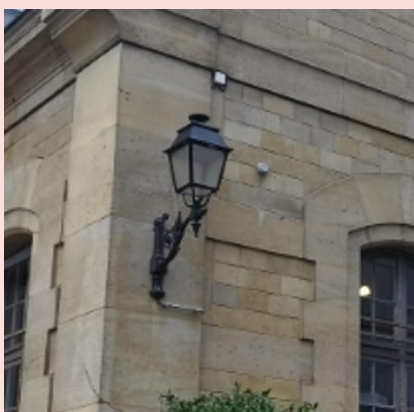
Différents types de luminaires intérieurs composent le système d'éclairage global du bâtiment. Le ratio d'équipements d'éclairage type LED est estimé à environ 100 % dans les zones hors logements

Relevés d'intensité lumineuse intérieure

Zone	Intensité (lux)
1er étage circulations	400
RDC circulations	200
Salles 1er étage	350
Salles RDC	300
R+2 et R+3 (logements)	Non accessible

3.5.7. Eclairage extérieur

Équipement	Quantité	Performance		Pérennité	Durée de vie résiduelle
Lampadaire extérieur général	Indéterminé (échelle site)	2		2	5 ans

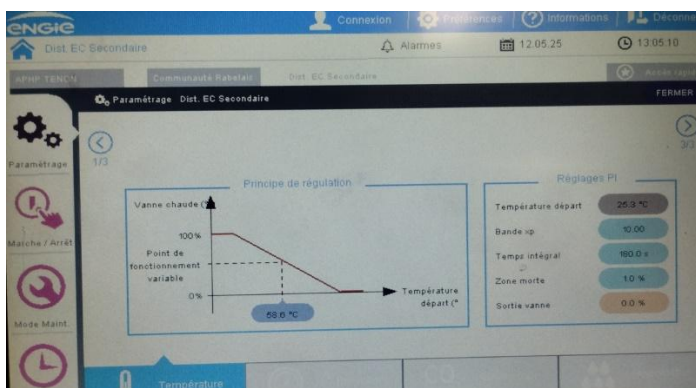


L'éclairage extérieur est piloté par une sonde crépusculaire et s'éteint entre 23h et 4h.

3.5.8. Gestion Technique Centralisée

Marque	Quantité	Typologie	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Trend	1	GTB	2	2	5 ans
Iconics	1	GTB	2	2	5 ans

Les automates Trend permettent de piloter les circuits de la sous-station secondaire. Aucun visuel concernant le bâtiment Communauté n'est remonté sur la GTB Trend. La GTB Iconics semble remonter la régulation de la sous station principale. Toutefois, les GTB Iconics et Trend n'étant pas fonctionnelles lors de nos visites, nous n'avons pas pu le vérifier.



Analyse de performance thermique, énergétique et paramétrage



4. ANALYSE DE LA PERFORMANCE THERMIQUE ET ENERGETIQUE

4.1. ANALYSE COURBE DE CHARGE SMART IMPULSE

4.1.1. Contexte

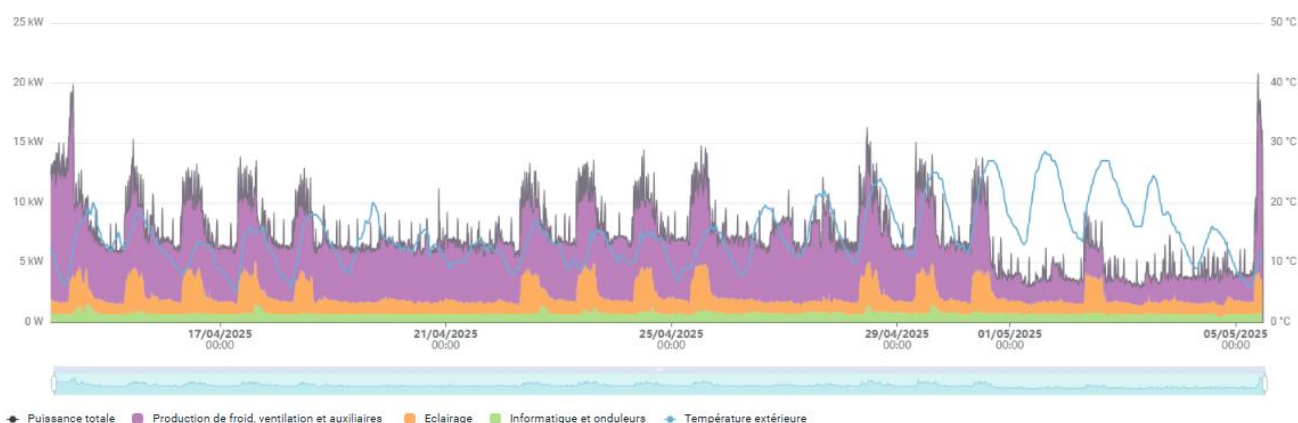
L'instrumentation du départ électrique du bâtiment Communauté du 11/04/25 au 5/05/25 n'a malheureusement pas été concluante.

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 18 kWh/m²/an soit 74 MWh/an, ce qui est dérisoire compte-tenu de l'activité du bâtiment. La consommation attendue pour ce bâtiment se situe au minimum à 120 kWh/m²/an, soit plus de 6 fois plus que les résultats observés.

Pendant la période de mesure, l'activité du bâtiment a suivi son fonctionnement normal et aucune coupure électrique n'a été constatée sur les relevés. L'instrumentation a été validée à distance par la société Smart Impulse, fournisseur des équipements de mesure sur ce projet. On peut donc poser l'hypothèse que seule une partie de la consommation électrique a été mesurée, et qu'il devrait exister d'autres départs électriques alimentant le bâtiment Communauté. Ceux-ci n'ont pas été identifiés lors de nos échanges avec les interlocuteurs électriques du site, sur les plans électriques ainsi qu'en physique dans les locaux électriques.

Les analyses suivantes sont tout de même réalisées à l'échelle du départ instrumenté, mais les résultats ne représentent pas la totalité du bâtiment.

4.1.2. Analyse de la courbe de charge électrique



L'analyse de la courbe de charge électrique permet d'établir le profil de consommation hebdomadaire et journalier du départ instrumenté :

- Puissance maximale de 21 kW atteinte en journée en semaine
- Puissance maximale de 11 kW atteinte en journée le week-end
- Talon de consommation de 6kW sur la période du 14 au 30/04/25, puis à 3 kW atteint en période nocturne.

On observe un profil de charge sur certains jours de la semaine, avec un démarrage autour de 7h30 puis extinction d'une partie des équipements autour de 18h en moyenne. Ce profil n'est pas retrouvé sur l'ensemble des jours ouvrés (période du 30/04 au 5/05/25 différente), ce qui peut être dû à une occupation moins importante au sein du bâtiment sur ces périodes.

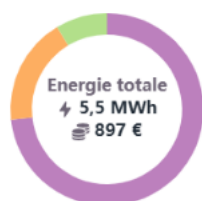
4.1.3. Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique

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 départ instrumenté :

- Production de froid, ventilation, auxiliaires : 73 %
- Eclairage : 18 %
- Systèmes informatiques et équipements spécifiques : 8,7%

Répartition sur la période

Du 09/04/2025 au 05/05/2025



Production de froid, ventilation et auxiliaires	4 MWh	73%
Eclairage	988 kWh	18%
Informatique et onduleurs	474 kWh	8,7%

Ces résultats ne correspondant pas à la totalité du bâtiment, ils n'ont donc pas été utilisés pour la simulation.

4.2. 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.

4.3. 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 :

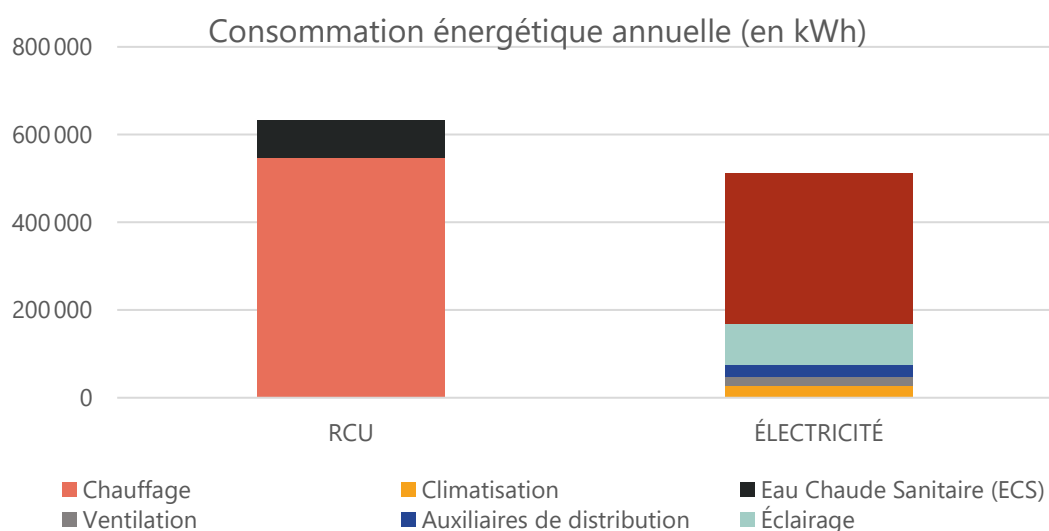
- Les consommations prises en compte pour la validation du modèle numérique sont les consommations d'énergie à l'échelle du site de l'année 2023 et les données de consommation d'énergie électriques fournies par l'étude de Smart Impulse.
- Les fiches techniques des luminaires n'ayant pas été transmises (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.

4.4. DETAILS DE CONSOMMATIONS ISSUES DE LA STD

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

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS						
Usages	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	548 280	87%	-	-	132	48%
Climatisation	-	-	27 825	5%	7	3%
Eau Chaude Sanitaire (ECS)	84 912	13%	-	-	20	7%
Ventilation	-	-	19 995	4%	5	2%
Auxiliaires de distribution	-	-	28 460	6%	7	3%
Éclairage	-	-	92 677	18%	22	8%
Usage spécifique	-	-	343 044	67%	83	30%
Production d'énergie renouvelable	-	-	-	-	-	-
TOTAL	633 192	100%	512 000	100%	276	100%

Energie primaire (kWhEP)	633192	1177600	436
Emission CO2 annuelle (TegCO2/an)	92	29	29



Le RCU est principalement utilisé pour le chauffage, qui constitue la quasi-totalité de sa consommation, avec une légère contribution de la ventilation.

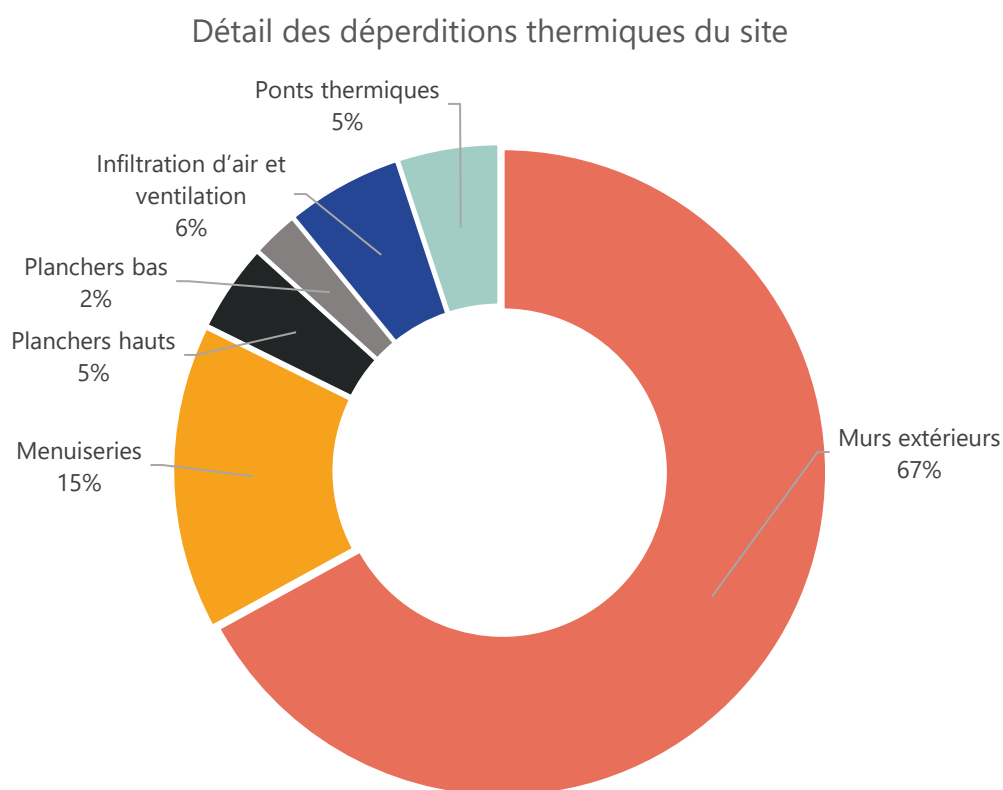
En revanche, l'électricité couvre une gamme d'usages beaucoup plus diversifiée. Bien que le chauffage y reste prédominant, d'autres postes comme l'éclairage, l'eau chaude sanitaire (ECS), la climatisation et les auxiliaires de distribution y occupent également une place significative.

Cette répartition met en évidence la spécialisation du RCU dans les usages thermiques, notamment le chauffage, tandis que l'électricité joue un rôle plus polyvalent en répondant à des besoins à la fois thermiques et non thermiques. Ce contraste souligne l'importance de bien choisir les sources d'énergie en fonction des usages visés, notamment dans une optique d'optimisation énergétique et de transition vers des systèmes plus durables.

4.5. DÉPERDITIONS THERMIQUES

RÉPARTITIONS DES DÉPERDITIONS					
Murs extérieurs	Menuiseries	Planchers hauts	Planchers bas	Infiltration d'air et ventilation	Ponts thermiques
113,85 kW	25,95 kW	7,51 kW	4,02 kW	9,91 kW	8,62 kW
TOTAL DES DÉPERDITIONS				169,86 kW	
COEFFICIENT $U_{bât}$				2,30 W/m².K	

Soit une répartition telle que :



Les murs extérieurs constituent la principale source de déperdition thermique, représentant à eux seuls 67 % du total.

Cette part très majoritaire souligne l'importance d'une isolation performante des parois verticales pour améliorer l'efficacité énergétique du site.

Les menuiseries (fenêtres et portes) arrivent en deuxième position avec 15 %, ce qui montre également leur rôle non négligeable dans les pertes de chaleur.

Les planchers hauts et les ponts thermiques contribuent chacun à hauteur de 5 %, tandis que les infiltrations d'air et la ventilation représentent 6 %, et les planchers bas seulement 2 %.

Cette répartition met en lumière les priorités d'intervention pour réduire les déperditions : renforcer l'isolation des murs et améliorer l'étanchéité à l'air et la qualité des menuiseries apparaissent comme des leviers essentiels pour optimiser la performance thermique du bâtiment.

4.6. BESOIN DES LOCAUX

La simulation thermique dynamique permet de calculer les besoins climatiques en chaud et froid du site tels que :

	PUISSANCE À INSTALLER (NF EN 12831)	PUISSANCE INSTALLÉE (sur site)	ÉCART
CHAUFFAGE	170 kW chauffage + 25 kW ECS	208 kW 208 kW (secours)	+ 6.6 %
REFROIDISSEMENT	34 kW	71 kW	+ 208 %

La puissance de chauffage active installée est de 208 kW. Cette puissance correspond à 6.6% près à la puissance à installer recommandée (c'est-à-dire calculée par la simulation). La puissance de chauffage complémentaire nécessaire en situation de secours est de 208 kW. La puissance de chauffage installée est donc adaptée à l'utilisation actuelle du bâtiment.

La puissance de refroidissement installée est de 71 kW. Cette puissance correspond au double de la puissance à installer recommandée. En effet, en raison des saels serveurs du bâtiment le besoin de puissance de climatisation est important.

4.7. DONNEES METEOROLOGIQUES

Le fichier météo permettant de simuler les données de températures, hygrométrie, rayonnements solaires, etc. est celui de la ville de Paris – année 2023, ce qui correspond à l'année de référence étudiée. Il n'y a donc pas d'ajustement climatique à prévoir.

4.8. CONSOMMATIONS DE RESEAUX DE CHALEUR URBAIN

En l'absence de données de consommation du bâtiment Communauté uniquement, un calcul de consommation au mètre a été effectué, permettant une estimation de la consommation du bâtiment. Une première estimation réalisée à partir des relevés de consommation consistant à établir une consommation annuelle moyenne par m² occupé fournie les résultats suivants :

- Consommation réelle totale (2023) = 17 543 800 kWh
- Consommation réelle totale corrigée (2023) = 20 648 546 kWh
- Surface totale occupée (2023) = 115 527 m²
- Surface occupée bâtiment Communauté (2023) = 4154 m²
- Consommation calculée bâtiment Communauté (2023) = 630 822 kWh
- Consommation calculée corrigée (2023) = 742 458 kWh

Cependant, considérant l'état de l'enveloppe thermique du bâtiment et les températures mesurées lors de la visite, cette consommation ne peut correspondre à l'état existant. En effet, la surface totale occupée renseignée incluant potentiellement une certaine partie de locaux non chauffés et certains bâtiments présentant une performance thermique bien supérieure à celle du bâtiment Communauté, cette estimation de consommation obligerait à fausser les paramètres de simulation pour correspondre à l'état existant.

Une autre méthode d'estimation de la consommation de chaleur issue du réseau de chauffage urbain, basée sur une base de donnée interne dans laquelle figure l'étude énergétique de nombreux bâtiments de typologie identique, il a été possible, de même, d'établir un ratio de consommation annuelle moyen par m² occupé :

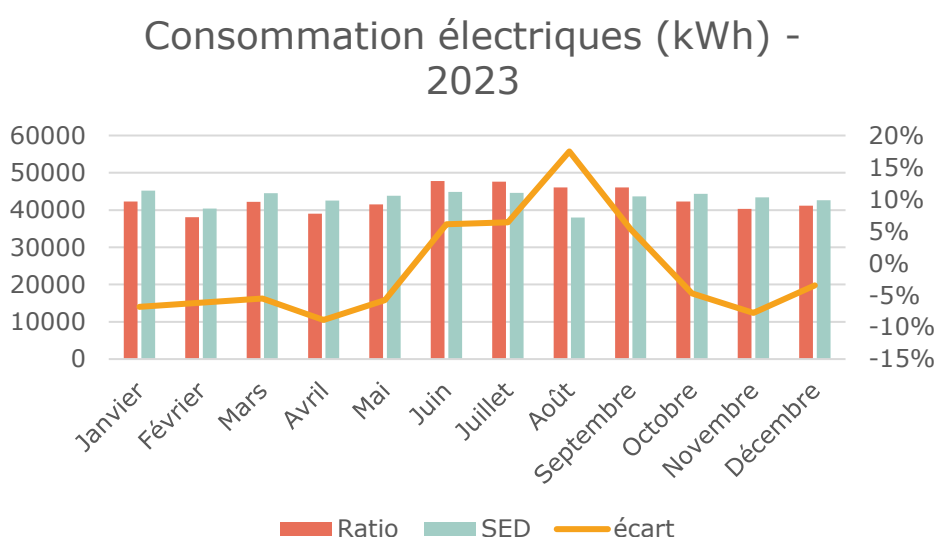
- Ratio. de consommation surfacique estimé (chauffage et ECS) : 195 kWh/m².an
- Consommation bâtiment Communauté estimée : 810 030 kWh/an

Consommation annuelle de RCU du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle de RCU estimée [MWh]	Ecart [%]
632 MWh	742 MWh	17%

L'écart est supérieur à 5% sur l'année, cela s'explique par le fait que le bâtiment est très peu consommateur par rapport à la globalité du site. Pas d'usages CPCU spécifique, occupation diurne (hors logements), faible densité d'occupation, ce bâtiment est sensiblement moins consommateurs que bien d'autres dans l'hôpital.

4.9. CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE

Les consommations électriques réelles ramenées à la rigueur climatique (DJF base 15) sont ensuite comparées au modèle réalisé.



On constate globalement sur la représentation graphique ci-dessus que peu d'écarts entre les consommations réelles moyennées et celles du modèle SED. On note un écart inférieur à 15% sur l'ensemble des mois, conformément aux préconisations de l'ASHRAE, à l'exception du mois d'août. Ceci est normal, très peu de locaux sont climatisés dans ce bâtiment, hors une plus large proportion l'est à l'échelle de Tenon.

La comparaison entre ces consommations mensuelles du modèle et celles réelles sur l'année complète sont les suivantes :

Consommation annuelle d'électricité du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle d'électricité estimée [MWh]	Ecart [%]
518 MWh	514 MWh	0.8 %

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

5. ETAT DES LIEUX DECRET TERTIAIRE

5.1.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	Altitude < 400 m, Référence 100 m
Surface totale (m ²)	4 812 m ²
Surface chauffée (m ²)	4 812 m ²
Surface refroidie (m ²)	80 m ²
Surface hors DEET (m ²)*	1 419 m ²
Consommations hors DEET (MWh)*	Elec : 33,3 MWh RCU : 319,8 MWh
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* (m ²)	Valeur absolue associée (kWhDT/m ² . an)
Bureaux standards / administration	3 252	87
Salle serveur	55	64
Vestiaires	86	459

*Les surfaces des logements ont été soustraites, ainsi que les consommations modélisées associées (33,3 MWh d'électricité ; 319,8 MWh de CPCU, valeurs ajustées du climat), car hors périmètre DEET.

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

Cabs estimée (kWhDT/m ² .an)	Etat des lieux 2023 estimé (kWhDT/m ² .an)*
155 kWhDT/m ² /an	212 kWhDT/m ² /an

Contact



CONTACT

Bastien RINGES

Expert STD

Tél

Bastien.ringes@advizeo.io

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet

Tél

Clarisse.manteau@advizeo.io

Florian WILLERVAL

Auditeur énergétique

Tél

Florian.willerval@advizeo.io

advizeo

La Félicité Paris Sully-Morland

2 Cour de l'Ile Louviers

75004 Paris

www.advizeo.io

advizeo

Annexe



ANNEXE

5.2. REPARTITION DES ZONES

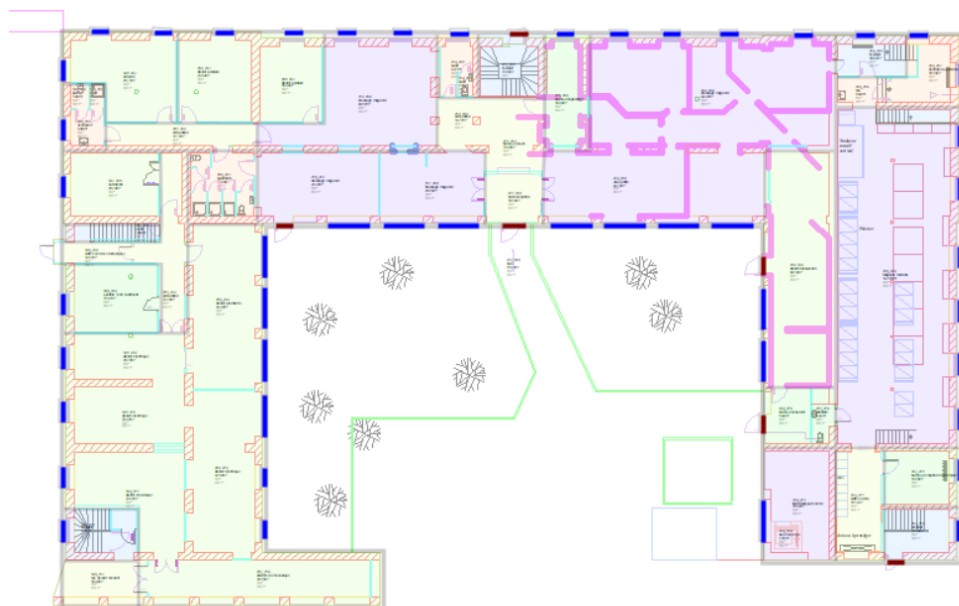
Voici comment sont décomposées les différentes zones du site :

	Bureaux
	Stockage archives
	Vestiaires
	Locaux techniques
	Locaux tampons
	Circulations horizontales
	Circulations verticales
	Lgmts - Chambres occupées
	Lgmts - Chambres inoccupées
	Lgmts - T2
	Lgmts - T3
	Lgmts - T4
	Locaux serveurs
	Ateliers

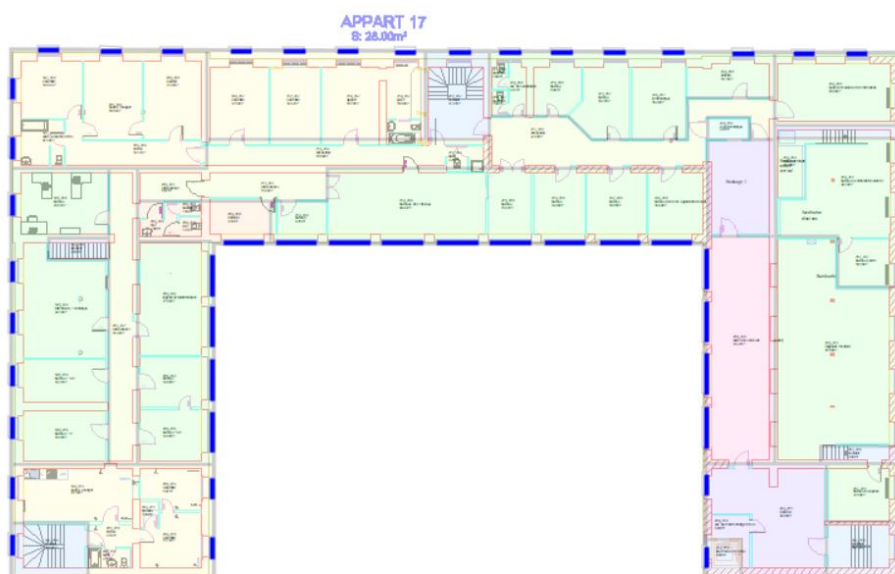
R-1



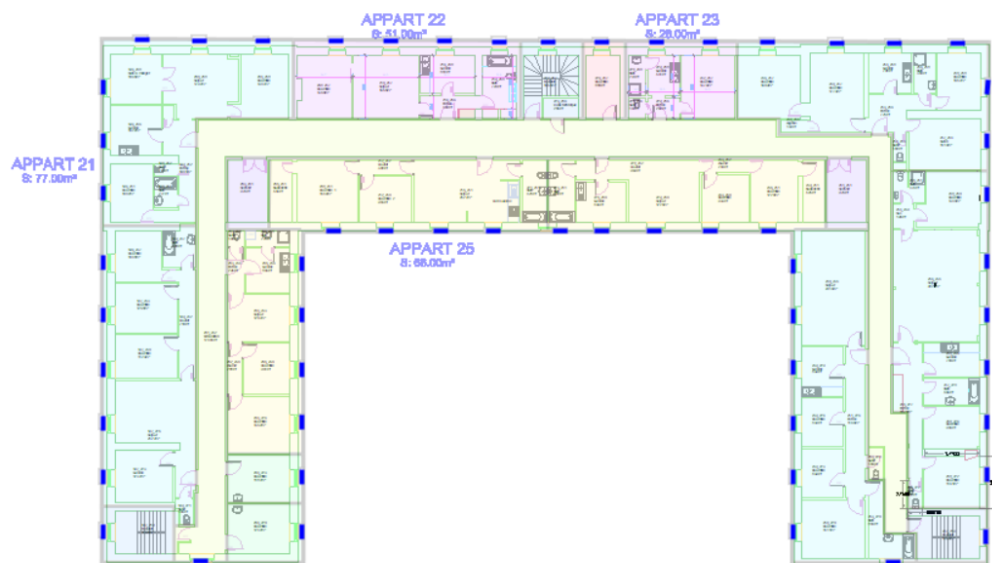
RDC



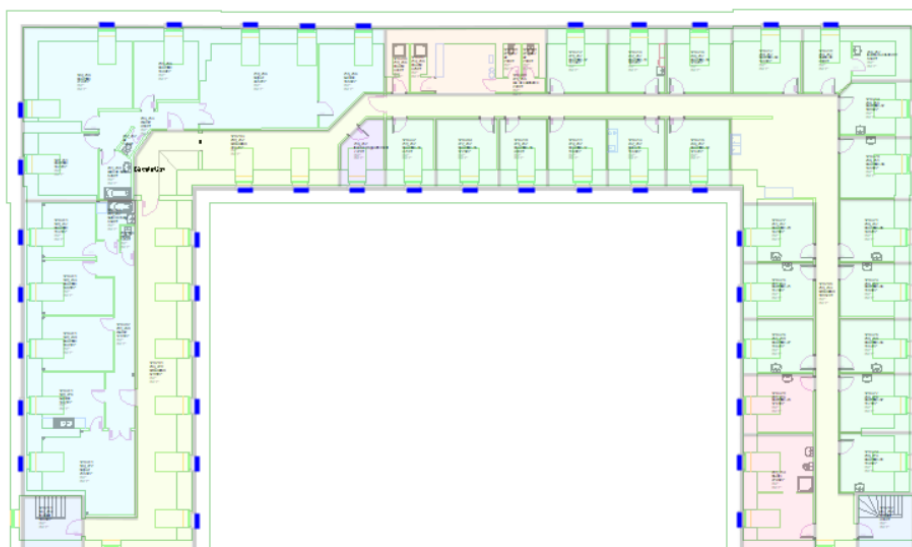
R+1



R+2



R+3



5.3. SURFACES DES DIFFÉRENTES ZONES THERMIQUES

Zone thermiques STD	Surface de Plancher (m ²)
Bureaux	591
Stockage archives	817
Vestiaires	86
Locaux techniques	107
Locaux tampons	649
Circulations horizontales	555
Circulations verticales	257
Lgmts - Chambres occupées	26
Lgmts - Chambres inoccupées	132
Lgmts - T2	94
Lgmts - T3	421
Lgmts - T4	638
Locaux serveurs	55
Ateliers	384

5.4. 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 :

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

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:

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

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]