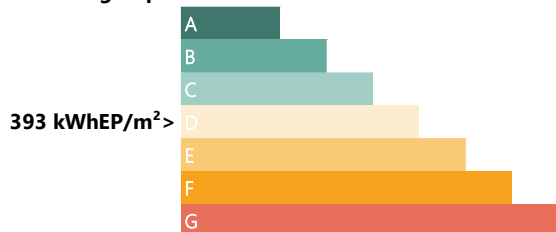


Audit énergétique

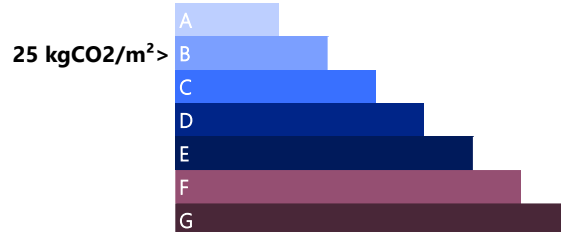
DOSSIER ENERGETIQUE – Etat des lieux

TNN013 – TENON – Bâtiment PROUST

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_PROUST_V1	31/07/2025	-

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 Proust	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	22
3.5.1. Chauffage.....	22
Relevés de températures ambiantes	25
3.5.2. ECS	26
3.5.3. Ventilation.....	27
3.5.5. Mesures de débit de ventilation	30
3.5.6. Climatisation	31
3.5.7. Eclairage intérieur	34
3.5.8. Relevés d'intensité lumineuse intérieure	34
3.5.9. Eclairage extérieur	34
3.5.10. Gestion Technique Centralisée	35
4. Analyse de la performance thermique et énergétique	37

	4.1. Analyse courbe de charge SMART Impulse	37
4.1.1.	Contexte.....	37
4.1.2.	Analyse de la courbe de charge électrique.....	37
4.1.3.	Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique.....	38
	4.2. Simulation thermique dynamique.....	38
	4.3. Notes méthodologiques.....	40
	4.4. Détails de consommations issues de la STD	41
	4.5. Déperditions thermiques.....	43
	4.6. Besoin des locaux.....	44
	4.7. Données météorologiques	44
	4.8. Consommations de Réseaux de chaleur urbain	44
	4.9. Consommations d'électricité	45
5.	Etat des lieux Décret Tertiaire.....	46
	5.1. Détermination de la référence et des objectifs	46
Contact		49
Annexe		51
	5.2. Répartition des zones	51
	5.3. Surfaces des différentes zones thermiques	55
	5.4. Détail de l'ajustement climatique.....	56

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 Proust 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 d'optimisation énergétique scénarisé
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- 5/05/2025	Instrumentation Smart-Impulse
Parois	12/02/2025	Relevés d'épaisseurs de parois et de compositions non destructifs
Température ambiance intérieure	18/02/2025	Relevés de températures zone par zone (accessibles)
Débit de ventilation	18/02/2025	Relevés de débits de ventilations zone par zone (accessibles)
Vues thermiques	08/01/2025	Prise de vues à la caméra thermique
Luminosité	18/02/2025	Relevés d'intensité lumineuse zone par zone (accessibles)
Humidité	26/06/2025	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 Proust

Le bâtiment Proust est le un bâtiment presque entièrement dédié à l'oncologie sur le site de Tenon. Le bâtiment accueille le public dans des zones de consultation et d'examen, présente des chambres, un plateau technique d'imagerie médicale et de traitement d'oncologie, un service d'exploration fonctionnelle rénale, des niveaux d'hospitalisation à la journée ou à la semaine. Il a été construit dans les années 60 et se dresse sur 6 étages et comporte deux niveaux de sous-sol, l'un pour le parking et l'autre pour le plateau technique oncologie.

Le bâtiment de Proust 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 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

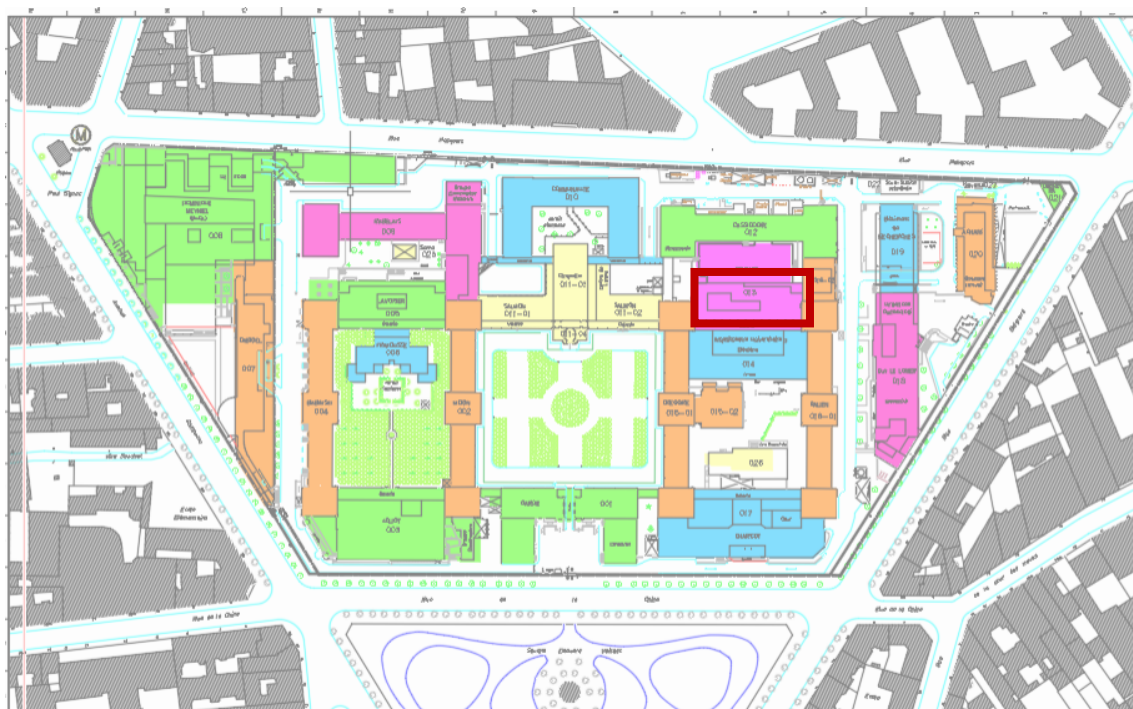


Figure 2 - Plan de masse du site



Figure 3 - Photo de la façade du bâtiment

1.5.2. Caractéristiques principales

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

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 Proust	
Typologie	Consultations en oncologie ; radiothérapie ; examens exploratoires ; hospitalisation associée
Bâtiment classé	Non
Année de construction	Années 80-90
Surface totale	5 804 m ²
Surface chauffée*	~5 750 m ²
Surface refroidie*	323 m ²
Horaires d'occupation des locaux	Lun-ven 8h-18h sauf hospitalisation 7j/7 24h/24
Nombre de lits	18 lits hospitalisation + 15 boxes d'examen

1.5.3. Occupation

Le bâtiment est structuré sur plusieurs niveaux, chacun dédié à des fonctions spécifiques.

Le R-2 comprend les vestiaires, archives, locaux techniques (dont le groupe eau glacée), et des salles de réunion.

Le R-1 accueille le plateau technique d'oncologie et de radiothérapie, fonctionnant de 8h30 à 18h.

Le rez-de-chaussée regroupe les consultations en oncologie (salles d'attente, boxes, cabinets).

Le R+1 est en partie administratif (bureaux de médecins, secrétariat) et contient aussi du stockage.

Le R+2 comprend un service d'hospitalisation de semaine (12 chambres, fermé le week-end) et l'extension Galien Nord (consultations en gestion de la douleur, sophrologie, esthétique).

Le R+3 est dédié aux analyses dynamiques (50 % accueil patients et tests longs, 50 % laboratoires et bureaux).

Le R+4 abrite l'hôpital de jour (boxes de traitement similaires aux chambres du R+2 mais avec deux lits).

Enfin, le R+5 est consacré aux consultations de support (danse, ostéopathie, théâtre, kiné, psychologue, etc.). Les niveaux accueillant du public sont généralement ouverts de 8h30 à 18h.

1.5.4. Détail des surfaces du site

Ce tableau se base sur les données issues des plans transmis, ainsi que des mesures effectuées lors des visites « bâti ».

Tableau 4 - Répartition des surfaces suivant les typologies

Typologie	Surface (m ²)	Correspondance DEET
Circulations verticales	376	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Locaux techniques	495	Hors périmètre DEET
Consultations - examens - imagerie	2 065	Consultation
Hospitalisation	448	Hospitalisation Conventionnelle
Vestiaires	111	Vestiaires
Stockage - archives	222	Bureaux standards / administration
Bureaux - réunion	77	Bureaux standards / administration
Laboratoires	233	Laboratoire courant
Ambulatoire - hospitalisation de jour	443	Hospitalisation Ambulatoire
Imagerie - locaux climatisés	91	Imageries médicales (mammographie, tomographie, échographie, radiographie, IRM...)
Coursive non traitée	162	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Circulations horizontales	1 080	Ventilé sur les surfaces d'activités principales

Synthèse de l'état des lieux

2



2. SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX

2.1. SYNTHESE GENERALE DU DIAGNOSTIC – ETAT DES LIEUX ENVELOPPE THERMIQUE

Siège d'activités du secteur médical (secteur non résidentiel) depuis les années 70 (date de mise en activité), le bâtiment Proust 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, le bâtiment Proust est composé d'un seul type de planchers bas. A l'exception du plancher bas du niveau RDC bas donnant sur un local non chauffé (local non chauffé), aucun plancher bas n'est isolé.

Construit sur terre-plein, le plancher bas du niveau R-2 (zone de stationnement enterrée) est composé d'une dalle béton d'environ 40 cm d'épaisseur, en contact avec le sol.

Le plancher bas du niveau R-1 (chauffé), donnant sur le niveau R-2 (non chauffé), est composé d'une couche d'isolant de type flochage d'environ 10 cm d'épaisseur, ainsi que 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 autres revêtements de sol) d'environ 1 cm d'épaisseur.

Les planchers bas des autres niveaux occupés (RDC haut à R+5), aussi qualifiés de « planchers intermédiaires », donnent chacun sur un niveau inférieur chauffé. Ceux-ci sont composés de faux plafonds en laine minérale d'environ 2 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 d'environ 1 cm d'épaisseur.

Planchers hauts (toitures) :

Composé de plusieurs zones de toiture, le bâtiment Proust présente deux typologies de toiture :

- Plancher haut du R-1 ne donnant pas sur le RDC : faux plafonds en laine minérale d'environ 2 cm d'épaisseur, d'une dalle béton d'environ 20 cm d'épaisseur, isolant type laine de roche marchable (non visible mais probable d'après relevé sur site) recouvert d'une couche de membrane bitumeuse d'environ 1 cm d'épaisseur et de matière minérale type gravillon
- Plancher haut du R+5 donnant sur extérieur : faux plafonds en laine minérale d'environ 2 cm d'épaisseur, d'une dalle béton d'environ 20 cm d'épaisseur, isolant type laine de roche marchable recouvert d'une couche de membrane bitumeuse d'environ 1 cm d'épaisseur

Murs extérieurs : Présentant une importante surface extérieure verticale, le bâtiment Proust est composé d'un unique type de mur extérieur, exempt 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 30 cm d'épaisseur.

Les murs extérieurs des niveaux RDC à R+5, sont composés de béton lourd d'environ 30 cm d'épaisseur et d'une couche d'enduit intérieur minéral d'environ 1 cm d'épaisseur.

Menuiseries : Doté d'une surface vitrée élevée, le bâtiment Proust présente différents types de menuiseries de performances thermiques variables. Globalement, la performance des menuiseries du bâtiment est basse. La vétusté avancée des menuiseries (étanchéité réduite liée à l'état vétuste des joints), induit d'importantes infiltrations d'air.

La composition majoritaire est composée d'un cadre en aluminium (absence de rupture de pont thermique) et d'un simple vitrage d'épaisseur 4 mm.

Sur le R+3 et le R+5 (rénovés récemment) et sur la moitié du R-1 sont présentes des menuiseries aluminium thermolaquée en double vitrage rupté type 4-16-4.

Renouvellement d'air : Lieu d'activités médicales de typologies variables (imagerie et traitement oncologie, services de consultations, laboratoires, chambres d'hospitalisation, locaux de consultation, circulations...), le bâtiment Proust 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.

Les infiltrations d'air sont particulièrement importantes au niveau des menuiseries en simple vitrage. En effet, l'état particulièrement dégradé des menuiseries dotées de joints vétustes et l'ouverture récurrente des menuiseries induit d'importantes infiltrations d'air extérieur.

Les locaux sensibles (laboratoires, plateau technique R-1) ainsi que le R+5 sont équipés de systèmes de ventilation de type double flux. Il semble qu'une partie du R-2 le soit également. Ceux-ci induisent un renouvellement d'air particulièrement élevé (imposé par la réglementation aéraulique), mais la présence de systèmes de récupération de chaleur permet de limiter les déperditions liées.

Les autres locaux non sensibles (salles d'attente, locaux de consultation, chambres d'hospitalisation, ...) sont équipés de systèmes de ventilation de type simple flux.

Conclusion : Le bâtiment Proust, à usage médical depuis les années 1970, ne répond à aucune réglementation thermique en vigueur.

Son enveloppe thermique est hétérogène et globalement peu performante : les murs extérieurs ne sont pas isolés, les menuiseries sont majoritairement vétustes et en simple vitrage, générant d'importantes infiltrations d'air.

Les planchers bas et intermédiaires présentent peu ou pas d'isolation, à l'exception de quelques zones partiellement traitées. Deux types de toitures ont été identifiés, avec une isolation modérée.

Le renouvellement d'air varie selon les zones : double flux avec récupération de chaleur dans les locaux sensibles, simple flux ailleurs.

Les infiltrations d'air, notamment via les menuiseries, représentent un poste majeur de déperdition énergétique.

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 Proust est alimenté pour la sous-station principal du site. Il est ensuite distribué en chauffage via sa propre sous-station située au sous-sol du bâtiment Proust. Cette sous-station est équipée de deux échangeurs thermiques de 433 kW unitaire. La sous-station couvre les besoins de chauffage et d'ECS pour le bâtiment. Cette sous-station est régulée par un automate Trend.

La diffusion du chauffage au sein du bâtiment s'effectue par des radiateurs en fonte. Une partie des radiateurs, dans la zone bureaux, sont équipés de têtes thermostatiques connectées, actuellement non raccordées à la GTB, ni régulées.

En complément, les CTA du bâtiment sont équipées de cassette d'eau chaude, notamment pour le hall et le 3^{ème} étage.

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

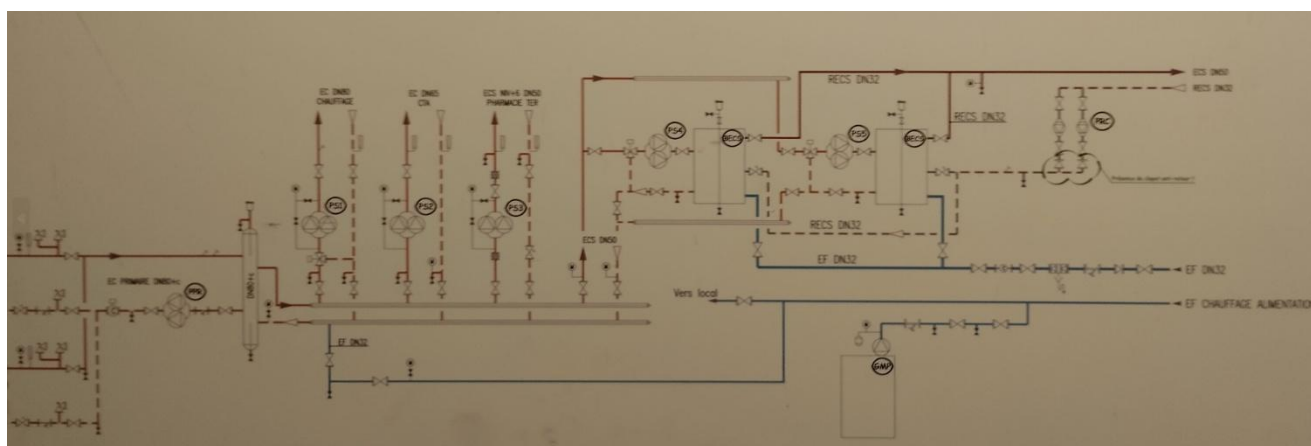


Figure 4 - PID sous-station Proust

2.2.2. ECS (Eau Chaude Sanitaire)

La production d'eau chaude sanitaire (ECS) est directement assurée par le réseau de chaleur urbain, depuis la sous-station de chauffage, via deux préparateurs d'eau chaude Vitocell 300, présents dans la sous-station, qui assurent également un stockage intermédiaire.

2.2.3. Climatisation

Deux groupes de froid CIAT Aquasnap sont installés en sous-sol du bâtiment. Ils alimentent notamment des cassettes pour les machines du service TEP, des cassettes liées au confort des occupants ainsi que les batteries froides des CTA. Le condenseur Profroid des groupes est installé dans la cour, au rez de chaussée.

En complément pour les machines du service TEP, un groupe froid autonome Carrier est installé dans la cour.

De plus, le bâtiment est doté de 20 systèmes à détente directe réversibles, qui assurent le chauffage et la climatisation de certains espaces spécifiques tels que certains bureaux (salles de contrôle) du plateau technique R-1.

2.2.4. Eclairage

L'éclairage du bâtiment Proust est hétérogène, mêlant équipements LED récents et anciens luminaires fluorescents. Les niveaux R-3 et R+5 sont entièrement équipés en LED, avec downlights et dalles dans les bureaux et circulations. Le R-1 et les circulations du RDC sont bien couverts en dalles LED, tandis que le reste du RDC, le R+1 et une grande partie du R+2 utilisent encore largement des luminaires fluorescents, notamment en chambres (tubes têtes de lit). Seules certaines

zones spécifiques du R+2 (infirmierie, chambre plombée) sont en LED. Au R+4, les circulations et sanitaires sont équipés de LED, mais les chambres et le poste de soin restent majoritairement en fluo. Le R-2 utilise principalement des réglettes et hublots LED, avec environ 10 % de luminaires fluo.

2.2.5. Ventilation

La ventilation est assurée par plusieurs systèmes de ventilation de type simple flux (extraction) pour les chambres, bureaux et zones non sensibles. Dans les zones médicales sensibles ainsi que pour le hall, un ensemble de centrales de traitement d'air (CTA), détaillé dans la section dédiée à la **Ventilation**, prend en charge l'extraction et le renouvellement de l'air.

Aucune CTA n'intègre de récupération de chaleur.

A l'exception de la CTA Hall, régulé par un automate Landis & staefa PRV 2, la régulation des CTA est assurée par des automates Trend. Les extracteurs ne sont pas pilotés

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.

Sur ce bâtiment, la sous-station de chauffage et de production d'eau glacée, ainsi que les CTA Labo Chaud, CTA Labo Froid, CTA Terrasse et leurs extracteurs remontent sur la GTB Trend.

2.2.7. Usages spécifiques

Les usages spécifiques concernent les laboratoires d'une part, et le plateau technique du R-1 d'autre part.

Les laboratoires sont très ventilés, et comportent beaucoup d'équipement énergivore.

Le plateau technique comporte 3 machines de radiothérapie, 1 scanner et 1 appareil de Curiethérapie. Le scanner est le seul qui puisse être arrêté la nuit et il l'est déjà d'après le personnel du service.

2.2.8. Enveloppe thermique

L'enveloppe thermique du bâtiment est globalement peu performante : murs non isolés, menuiseries vétustes en simple vitrage, infiltrations d'air importantes, et isolation limitée des planchers et toitures.

2.2.9. Conclusion

Le bâtiment Proust présente une infrastructure technique fonctionnelle mais globalement obsolète et peu efficiente sur le plan énergétique. La vétusté de certains équipements (radiateurs non régulés, éclairage fluorescent encore largement présent, menuiseries en simple vitrage) ainsi que l'absence de pilotage généralisé des systèmes (ventilation, chauffage, éclairage) freinent toute optimisation des consommations.

Par ailleurs, l'enveloppe thermique très peu performante (absence d'isolation, infiltrations d'air) aggrave les déperditions.

Les usages spécifiques (laboratoires, plateau technique) accentuent la pression énergétique, en raison de besoins élevés en ventilation et en refroidissement.

Pour améliorer la performance énergétique du bâtiment, il est nécessaire de prioriser la rénovation de l'enveloppe, la modernisation des équipements techniques (notamment ventilation et éclairage), l'extension du pilotage via la GTB, ainsi qu'une meilleure gestion des usages spécifiques. Ces actions combinées permettraient une amélioration significative du confort des usagers et une réduction des consommations.

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	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 hospitalisation	Aucun équipement ou équipements dysfonctionnels induisant l'ouverture de menuiseries	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
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
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)

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 isolé	Béton isolé en sous face par flocage 10 cm	1081	2.2	3	3	3	2
Murs extérieurs béton non isolés	Béton avec parement intérieur plâtre	1458	0.14	3.7	3.7	1	3
Toit terrasse isolé	Béton isolé par l'extérieur	969	2.9	5.2	6	2	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

Menuiseries extérieures	Composition	Surface (m²)	Résistance thermique surfacique (m².K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
Fenêtre type 1	Double vitrage aluminium thermolaqué rupté	104	1.6	1.9	1.5	4	4
Fenêtre type 2*	Simple vitrage aluminium	691	5.5	1.9	1.5	1	1

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

3.5. PERFORMANCE DES INSTALLATIONS ENERGETIQUES

3.5.1. Chauffage

Localisation	Équipement	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
Chaufferie	Echangeurs primaires	Tout le bâtiment	BARRIQUAND	BAS*32*656*C*P	2010	2	433	-	2	2
Chaufferie	Pompes de distribution réseau CTA	Réseau CTA	GRUNDFOS	UPSD 50-180/F	NC	2	-	1	2	2
Chaufferie	Pompes de distribution réseau radiateurs	Réseau radiateurs	GRUNDFOS	MAGNA3D 80-100 F 360	NC	2	-	1	3	4
Chaufferie	Pompes primaires	Primaire	GRUNDFOS	MAGNA3D 80-100 F 360	NC	2	-	1	3	4
Chaufferie	Pompes de distribution réseaux CTA et TEP	Réseau Cta labo et TEP	GRUNDFOS	MAGNA3D 50-180 F 280	NC	2	-	0,77	3	3
Chaufferie	Pompe pot à boue	Pot à boue	SALMSON	Priux master 32-90	NC	1	-	0,30	2	2
S02	Groupe de maintien de pression	Maintien de pression	CHAROT	STABILO PACK MP 01	NC	1	-	0,66	3	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 Proust comprend deux pompes primaires, alimentant une colonne de découplage avec un réseau secondaire constitué de 4 départs :

Audit Energétique APHP – TENON - PROUST

- Un départ CTA, non régulé ;
- Un départ CTA LABO CHAUD FROID ET TEP, non régulé ;
- Un départ radiateurs, régulé par une vanne 3 voies (V3V) ;
- Un départ ECS, régulé par deux V3V : une V3V par ballon.

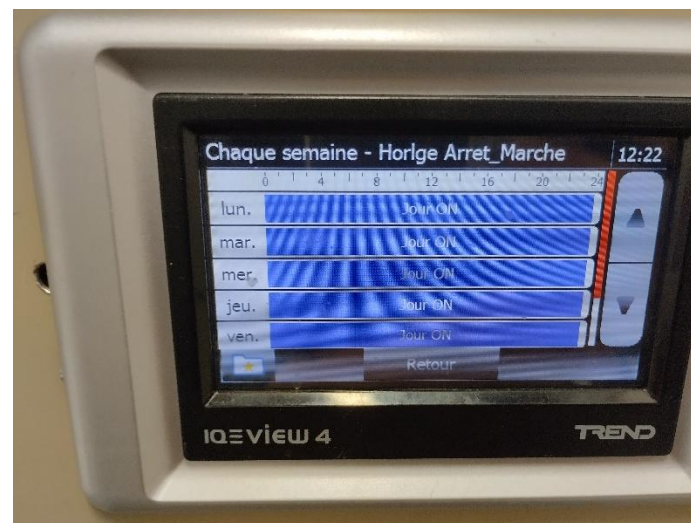
Ces départs alimentent tous les émetteurs de chaleur du site : radiateurs et batteries chaudes des CTA. Ces départs sont pilotés par la GTB.

L'examen de l'interface de l'automate Trend en sous-station a montré l'utilisation d'une loi d'eau pour le réseau radiateurs, telle que :

- Pour -7°C ext, départ à 74°C
- Pour 0°C ext, départ à 60°C
- Pour 10°C ext, départ à 50°C
- Pour 20°C ext, départ à 40°C

Toutefois, lors de notre visite la V3V était hors service. Il est programmé une température de non-chauffe de 21°C, ainsi qu'un réduit d'1°C mais un fonctionnement 24h/7j.

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



Relevés de températures ambiantes

Zone	Plage températures (°C)
R-2	22
R-1	22
RDC	22
R+1	24
R+2	21,5
R+3	23
R+4	21
R+5	22

Le tableau présente les températures mesurées à chaque niveau d'un bâtiment hospitalier, allant du sous-sol (R-2) au cinquième étage (R+5).

On observe une relative homogénéité dans les niveaux inférieurs (R-2 à RDC) avec une température constante de 22 °C, tandis que les étages supérieurs présentent des variations plus marquées, allant de 21 °C à 24 °C. Le R+1 affiche la température la plus élevée (24 °C), ce qui pourrait indiquer une zone à forte occupation ou nécessitant un confort thermique accru, tandis que le R+4 est le plus frais (21 °C).

L'ensemble des températures reste dans une plage acceptable pour un environnement hospitalier, bien que ces écarts puissent justifier une vérification pour garantir un confort optimal et une conformité aux normes.

3.5.2. ECS

Localisation	Équipement	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
Chaufferie	CUVE	ECS	VISSMANN	VITOCCELL 300	NC	2	-	-	3	2
Chaufferie	Pompes bouclage ECS	Bouclage ECS	SALMSON	NEC-2-T-25/017	NC	2	-	0,22	2	2
Chaufferie	Pompes primaires ECS	Primaire ECS 1 et 2	GRUNDFOS	MAGNA3D 40-80 F 220	NC	4	-	0,27	3	3

L'ECS (Eau Chaude Sanitaire) du site est produite via le réseau de chaleur et des préparateurs d'eau chaude Vitocell 300, alimentés chacun par 2 pompes et une V3V. La distribution se fait directement via un réseau bouclé desservant l'ensemble du bâtiment via deux pompes de circulations.

Lors de notre visite, la V3V du réseau ECS 1 était hors service.

Nous n'avons pas retrouvé la consigne de régulation de l'ECS sur l'automate Trend mais les températures sont mesurées à 65°C pour le ballon ECS n°1 et 60°C pour l'ECS n°2. Toutefois, nous avons noté une différence entre la température de retour remontée sur le Trend (51°C) et le thermomètre physique (60°C)



3.5.3. Ventilation

Localisation	Nom	Etiquette	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance électrique (kW)	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance thermique froid (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
R03	CTA 01	TNN-PRO-R03-CTA01	LABO FROID	ROBATHERM	TI50-06/06	2021	1	0,75	24	15	3	4
R03	CTA 02	TNN-PRO-R03-CTA02	LABO CHAUD	ROBATHERM	TI50-06/06	2021	1	1	24	15	3	4
S01	CEX 03	TNN-PRO-S01-CEX03	Extraction Hall	CIAT		2001	1	0,5*	-	-	2	2
S01	CTA soufflage hall	TNN-PRO-S01-CTA03	Soufflage Hall	CIAT	CLIMA 50	2001	1	1,5	NC	NC	2	2
Chaufferie	Extracteurs chaufferie	NC	Chaufferie	Non accessible	Non accessible	NC	2	0,5*	-	-	2	NC
R06	Extracteur	NC	NC	Saft'air	F400	2020	1	0,25	-	-	A l'arrêt	3
R06	CTA	NC	NC	Helios	CXTD 74/500/4	NC	1	0,75	NC	-	2	3
R06	CTA 01 ERREUR	5Etag L/Technique Terrasse	Chaine Des Chambres Soufflage	TRANE	CCFA KG 100	NC	1	5,6	-	-	Déposé	Déposé
R06	CTA 02 ERREUR	5Etag L/Technique Terrasse	Chaine Des Annexes Soufflage	TRANE	CCFA KG 160	NC	1	9	-	-	Déposé	Déposé
R06	EXT01	5Etag L/Technique Terrasse	Annexes	TRANE	CCPA KG 20	NC	1	0,5*	-	-	Déposé	Déposé
R06	EXTCHB1	5Etag L/Technique Terrasse	CHB1	TRANE	CCPA KG 15	NC	1	0,5*	-	-	Déposé	Déposé
R06	EXTCHB2	5Etag L/Technique Terrasse	CHB2	TRANE	CCPA KG15	NC	1	0,5*	-	-	Déposé	Déposé
R06	EXTCHB3	5Etag L/Technique Terrasse	CHB3	TRANE	CCPA KG 15	NC	1	0,5*	-	-	Déposé	Déposé
R06	EXTCHB4	5Etag L/Technique Terrasse	CHB4	TRANE	CCPA KG 15	NC	1	0,5*	-	-	Déposé	Déposé

R06	EXTCHB5	6Etag L/Technique Terrasse	CHB5	TRANE	CCPA KG 15	NC	1	0,5*	-	-	Déposé	Déposé
R06	CEX 01	TNN-PRO-R06- CEX01	LABO FROID	France air	60040715	NC	1	0,1	-	-	2	3
R06	CEX 02	TNN-PRO-R06- CEX02	LABO CHAUD	France air	60040717	NC	1	0,4	-	-	2	3
R06	CTA 03	TNN-PRO-R06- CTA 04	NC	ROBATHERM	TI50- 03/06	2021	1	0,75	NC	NC	3	4
R06	VEX 01	TNN-PRO-R06- VEX01	NC	NC	NC	NC	1	0,5*	-	-	2	3
R06	VEX 02	TNN-PRO-R06- VEX02	NC	NC	NC	NC	1	0,5*	-	-	2	3
R06	VEX 03	TNN-PRO-R06- VEX03	NC	NC	NC	NC	1	0,5*	-	-	2	3
R06	VEX 04	TNN-PRO-R06- VEX04	NC	Saft'air	F400	2020	1	0,25	-	-	2	3
R06	VEX 05	TNN-PRO-R06- VEX05	NC	France air	60040717	NC	1	0,4	-	-	2	3

La ventilation du bâtiment a été récemment rénovée, notamment la ventilation du R+6 qui a été entièrement vidée et dont une partie des extracteurs ont été réinstallés sur la terrasse.

Aucun extracteur n'est piloté sur ce bâtiment.

Les trois CTA 1, 2 et 3 distribuant la zone laboratoire, de marque ROBATHERM sont récentes, équipées de batterie chaude et froide et sont pilotées par des automates Trend. Elles n'ont pas de programmation horaire mais une loi d'air, telle que :

- Pour 0°C ext, départ à 22°C
- Pour 10°C ext, départ à 22°C
- Pour 25°C ext, départ à 25°C
- Pour 35°C ext, départ à 25°C

La CTA du hall a une ancienne régulation locale qui ne semble plus fonctionnelle car elle affiche une consigne à 16°C mais un soufflage à 25°C, sans programmation horaire.



3.5.5. Mesures de débit de ventilation

Zone	Débit (m ³ /h)
Circulations	Absence
Circulations	Absence
Sanitaires	Absence
Sanitaires	38
Salle attente	Absence
Salle attente	55
Bureaux	Absence
Bureaux	Absence
Locaux de prélèvement	65
Locaux de prélèvement	71
Locaux de consultation (R+5)	Absence
Locaux de consultation (R+5)	72
Chambre hospitalisation (sanitaires)	Absence
Chambre hospitalisation (sanitaires)	43

On y observe une hétérogénéité marquée, avec de nombreuses zones — notamment les circulations, certains sanitaires, salles d'attente et bureaux — indiquées comme en "absence", ce qui peut signaler un manque de ventilation. À l'inverse, certaines zones comme les locaux de prélèvement (65m³/h), les consultations au R+5 (71 et 72 m³/h), ou encore un sanitaire de chambre d'hospitalisation (43m³/h) présentent des débits conformes à une ventilation active. Cette disparité soulève des questions sur la régularité des apports d'air neuf, essentiels pour le confort et la maîtrise des risques sanitaires, et suggère la nécessité d'un audit ciblé pour vérifier la conformité aux normes de ventilation hospitalière.

3.5.6. Climatisation

Localisation	Équipement	Etiquette	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance thermique froid (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
Escalier extérieur S02	Détente directe	NC	Salle AE recom -2	Fujitsu	AOYG18LBCB	2018	2	5,2	1,8	2	3
Local eau glacée	Groupe froid	TNN_PRO_RDC_GF01	RDC/R+1	CARRIER	30RW-210-A0251-PE-	NC	1	216	84,2	3	3
Local eau glacée	Groupe froid	TNN_PRO_RDC_GF03	RDC/R+1	CARRIER	30RW-210-A0251-PE-	NC	1	216	84,2	3	3
Local eau glacée	Pompes primaires	TNN_PRO_RDC_GF01	RDC/R+1	GRUNDFOS	MGE132SC2-FF265-G3	NC	2	-	5,5	2	3
Local eau glacée	Pompes de distribution	TNN_PRO_RDC_GF01	RDC/R+1	Lowara	1HM07S05T5RVBE	NC	4	-	0,5	3	3
RDC	Groupe froid	TNN_PRO_RDC_GF02	TEP	CARRIER	30 RBS-050B0018-PE	2015	1	50	26,8	3	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM09	S01	DAIKIN	PUHZ-ZRP35VKA2	NC	1	3,5	1,2	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM08	S01	DAIKIN	PUHZ-P100VKA	NC	1	10	3,6	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM10	S01	DAIKIN	PUHZ-ZRP50VKA2	NC	1	3,5	1,4	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM11	R01	DAIKIN	RZQG71L9V1B	NC	1	6,8	2,2	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM06	EFM R+3	DAIKIN	3MXM68N2V1B9	2022	1	6,8	1,9	2	4
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM07	EFM R+3	FUJITSU ATLANTIC	AJY162LELBH	2021	1	50	18,5	2	4
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM05	Local info RDC	DAIKIN	RXF50B2V1B	2020	1	5	1,5	2	4
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM12	Chrono ionique 3eme	DAIKIN	RZAG50A2V1B	NC	1	5	1,7	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM13	R01	DAIKIN	MUZ-GE50VA	NC	1	5	1,6	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM14	S01	DAIKIN	SUZ-KA50VA6	NC	1	5	1,5	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM15	S01	DAIKIN	SUZ-KA50VA6	NC	1	5	1,5	2	3

Audit Energétique APHP – TENON - PROUST

RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM16	R01	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG18LFC	NC	1	5,2	1,7	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM17	RDC	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG12LALL	NC	1	3,5	1,2	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM18	RDC	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG18LAC2	NC	1	5	1,6	2	3
RDC	Détente directe	TNN_PRO_RDC_CLIM19	Salle de staff S01	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG18LBCB	NC	1	5,2	1,8	2	3
S02	Détente directe	TNN_PRO_S02_CLIM04	S01	DAIKIN	RXM35R05V1B9	NC	1	3,5	0,9	Inaccessible	Inaccessible
S02	Détente directe	TNN_PRO_S02_CLIM01	NC	DAIKIN	5MXS90E3V3B2	2018	1	8,1	2,5	2	3
S02	Détente directe	TNN_PRO_S02_CLIM02	Local aerocom S02	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG24LFL	NC	1	7,1	2,3	2	3
S02	Détente directe	TNN_PRO_S02_CLIM03	Local aerocom S02	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG18LBCB	NC	1	5,2	1,8	2	2
RDC de l'autre coté	Détente directe	NC	AGBT Proust (R-1)	DAIKIN	MXZ-4D83VA	2014	1	8,3	2,8	2	3
RDC terrasse	Condenseur groupes froid	NC	Production d'eau glacée	Profroid	FCTE90 12MDB AC V5	2017	1	-	25,2	3	3

La production d'eau glacée des groupes CIAT Aquasnap est réglée en cascade : le GF2 a une consigne de départ à 10°C et le GF1 ; une consigne à 12°C. Nous n'avons retrouvé de programmation horaire.

Les groupes alimentent :

- Deux blocs de distribution Sauter, équipés de pompes, V3V, échangeur et d'un automate dédié, chaque bloc alimente les équipements TEP avec une consigne fixe à 15°C ;
- Un réseau d'eau glacée, alimentant les étages.

Le condenseur Profroid, est équipé d'un variateur de vitesse à 0Hz lors de notre visite, n'est pas piloté par l'automate Trend.

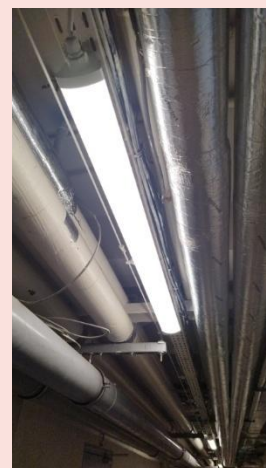
La production d'eau glacée pour le TEP par le groupe Carrier à une consigne fixe à 15°C, d'après le mainteneur.

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



3.5.7. Eclairage intérieur

Équipement	Quantité	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Tube fluocompacte T8	Estimé à 110	3	3	5 ans
Tube LED	Estimé à 45	5	5	10 ans
Ampoule fluocompacte	Estimé à 45	3	3	5 ans
Dalle LED	Estimé à 100	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 60 %.

3.5.8. Relevés d'intensité lumineuse intérieure

Zone	Intensité lumineuse (Lux)
Sanitaires	250-300
Circulations	200-600
Bureaux	300-550
Locaux de consultation	200-750
Chambres d'hospitalisation	250-650

Le tableau présente les niveaux d'éclairement mesurés dans différentes zones d'un hôpital, avec des plages allant de 200 à 750 lux selon les usages. Les sanitaires et circulations affichent des valeurs plus basses, adaptées à des besoins fonctionnels, tandis que les bureaux, consultations et chambres bénéficient d'un éclairage plus soutenu, en lien avec les exigences de confort visuel et de précision des tâches. Bien que les valeurs soient globalement conformes aux recommandations, l'amplitude observée dans certaines zones (jusqu'à 550 lux d'écart) pourrait justifier une vérification pour assurer une homogénéité lumineuse, prévenir la fatigue visuelle et limiter les surconsommations sur ce poste important.

3.5.9. Eclairage extérieur

Le bâtiment ne comporte pas d'éclairage extérieur

3.5.10. Gestion Technique Centralisée

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

Deux GTB sont installées sur le site.

Sur le bâtiment de Proust, la **GTB Trend** permet de piloter les CTA Labo Froid, CTA Labo Chaud, CTA Terrasse et leurs extracteurs, la sous station de production d'eau chaude, ECS et celle de production d'eau froide. Pendant la durée de l'audit, les GTB Trend et Iconics ne fonctionnaient pas. Les régulations que nous avons pu récupérer correspondent aux visualisations des régulateurs locaux.

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 Proust du 11/04/25 au 05/05/25 n'a malheureusement pas été concluante. Les départs instrumentés correspondaient à la distribution électrique du groupe de bâtiments Proust + Cassiodore.

D'après les données de la campagne de mesure et suivant l'hypothèse d'un fonctionnement constant sur l'année, l'intensité électrique des deux bâtiments est de 150 kWh/m²/an soit 1.4 GWh/an, ce qui semble un peu faible compte-tenu de l'activité de ces bâtiments. La consommation attendue pour ces bâtiments se situe au minimum à 160 kWh/m²/an, soit 6% de plus que les résultats observés. Cela constitue cela étant une bonne approche. Pour la suite il sera considéré que cette consommation se répartit au prorata des surfaces pour les deux bâtiments.

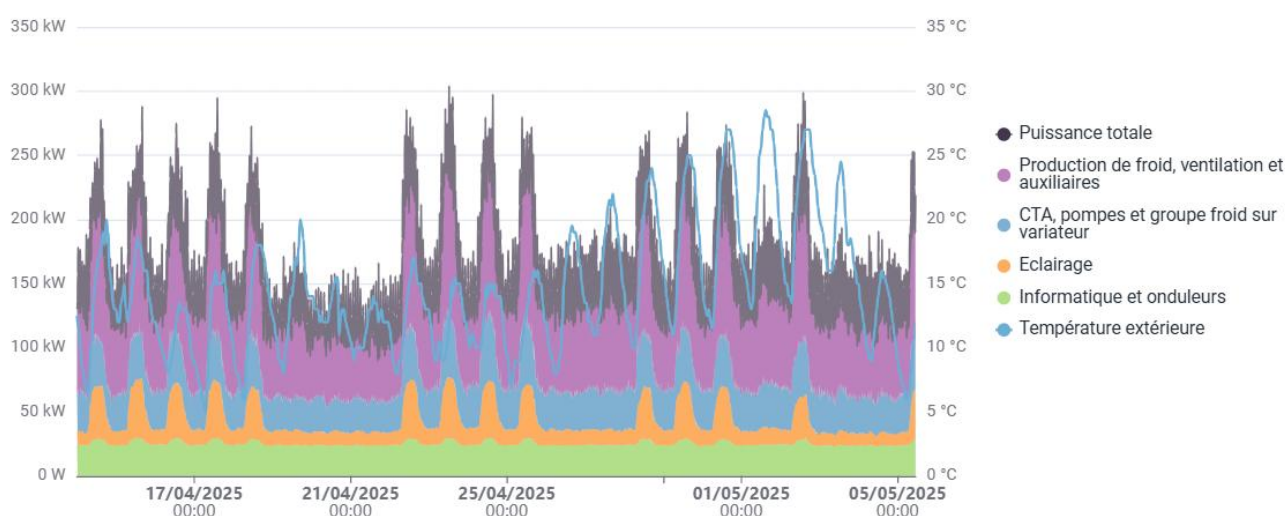
Pendant la période de mesure, l'activité des bâtiments Proust et Cassiodore a suivi son fonctionnement normal et aucune coupure électrique n'a été constatée sur les relevés. L'instrumentation a été validée à distance par la société Smart Impulse, fournisseur des équipements de mesure sur ce projet. On 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 Proust. 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

TNN - TGBT Ampère - Bâtiment Proust & Cassiodore

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



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

- Puissance maximale de 304 kW atteinte à midi en semaine
- Puissance maximale de 182 kW atteinte en journée le week-end
- Talon de consommation de 138 kW atteint en période nocturne

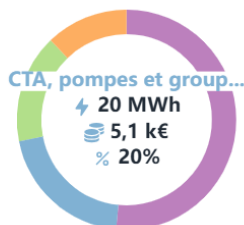
On observe un démarrage autour de 7h30 et une extinction avec un premier palier à 17h30 puis un second à 20h30. Ce profil se retrouve chaque jour ouvré. Le talon de consommation est fortement lié à la météo, avec le fonctionnement de groupe froid en période d'inoccupation.

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 :

Répartition sur la période

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



Production de froid, ventilation et auxiliaires Production de froid, ventilation, moteurs de process sans variateur et auxiliaires	52 MWh	52%
CTA, pompes et groupe froid sur variateur CTA, pompes, groupe froid et moteurs de process sur variateur	20 MWh	20%
Informatique et onduleurs	16 MWh	16%
Eclairage	12 MWh	12%

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

4.2. SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

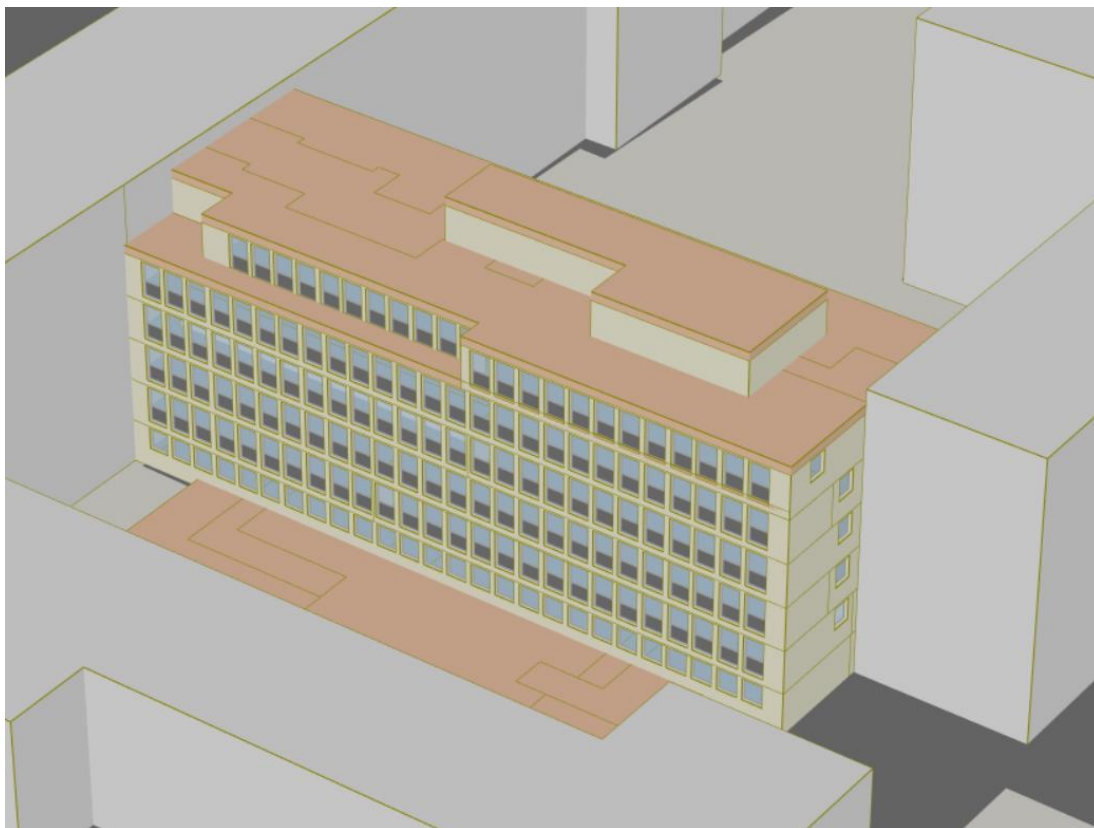
Afin de calculer les résultats des préconisations, et d'identifier les déperditions, nous avons réalisé une Simulation Thermique Dynamique (STD) ainsi qu'une Simulation Energétique Dynamique (SED).

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 :

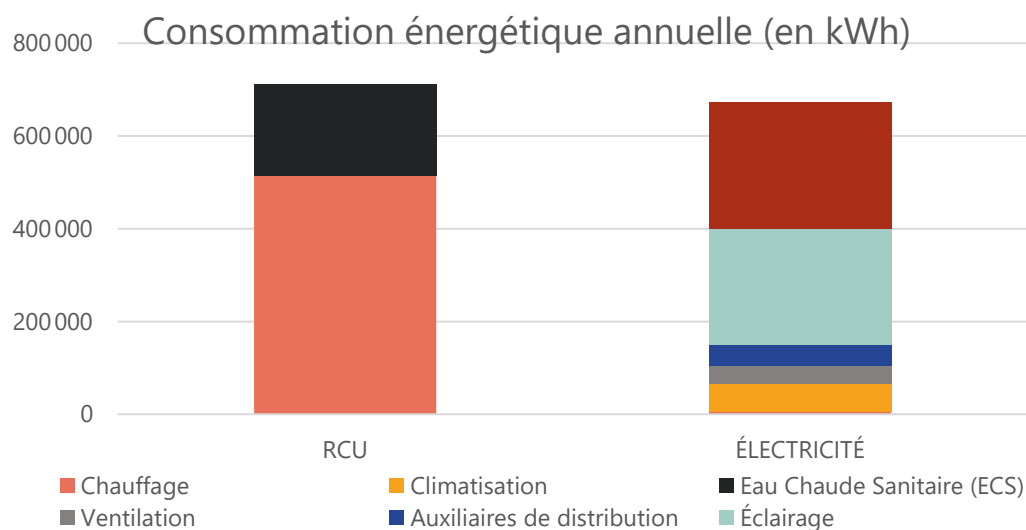
- Les consommations prises en compte pour la validation du modèle numérique sont les consommations d'énergie à l'échelle du site de l'année 2023 et les données de consommation d'énergie électriques fournies par l'étude de Smart Impulse.
- Les fiches techniques des luminaires n'ayant pas été transmises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

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS						
Usages	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	515 224	72%	5251	1%	91	38%
Climatisation	-	-	60 422	9%	11	5%
Eau Chaude Sanitaire (ECS)	197 497	28%	-	-	34	14%
Ventilation	-	-	38 594	6%	7	3%
Auxiliaires de distribution	-	-	45 526	7%	8	3%
Éclairage	-	-	250 211	37%	44	18%
Usage spécifique	-	-	271 698	40%	47	19%
Production d'énergie renouvelable	-	-	-	-	-	-
TOTAL	712 721	100%	671 702	100%	242	100%

Energie primaire (kWhEP)	712721	1544915	393
Emission CO2 annuelle (TeqCO2/an)	104	38	25



La consommation liée au RCU se concentre sur deux postes :

- Chauffage : c'est de loin le poste dominant, représentant la majeure partie de l'énergie consommée via le RCU. Cela traduit une stratégie de délégation des besoins thermiques lourds à une source centralisée, souvent plus efficiente et moins carbonée.
- Eau chaude sanitaire (ECS) : bien que secondaire, ce poste reste significatif. Il est logique qu'il soit couplé au chauffage via le RCU, car les deux reposent sur des besoins en chaleur à température modérée.

La consommation électrique est répartie sur une plus grande diversité d'usages :

- Ventilation : c'est l'un des postes les plus consommateurs, ce qui est cohérent avec les exigences de renouvellement d'air en milieu hospitalier.
- Éclairage : également important, il reflète l'occupation continue des locaux et les besoins en confort visuel.
- Climatisation : bien que moins dominante que la ventilation ou l'éclairage, elle représente une part non négligeable, surtout en période estivale.
- Auxiliaires de distribution : ce poste regroupe les équipements techniques (pompes, ventilateurs, automates), souvent sous-estimés mais énergivores en continu.
- Chauffage : une petite part du chauffage est assurée par l'électricité, probablement pour des zones spécifiques ou en appoint.

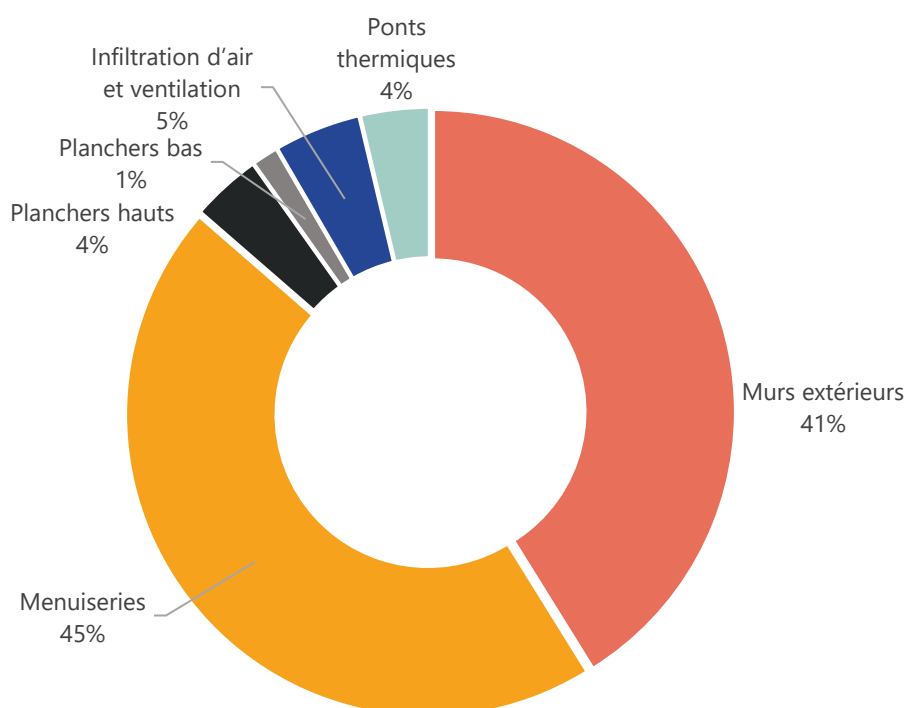
Le RCU est clairement dédié aux besoins thermiques de base (chauffage et ECS), tandis que l'électricité soutient les fonctions techniques, de confort et de régulation. Cette répartition est cohérente avec une logique d'efficacité énergétique, mais elle met aussi en lumière des leviers d'optimisation, notamment sur les postes électriques diffus mais cumulativement importants comme la ventilation et les auxiliaires.

4.5. DEPERDITIONS THERMIQUES

RÉPARTITIONS DES DÉPERDITIONS					
Murs extérieurs	Menuiseries	Planchers hauts	Planchers bas	Infiltration d'air et ventilation	Ponts thermiques
83,33 kW	91,59 kW	7,68 kW	2,9 kW	9,47 kW	7,52 kW
TOTAL DES DÉPERDITIONS				202,49 kW	
COEFFICIENT $U_{bât}$				2,39 W/m ² .K	

Soit une répartition telle que :

Détail des déperditions thermiques du site



Le diagramme présente la répartition des déperditions thermiques, mettant en évidence deux postes majeurs : les menuiseries (45 %) et les murs extérieurs (41 %), qui à eux seuls représentent 86 % des pertes.

Cela indique une enveloppe thermique peu performante, notamment au niveau des fenêtres et parois opaques. Les infiltrations d'air et la ventilation (5 %), bien que moins importantes, suggèrent un défaut d'étanchéité à l'air ou une ventilation mal maîtrisée.

Les ponts thermiques et planchers hauts contribuent chacun à hauteur de 4 %, tandis que les planchers bas sont négligeables (1 %).

Cette répartition oriente clairement les priorités d'amélioration énergétique vers le remplacement ou la rénovation des menuiseries et l'isolation des murs.

4.6. BESOIN DES LOCAUX

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

	PUISSANCE À INSTALLER (NF EN 12831)	PUISSANCE INSTALLÉE (sur site)	ÉCART
CHAUFFAGE	220 kW chauffage + 65 kW ECS	433 kW (avec ECS) 433 kW (secours)	+ 52 %
REFROIDISSEMENT (confort, hors process)	50 kW	68 kW	+ 26 %

La puissance de chauffage active installée est de 433 kW compris ECS. Cette puissance correspond environ 1.5 fois la puissance maximale appelée selon la simulation. La puissance de chauffage complémentaire nécessaire en situation de secours est de 433 kW. Une partie de cette puissance installée est dédiée à la production d'ECS. La puissance de chauffage installée est donc adaptée voire sensiblement surdimensionnée, à l'utilisation actuelle du bâtiment. Cela n'est pas dommageable dans la mesure où le mode de production est un échangeur à plaque. Ces échangeurs ne subissent pas de conséquence négatives s'ils sont surdimensionnés.

La puissance de refroidissement liée au confort installée est de 68 kW. Cette puissance correspond à 26% près de la puissance installée, ce qui est bien dimensionné.

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 Proust 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 Proust (2023) = 7 856 m²
- Consommation calculée bâtiment Proust (2023) = 873 189 kWh
- Consommation calculée corrigée (2023) = 1 027 718 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 Proust, 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 données 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 :

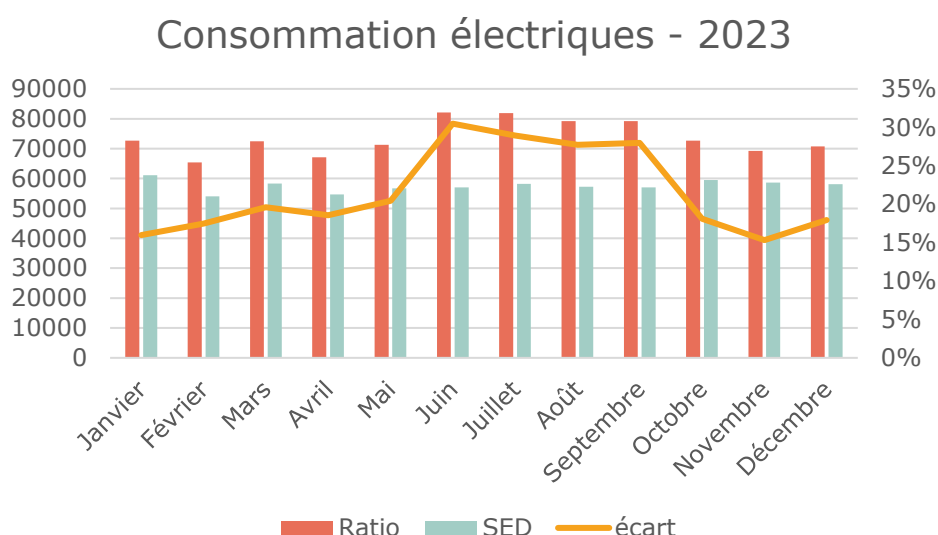
- Ratio. de consommation surfacique estimé (chauffage et ECS) : 125 kWh/m².an
- Consommation bâtiment Proust estimée : 632 500 kWh/an

Consommation annuelle de RCU du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle de RCU estimée [MWh]	Ecart [%]
713 MWh	719 MWh	0.9%

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

4.9. CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE

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



L'écart est relativement important, supérieur à 15% sur presque tous les mois. Cela tient probablement au fait que l'estimation au prorata des surfaces fausse le calcul. Même s'il des usages spécifiques dans le bâtiment, ils ne sont pas si importants au regard de la surface importante de Proust. Sachant que le reste des services consomme assez peu, on se retrouve avec potentiellement un bâtiment qui consomme un peu moins d'électricité que la moyenne du site, rapporté à sa surface.

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 [%]
690 MWh	884 MWh	28 %

L'écart peut s'expliquer en considérant soit que les usages spécifiques du bâtiment ont été un peu sous-estimés dans la simulation, soit que l'estimation (sans consommations de référence propres à Proust) n'est pas bonne.

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 (m²)	5 804 m ²
Surface chauffée (m²)	~5 750 m ²
Surface refroidie (m²)	323 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 :

Sous-catégorie DEET	Surface considérée (m ²)	Valeur absolue associée (kWhDT/m ² . an)
Hospitalisation Ambulatoire	637	182
Hospitalisation Conventionnelle	644	201
Bureaux standards / administration	431	87
Consultation	2971	85
Imageries médicales (mammographie, tomographie, échographie, radiographie, IRM...)	130	534
Laboratoire courant	335	223
Vestiaires	160	111

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

Cabs calculée (kWhDT/m ² .an)	Valeur par défaut (kWhDT/m ² .an)	Etat des lieux 2023 estimé (kWhDT/m ² .an)
132	155	177

Ici, il est recommandé de prendre pour objectif la valeur par défaut de 155kWhDT/m².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



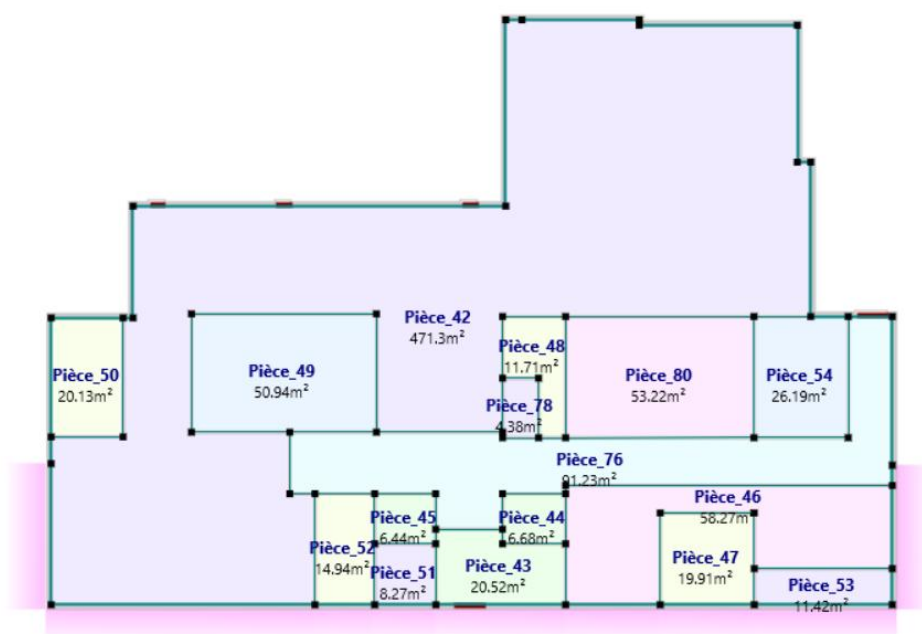
ANNEXE

5.2. REPARTITION DES ZONES

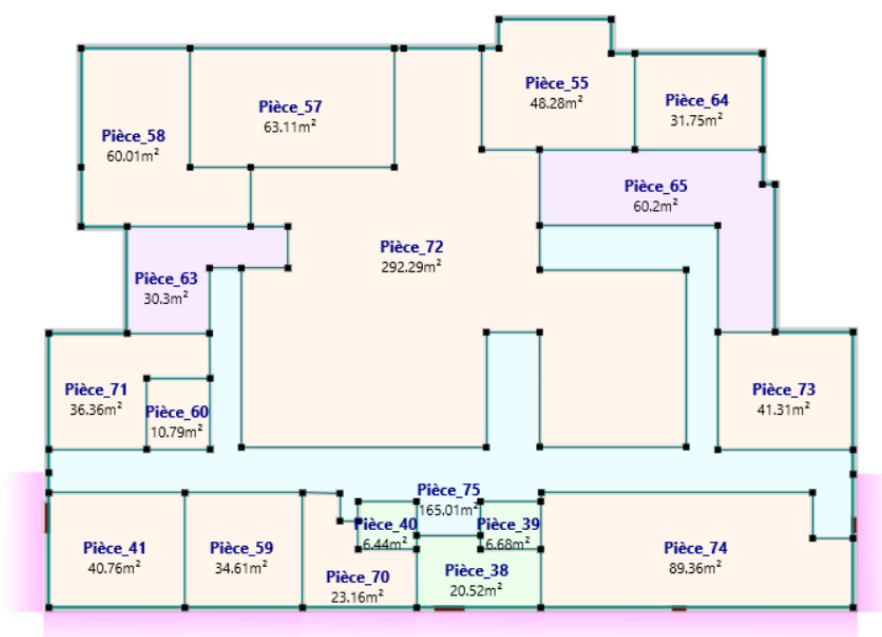
Voici comment sont décomposées les différentes zones du site :

	Circulations verticales
	LT
	Consultations - examens - imagerie
	Hospitalisation
	Vestiaires
	Stockage - archives
	Bureaux - réunion
	Laboratoires
	Ambulatoire - hospit de jour
	Imagerie - locaux climatisés
	Coursive non traitée
	Circulations horizontales

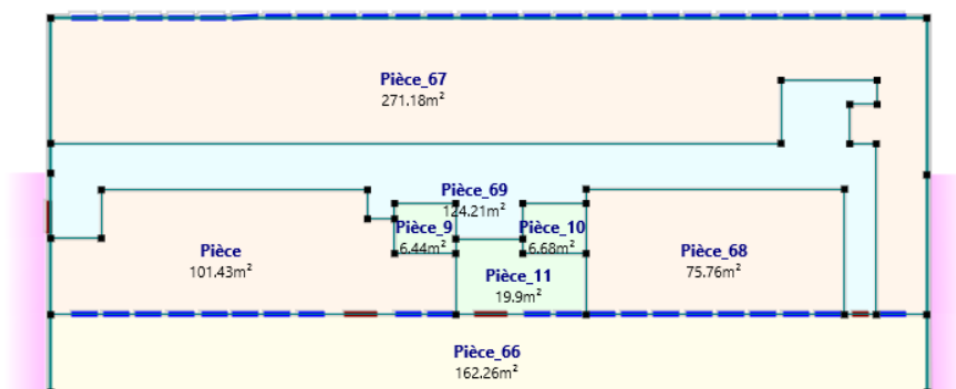
Parking (R-2)



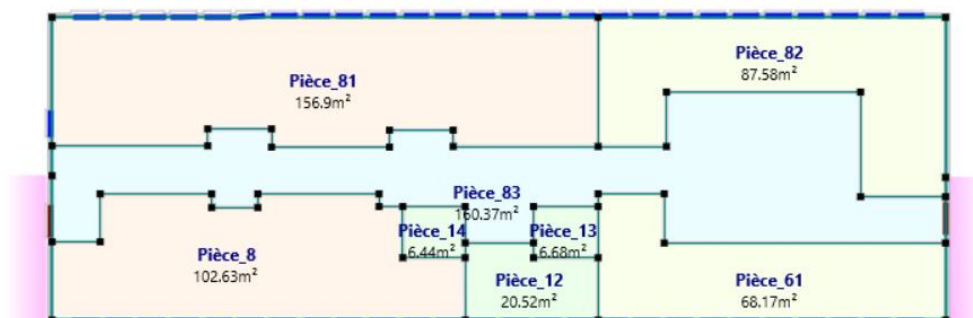
R-1



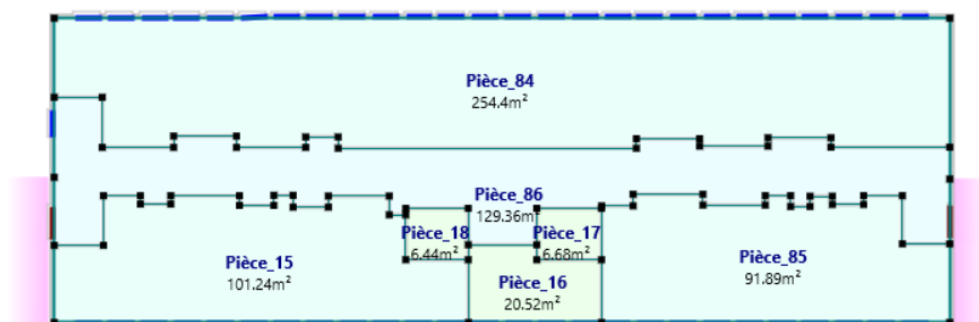
RDC



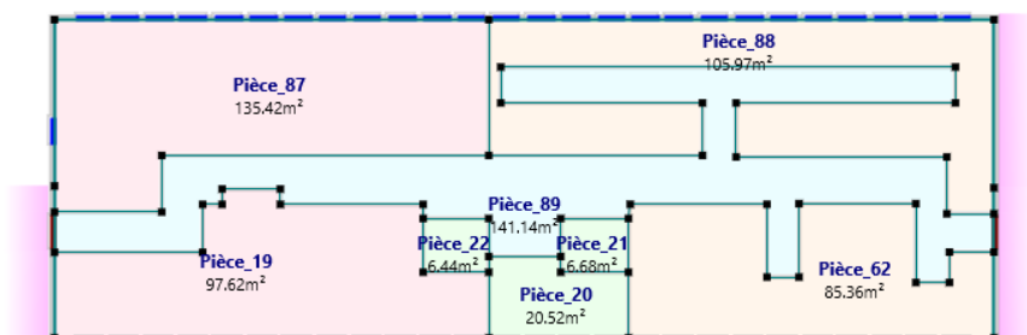
R+1



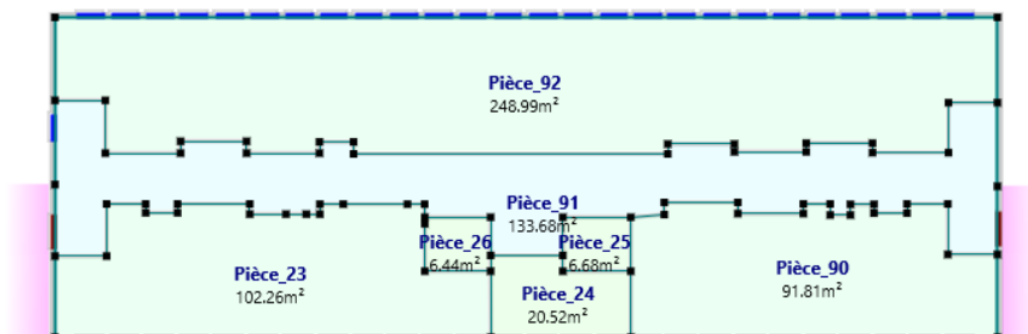
R+2



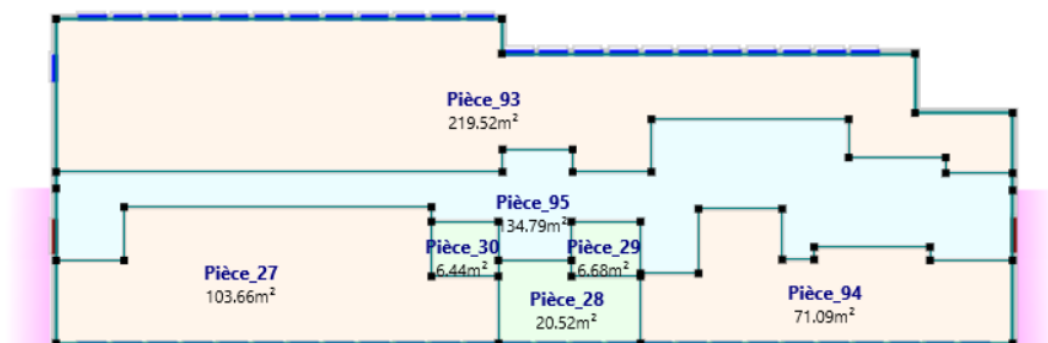
R+3



R+4



R+5



5.3. SURFACES DES DIFFERENTES ZONES THERMIQUES

Zone thermiques STD	Surface de Plancher (m ²)
Circulations verticales	375,72
LT	495,36
Consultations - examens - imagerie	2 065,28
Hospitalisation	447,53
Vestiaires	111,49
Stockage - archives	222,44
Bureaux - réunion	77,13
Laboratoires	233,04
Ambulatoire - hospit de jour	443,07
Imagerie - locaux climatisés	90,50
Coursive non traitée	162,26
Circulations horizontales	1 079,79

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 :

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

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]