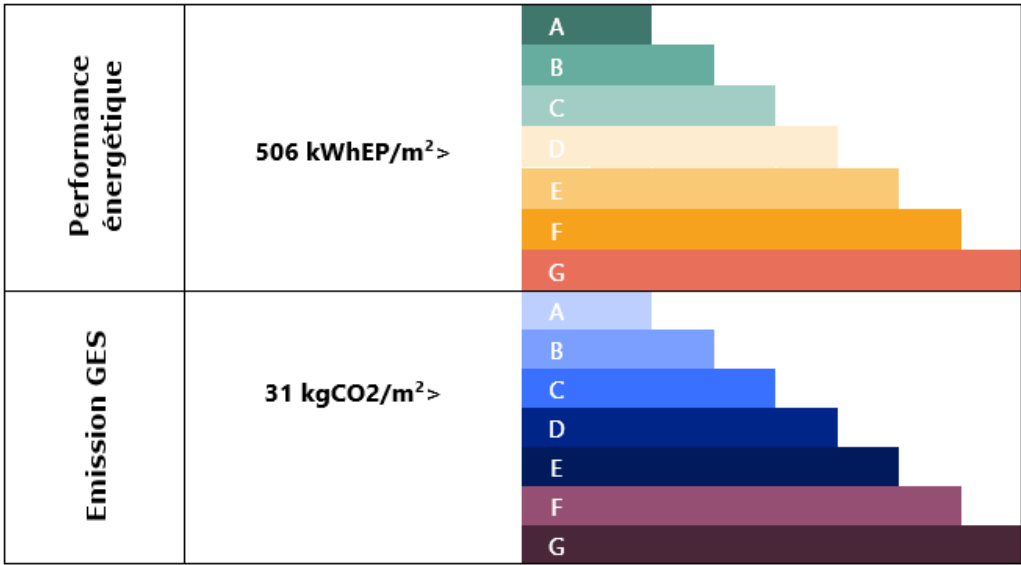




Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE – Etat des lieux

TNN004 – Hôpital de TENON – Bâtiment BABINSKI



EMETTEURS

Filip SOUILLAC

Energy Manager – Advizeo

Florian WILLERVAL

Energy Manager - Advizeo

Bastien RINGES

Expert STD – Advizeo

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet – Advizeo

DESTINATAIRE

Régis PATRAT

Ingénieur énergies et construction durable

Direction des Investissements et des Services Numériques

AP-HP Sorbonne Université

Production et vérification du document

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

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

Historique des versions émises :

Nom	Date	Modifications principales
APHP_TENON_Etat des lieux_BABINSKI_V1	18/07/2025	-

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 Babinski.....	8
1.5. Description synthétique du PERIMETRE	9
1.5.1. Vues et plans du bâtiment	9
1.5.2. Caractéristiques principales	11
1.5.3. Occupation	12
1.5.4. Détail des surfaces du site.....	12
2. SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX.....	14
2.1. Synthèse générale du diagnostic – Etat des lieux enveloppe thermique	14
2.2. Synthèse générale du diagnostic – Etat des lieux systemes	16
3. Etat des lieux	20
3.1. Indicateurs énergétique - enveloppe	20
3.2. Indicateurs energétique - équipements.....	20
3.3. barème énergétique général.....	21
3.4. Performance de l'enveloppe	23
3.4.1. Parois opaques	23
3.4.2. Menuiseries extérieures.....	24
3.4.3. Prises de vue à la caméra thermique.....	25
3.5. Performance des installations énergétiques	26
3.5.1. Chauffage.....	26
3.5.2. Relevés de températures ambiantes	28
3.5.3. ECS	29
3.5.4. Ventilation.....	31
3.5.5. Mesures de débit de ventilation	33
3.5.6. Climatisation	34
3.5.7. Eclairage intérieur	36
3.5.8. Relevés d'intensité lumineuse intérieure	36
3.5.9. Eclairage extérieur	37
3.5.10. Gestion Technique Centralisée	37

4. énergétique

Analyse de la performance thermique et 40

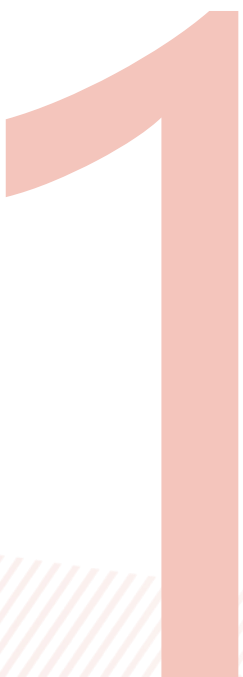
4.1. Analyse courbe de charge SMART Impulse	40
4.1.1. Contexte.....	40
4.1.2. Analyse de la courbe de charge électrique.....	40
4.1.3. Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique.....	41
4.2. Simulation thermique dynamique.....	42
4.3. Notes méthodologiques.....	44
4.4. Détails de consommations issues de la STD	45
4.5. Déperditions thermiques.....	46
4.6. Besoin des locaux.....	47
4.7. Données météorologiques	47
4.8. Consommations de Réseaux de chaleur urbain	48
4.9. Consommations d'électricité	48

5.

Etat des lieux Décret Tertiaire..... 49

5.1. Détermination de la référence et des objectifs	49
7.1. Répartition des zones	53
7.2. Surfaces des différentes zones thermiques	58

Présentation et objectifs



1. PRESENTATION ET OBJECTIFS

1.1. CONTEXTE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

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

Le présent rapport, réalisé pour le bâtiment BABINSKI 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	Site	Etablir un bilan global de la consommation du site et proposer des scénarios à l'échelle du site pour l'atteinte des objectifs du décret tertiaire
Livable 5	Audit BACS	Site	Etablir l'écart à la conformité au décret BACS des systèmes de régulation existant

1.2.2. Calendrier et réalisation de l’audit

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



1.2.3. Campagnes de mesures

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

Tableau 1 - Mesures réalisées

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

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 Babinski

Le bâtiment Babinski est le bâtiment dédié à la néphrologie et aux maladies infectieuses et tropicales du site de Tenon. Le bâtiment accueille du public en permanence dans les zones de consultation et d'examen, présente des chambres, une salle d'hémodialyse et des salles annexes nécessaires au bon fonctionnement des services et du bâtiment. Il a été construit en 1878, puis modernisé au fil du temps. Il se dresse sur 7 étages et comporte un sous-sol d'un niveau, réservé aux archives, au stockage et aux locaux techniques.

Le bâtiment Babinski 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 des consommations liées au RCU et à l'électricité 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

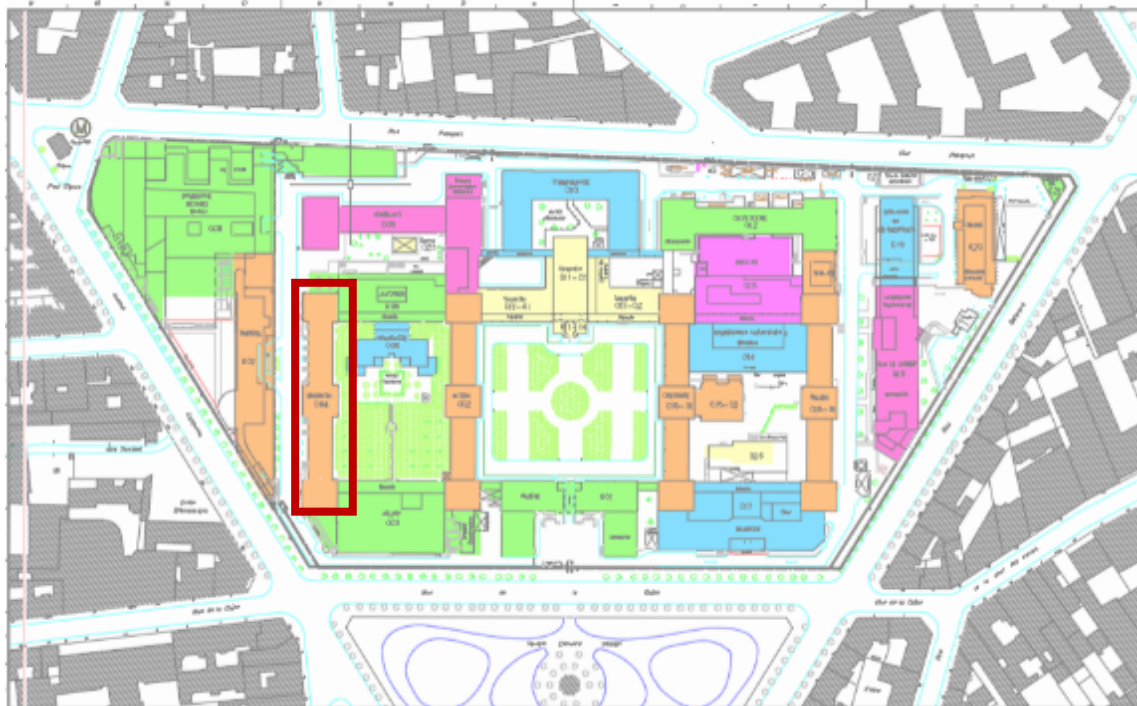


Figure 2 - Plan de masse du site



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 BABINSKI.

Tableau 2 - Caractéristiques du site

Hôpital de Tenon	
Typologie	Hôpital
Nombre de bâtiments	20
Année de construction	1968, 1976, 1995, 2005, 2011 et 2021
Surface totale	115 257 m ²

Tableau 3 - Caractéristiques du bâtiment

Bâtiment BABINSKI	
Typologie	Bureaux, hospitalisation, consultation
Bâtiment classé	Oui
Année de construction	1878
Surface totale	6 634 m ²
Surface chauffée*	~5 524 m ²
Surface refroidie*	972 m ²
Horaires d'occupation des locaux	8h – 19h

1.5.3. Occupation

L'occupation du bâtiment est partagée entre le service de néphrologie et le service des maladies infectieuses et tropicales qui assurent une large gamme de soins allant des hospitalisations conventionnelles et ambulatoires, au suivi des patients.

Il comprend des zones d'accueil pour le public, des bureaux administratifs et des vestiaires destinés au personnel hospitalier. Les locaux médicaux sont adaptés aux besoins du bâtiment : on y trouve des chambres équipées de sanitaires pour les patients et des salles de consultation. Le service de néphrologie comprend une zone d'hémodialyse. Le bâtiment intègre également des espaces annexes : locaux techniques, archives, offices, zones de stockage. L'activité sur le site est continue, avec un fonctionnement 24h/24, 7j/7. Toutefois, les jours ouvrés, l'occupation est particulièrement accrue, notamment en raison des consultations et rendez-vous, engendrant une plus forte sollicitation du bâtiment durant ces périodes.

1.5.4. Détail des surfaces du site

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

Tableau 4 - Répartition des surfaces suivant les typologies

Typologie	Surface (m ²)	Correspondance DEET
Hospitalisation	2572	Hospitalisation Conventionnelle
Services administratifs	438	Bureaux standards / administration
Services de consultation	544	Consultation
Stockage/archives	396	Bureaux standards / administration
Locaux informatiques	104	Bureaux standards / administration
Dialyse	218	Salle Blanche

Synthèse de l'état des lieux

2



2. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX

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

Siège d'activités du secteur médical (secteur non résidentiel) depuis 1878 (date de mise en activité), le bâtiment Babinski n'est concerné par aucune réglementation thermique (date de dépôt de permis de construire antérieure à 1976).

Le bâtiment Babinski fait partie du lot de bâtiments historiques de l'hôpital TENON (surnommé « le peigne »).

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 uniquement dédié au stockage et aux locaux techniques, le bâtiment Babinski est composé de plusieurs types de planchers bas. Aucun plancher bas n'est isolé.

Construit sur terre-plein, le plancher bas du niveau R-1 (archives) est composé d'une dalle béton d'environ 50 cm d'épaisseur, en contact avec le sol.

Le plancher bas du niveau RDC, donnant sur le niveau R-1 non chauffé, est composé d'une dalle béton lourd d'environ 50 cm d'épaisseur ainsi que d'une couche de mortier d'environ 2 cm d'épaisseur surplombée par du carrelage d'environ 1 cm d'épaisseur.

Les planchers bas des autres niveaux occupés (R+1 à R+6), aussi qualifiés de « planchers intermédiaires », donnent chacun sur un niveau inférieur chauffé. Ceux-ci sont composés de faux plafonds en liège 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) : Le bâtiment Babinski présente une unique typologie de toiture, non isolée. La performance thermique de cette paroi est donc très faible. Celle-ci est composée d'une couche d'1 cm de zinc donnant sur des combles où se trouvent les CTA et extracteurs.

Murs extérieurs : Présentant une importante surface extérieure verticale, le bâtiment Babinski est composé de plusieurs types de murs extérieurs, pour la plupart isolés. Globalement, la performance thermique de ces parois est bonne.

Les murs extérieurs du niveau R-1, en contacts avec le sol, sont supposés en calcaire ferme non isolé d'environ 50 cm d'épaisseur.

Les murs extérieurs verticaux sont composés de calcaire ferme d'environ 50 cm d'épaisseur et d'une couche d'isolant générique de 5 cm (style laine de verre ou de roche). Cette isolation reste toutefois peu épaisse et donc assez faible.

Au R+7 se trouvent des combles perdus où se situent les extracteurs et les CTA du site. Il s'agit d'une toiture en zinc d'environ 1 cm d'épaisseur non isolée.

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

Les fenêtres du bâtiment Babinski sont composées de cadres en bois sans rupteur de pont thermique et de double vitrage d'épaisseur 4 mm séparés par une lame d'air de 12 mm. Les fenêtres sont récentes et possèdent une bonne

étanchéité. La forme des fenêtres varie selon les étages pour s'adapter à l'enveloppe ancienne du bâtiment. Les fenêtres situées au niveau des circulations verticales sont condamnées.

Les portes vitrées du RDC sont composées de cadres en aluminium (absence de rupture de pont thermique) et d'un double vitrage. Elles sont peu performantes et leur ouverture fréquente induit un grand renouvellement d'air.

Les portes donnant sur le couloir de l'hôpital sont des portes battantes en bois supposées d'épaisseur 5 cm.

Renouvellement d'air : Lieu d'activités médicales de typologies variables (salles de dialyse, chambres d'hospitalisation, locaux de consultation, bureaux, circulations ...), le bâtiment Babinski 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. Lors de la visite, une grande partie des CTA était à l'arrêt. Toutefois, les consommations de chauffage étant particulièrement importantes pour ce bâtiment, nous avons supposé leur fonctionnement sur l'année d'étude 2023.

Les infiltrations d'air sont assez importantes. En effet, l'état dégradé d'une partie des menuiseries dotées de joints vétustes et l'ouverture récurrente des menuiseries induit d'importantes infiltrations d'air extérieur.

En effet, l'absence de fonctionnement des équipements de ventilation dans plusieurs zones, en particulier les chambres hospitalisées, induit l'utilisation des ouvertures manuelles des fenêtres pour réguler le taux ambiant dans les locaux.

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

Les locaux sont équipés de systèmes de ventilation de type simple flux et la salle de dialyse est équipée d'un système de ventilation double flux sans échangeur. Ceux-ci induisent un renouvellement d'air particulièrement élevé (imposé par la réglementation aéraulique), contribuant grandement aux déperditions. Un échangeur était situé dans les combles lors de la visité mais il était hors service.

Des extracteurs sont situés dans les combles pour extraire l'air vicié des zones où c'est nécessaire (sanitaires, douches, vestiaires, offices, salles de pause etc.).

Conclusion : La performance de l'enveloppe thermique du bâtiment est faible. En effet, la faible isolation des parois en contact avec l'extérieur induit des déperditions élevées. L'utilisation supposée de systèmes de renouvellement d'air non régulés accentue très fortement les consommations de chauffage.

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 Babinski est alimenté pour la sous-station principal du site. Il est ensuite distribué en chauffage via sa propre sous-station situé au sous-sol du bâtiment Babinski. Cette sous-station est équipée de trois échangeurs thermiques de 500 kW unitaire. La sous-station couvre les besoins de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire pour le bâtiment. Cette sous-station est régulée par un automate Saia.

En complément les CTA sont équipées de cassettes d'eau chaude, bien que la pompe du réseau CTA était hors service lors de la visite.

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

La diffusion du chauffage au sein du Lorier s'effectue par des radiateurs en aluminium dans les zones de circulation, d'accueil et les chambres. Dans les zones d'hospitalisation, le chauffage est assuré en plus de ces radiateurs par les centrales de traitement d'air (CTA), complétées par des batteries terminales à eau chaude.

2.2.2. ECS (Eau Chaude Sanitaire)

La production d'eau chaude sanitaire (ECS) est directement assurée par le réseau de chaleur urbain, via deux échangeurs instantanés Spirec présents dans la sous-station de Babinski, sans recours à un système de stockage. La production d'ECS possède sa propre régulation via des thermostats Siemens RVD qui ne sont actuellement pas utilisés car ils doivent être remplacés.

2.2.3. Climatisation

Ce bâtiment est principalement refroidi par 13 systèmes à détente directe réversibles, qui assurent la climatisation des zones d'hospitalisation.

Un groupe froid Carrier, qui fonctionne de façon autonome, est installé pour les besoins du service de dialyse et est piloté via une commande locale par le service concerné.

2.2.4. Eclairage

L'éclairage intérieur du bâtiment est assuré par un mix de système d'éclairage de type fluocompacte (70%) et de type LED (30%). Les éclairages de type LED sont situés dans les circulations et dans les sanitaires et sont pilotés par interrupteurs. Les éclairages fluocompactes sont situés dans les salles du bâtiment (chambres, bureaux, salles de consultations etc.) et sont également pilotés par des interrupteurs.

La performance globale des systèmes d'éclairage est faible.

2.2.5. Ventilation

La ventilation est assurée principalement par des systèmes de ventilation de type simple flux installés dans les combles, extraction et soufflage séparés. Seule la CTA5, dédiée aux bureaux, est à double flux, avec un système de récupération de chaleur. Toutefois le système de récupération est actuellement à l'arrêt, de même que cinq autres extracteurs et la CTA 4.

Toutes les CTA sont équipées de batteries à eau chaude et de vanne trois voies. Elles sont pilotées par un même automate à carte Siemens, qui était hors-service lors de la visite.

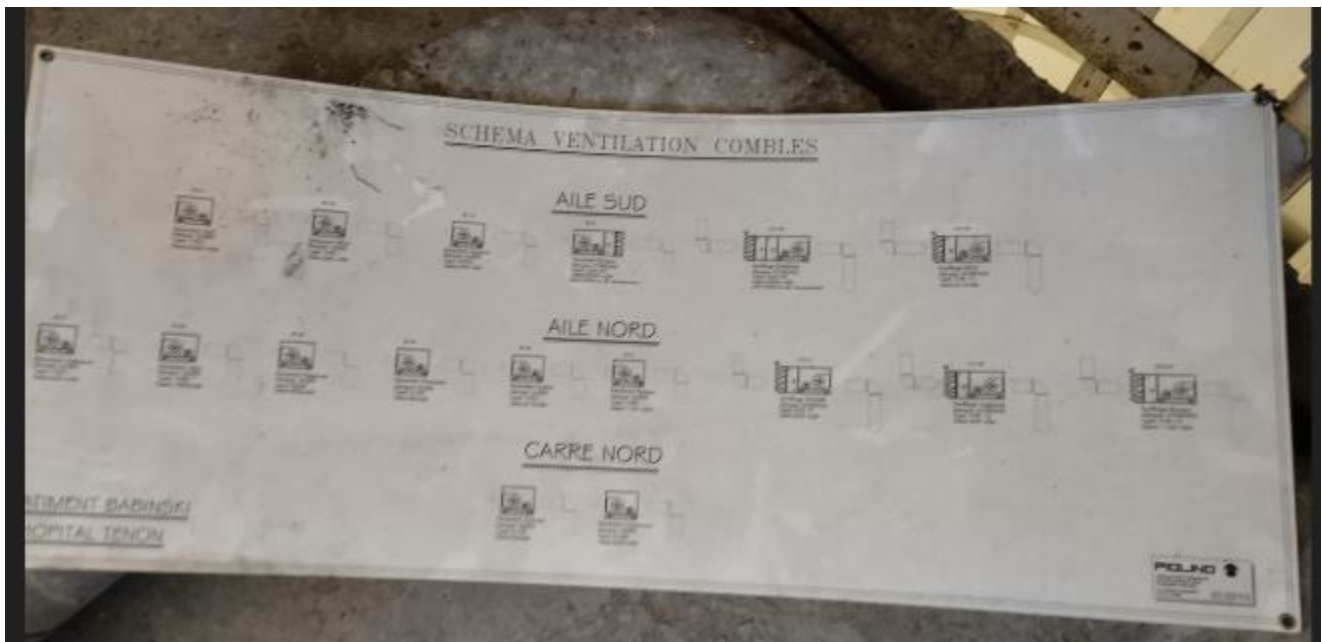


Figure 4 – Schéma de ventilation Babinski

Les relevés de débits de ventilation ont mis au jour une absence de fonctionnement d'un grand nombre de bouches d'extractions, majoritairement situées dans les locaux de types chambre et consultation (dû au grand nombre d'extracteurs à l'arrêt). Ce défaut de renouvellement d'air induit une accumulation d'humidité dans l'air ambiant des pièces concernées, induisant l'ouverture manuelle des fenêtres par le personnel (forte augmentation des déperditions) et l'apparition de moisissures au niveau des ponts thermiques (cadres des fenêtres).

Toutefois ces défauts ont été considérés comme non existants sur l'année d'étude pour coller aux consommations estimées du bâtiment Babinski. Des actions de remise en marche de ces équipements devront être mises en place.

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.

Parmi les équipements du site, seule l'automate Saia de la sous-station est sensé remonter sur la GTB Iconics.

2.2.7. Usages spécifiques

Des équipements spécifiques aux différents services sont présents au sein du bâtiment : bureautique, locaux serveurs, équipements médicaux (appareils de dialyse notamment). Aucune action directe n'a été préconisée concernant ces équipements. Cependant, une bonne sensibilisation à la sobriété énergétique peut permettre de réduire la consommation liée à cet usage, notamment pour les équipements de bureautique.

2.2.8. Conclusion

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

Le site, dédié à des activités médicales dont certaines exigeantes (dialyse), nécessite des régulations spécifiques, notamment pour la climatisation et les températures intérieures, afin de répondre aux besoins des patients. Ces exigences incluent des températures constantes de jour comme de nuit dans les zones de dialyse et les chambres, ainsi que l'utilisation d'équipements spécifiques qui, bien que nécessaires, contribuent à une augmentation significative de la consommation énergétique.

De plus, la performance particulièrement faible de l'enveloppe thermique associée à une température intérieure très élevée en période chauffage (entre 23°C et 24°C) induit de même des déperditions élevées et donc une consommation d'énergie thermique (réseau de chaleur) particulièrement élevée.

Etat des lieux



3. 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.

Tableau 7 - Barème énergétique, feuille de route APHP

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

Indicateurs de performance énergétique				
	1	2	3	4
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 opaques	Composition	Surface (m²)	Résistance thermique surfacique (m².K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
Plancher bas	Dalle béton	846	0,8	>3	>3	2	2
Mur sur sous-sol	Dalle béton, mortier et carrelage	587	0,3	>3,7	>3,7	1	3
Mur sur extérieur R+1, R+2, R+3 et R+5	Calcaire ferme, isolant générique	2912	1,3	>3,7	>3,7	2	4
Mur sur extérieur R+4 et R+6	Calcaire ferme, isolant générique	1092	1,3	>3,7	>3,7	2	4



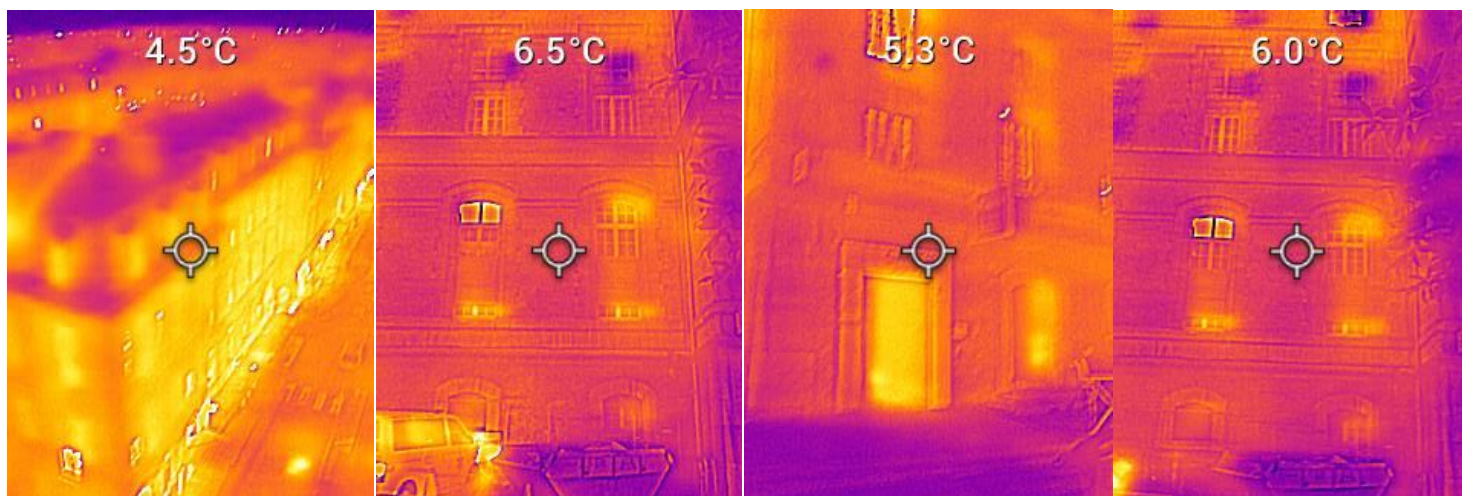
L'examen non destructif des parois opaques de l'enveloppe thermique montre une isolation sur les parois verticales plutôt faible et une absence sur les parois horizontales, cela induit des déperditions élevées. Les parois sont donc caractérisées par une notation de performance très faible, permettant de s'orienter sur les postes de travaux de rénovation les plus urgents.

3.4.2. Menuiseries extérieures

Parois vitrées	Composition	Surface (m ²)	Résistance thermique surfacique (m ² .K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
Fenêtre 1	Double vitrage, cadre en bois	174	0,30	>0,526	>0,667	2	3
Porte d'entrée coulissante automatique	Double vitrage, cadre en aluminium	10	0,31	>0,526	>0,667	2	4
Fenêtre 2	Double vitrage 4/12/4, cadre en bois	22	0,31	>0,526	>0,667	2	3
Porte oscillo-battante circulations	Bois	22	0,50	>0,526	>0,667	2	4
Fenêtre 3	Double vitrage, cadre en bois	98	0,30	>0,526	>0,667	2	3
Fenêtre 4	Double vitrage, cadre en bois	113	0,31	>0,526	>0,667	2	3
Fenêtre 5	Double vitrage, cadre en bois	14	0,31	>0,526	>0,667	2	3
Fenêtre 6	Double vitrage, cadre en bois	16	0,31	>0,526	>0,667	2	3
Fenêtre 7	Double vitrage, cadre en bois	110	0,31	>0,526	>0,667	2	3
Fenêtre 8	Double vitrage, cadre en boisi	4	0,31	>0,526	>0,667	2	3

L'examen des menuiseries, parois essentielles de l'enveloppe thermique, montre une typologie de composition homogène, en double vitrage à cadre en bois sans rupteur thermique. Cette composition induisant des déperditions élevées est caractérisée par une notation de performance faible. Cela ne constitue toutefois pas un poste de travaux particulièrement urgent.

3.4.3. Prises de vue à la caméra thermique



Les prises de vue ci-dessus ont été réalisées par temps froid, en l'absence de pollution lumineuse significative, le 07/01/2025 entre 18h et 19h.

Les prises de vue sont réalisées en extérieur (façade). Il est possible d'observer la température importante des murs extérieurs et des menuiseries indiquant la faible performance énergétique de ces éléments. La température au niveau de la toiture est plus faible car les combles ne sont pas chauffés.

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
Combles	Pompes récupération CTA 5	Récupération de chaleur CTA 5	Wilo	TOP 540	NC	1	-	0,1	2	1
Sous Station Chauffage	Echangeur	Tout le bâtiment	BARRIQUAND	BAS*65*700*C*P	2010	3	500	-	3	3
Sous Station Chauffage	Moteur	Maintien de pression	LOWARA	SM80R8B14/1075	NC	2	-	0,8	2	2
Sous Station Chauffage	Pompes de distribution réseau Radiateurs Nord	Radiateurs Nord	GRUNDFOS	MAGNA1D 40-80 F 220	NC	2	-	0,3	3	3
Sous Station Chauffage	Pompes primaires	Primaire	Wilo	YONOS MAXO-D 50/0.5-9	NC	2	-	0,5	3	3
Sous Station Chauffage	Pompes de distribution réseau Radiateurs Sud	Radiateurs Sud	GRUNDFOS	MAGNA3D 40-120 F 250	NC	2	-	0,4	3	4
Sous Station Chauffage	Pompe de relevage	Relevage	GRUNDFOS	UPS 32-100 N 180	NC	1	-	0,3	2	2
Sous Station Chauffage	Pompes distribution réseau CTA	Batteries EC CTA	Wilo	top-SD32/7	NC	2	-	0,2	1	1

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 Babinski comprend l'arrivée vapeur vers les trois échangeurs vapeur/eau et deux pompes primaires qui alimentent 4 réseaux :

- Un départ RAD nord, régulé par une vanne 3 voies (V3V) ;
- Un départ RAD sud, régulé par une vanne 3 voies (V3V) ;
- Un départ constant CTA, dont les pompes sont actuellement HS ;
- Un départ ECS constant.

Ces départs alimentent tous les émetteurs de chaleur du bâtiment : radiateurs, batteries chaudes des CTA, ainsi que la production ECS. Ces départs sont équipés de V3V (sauf ceux des CTA et de l'ECS) et sont pilotés par la GTB.

L'examen de l'interface de l'automate montre une consigne constante car aucune sonde de température extérieure n'est installée. De plus, un programme horaire est intégré mais ne semble pas activé.

L'émission est assurée par les CTA et des radiateurs en acier équipés de robinets simples.

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 après résolution.

Les systèmes à détente directe présents sur le bâtiment peuvent fonctionner en mode chauffage et sont pilotés une télécommande locale.



3.5.2. Relevés de températures ambiantes

Zone	Plage températures (°C)
Bureaux	24
Circulations	24
Chambres d'hospitalisation	24

Les relevés ont été effectués de jour, en période de chauffage le 02/04/2025. On constate que la température est homogène dans tout le bâtiment, et qu'elle est élevée malgré une température extérieure assez faible lors de la visite. Des réglages de température pourront être effectués en vue de réaliser des économies d'énergie.

3.5.3. ECS

Localisation	Équipement	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
Sous Station Chauffage	Echangeur	Tout le bâtiment	SPIREC	SPI200112172.1 ECO	2023	2	80	-	3	4
Sous Station Chauffage	Pompe recyclage ECS	Recyclage ECS	Wilo	TOP-Z3017 RG	NC	1	-	0,13	2	2
Sous Station Chauffage	Pompe recyclage ECS	Recyclage ECS	Wilo	YONOS MAXO 25/0,5-12	NC	1	-	0,31	2	2
Sous Station Chauffage	Pompe primaire ECS	Primaire ECS	GRUNDFOS	MAGNA1D 40-120 F 250	NC	2	-	0,4	3	3

L'ECS (Eau Chaude Sanitaire) du bâtiment est produite via le raccordement du site au réseau de chaleur. Deux échangeurs Spirec, changés en 2023 font la liaison entre le primaire de la sous-station Babinski et la distribution ECS du bâtiment. La distribution se fait via un réseau bouclé desservant l'ensemble du bâtiment.

Chaque départ est régulé par un thermostat Siemens via une vanne 3 voies. Toutefois, les réseaux secondaires ECS sont actuellement à température constante (70°C) en attendant que la régulation soit remontée sur la GTB.



3.5.4. Ventilation

Localisation	Équipement	Nom	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance électrique (kW)	Puissance thermique chaud (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
Combles	CTA	CTA 1 à 4	Dyalise + vestiaire + bureaux + DPCA	Hydronic	CTB 15	2000	4	0,5	0	2	1
Combles	CTA	CTA 5	Bureaux	Hydronic	CCM 20	2000	1	1,1	0	3	1
Combles	Extracteur	EX07 + 09 + 01 +05 + 06	VMC + DPCA +Bureaux + Dyalise + Vestiaires	ALDES	TVEC I	2000	5	1,5		2	2
Combles	Extracteur	EX 02	VMC	ALDES	TVEB I	2000	1	2,0		2	1
Combles	Extracteur	EX 03 + 04 +Archives + Compacteur + 10	Archives + compacteur + reserves + pharmacie	ALDES	K 100 XL	2000	5	0,1		2	1
Combles	Extracteur	EX 08	Bureaux	Hydronic	CCM 65	2000	1	0,5		3	1
Sous Station Chauffage	Extracteur	Extracteur sous-station chauffage	Sous Station Chauffage	Inaccessible	NC	NC	1	0,1		NC	NC
TERRASSE JOLIOT T02	Extracteur	Extracteur	NC	France air	Rectilys II ECM 600	NC	1	0,1		NC	NC

Tous les équipements de ventilation de Babinski sont situés dans les combles du bâtiment.

Les CTA sont majoritairement en simple flux, sans variation de fréquence, à l'exception de la CTA 5 bureaux qui présente un fonctionnement double flux. Les batteries des cinq CTA sont alimentées en eau chaude via la sous station du bâtiment, dont les pompes sont hors-service. Les CTA peuvent être pilotées uniquement via un automate à carte local qui est actuellement en défaut.

De même les extractions sont pilotées par l'automate en défaut et ne sont donc plus pilotées actuellement. Les CTA 4 et 5, ainsi que les extracteurs compacteur, 2, 4, 7, 9 et 10 sont actuellement à l'arrêt pour maintenance.



3.5.5. Mesures de débit de ventilation

Zone	Débit moyen par bouche (m3/h)
Sanitaires étages	13
Sanitaires et salles 1er étage	0
Sanitaires RDC	8

Les relevés de débits de ventilation ont mis au jour une absence de fonctionnement d'un grand nombre de bouches d'extractions, majoritairement situées dans les locaux de types chambre et consultation.

Les bouches fonctionnelles lors de la visite étaient celles des sanitaires des étages hors 1^{er}.

Ce défaut de renouvellement d'air induit une accumulation d'humidité dans l'air ambiant des pièces concernées, induisant l'ouverture manuelle des fenêtres par le personnel (forte augmentation des déperditions) et l'apparition de moisissures au niveau des ponts thermiques (cadres des fenêtres).

Toutefois, nous avons considéré pour notre étude que ces bouches fonctionnaient lors de l'année d'étude 2023 car le renouvellement d'air qu'implique la mise en marche des CTA est plus important et colle plus aux consommations du site.

3.5.6. Climatisation

Localisation	Etiquette	Équipement	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance thermique froid (kW)	Puissance électrique (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
S01	TNN_BAB_S01_CLIM01	Détente directe	S01	DAIKIN	RXS35K2V1B	NC	1	3,5	1,17	2	3
S01	TNN_BAB_S01_CLIM02	Détente directe	S01	DAIKIN	RXS35K2V1B	NC	1	3,5	1,17	2	3
RDC	TNN_BAB_RDC_CLIM08	Détente directe	Local autocom RDC	AIRWELL	GC 18 N 410 RC	NC	1	5	1,50	2	2
RDC	TNN_BAB_RDC_CLIM09	Détente directe	Local autocom RDC	AIRWELL	GC 18 N 410 RC	NC	1	5	1,50	2	3
RDC	TNN_LAV_RDC_CLIM05	Détente directe	EFR R01	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG36LBLA5	2018	1	10	3,33	2	2
RDC	TNN_LAV_RDC_CLIM06	Détente directe	EFR R01	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG36LBLA5	2018	1	10	3,33	2	2
RDC	TNN_BAB_RDC_CLIM04	Détente directe	Local autocom S01	DAIKIN	RZQSG100L8YM1B	2014	1	9,5	3,17	2	2
RDC	TNN_BAB_RDC_CLIM05	Détente directe	Carre sud RDC	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOY43719	2018	1	3,4	1,13	2	2
RDC	TNN_BAB_RDC_CLIM07	Détente directe	S01	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG18LFC	2014	1	5,2	1,50	2	2
Exterieur RDC proche joliot	NC	Détente directe	NC	Mitsubishi	MUZ-GE50VA	2010	1	5	1,50	2	2
RDC cour intérieure	TNN_BAB_RDC_CLIM06	Détente directe	NC	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG36LMTA	2018	1	9,4	3,20	2	3
RDC cour intérieure	NC	Groupe froid	Dialyse	CARRIER	30awh006hd	2018	1	7	2,00	2	3
Terrasse Lavoisier	TNN_BAB_RDC_CLIM10	Détente directe	Dialyse R01	FUJITSU GENERAL LIMITED	AJYA72LALH	NC	1	22,4	5,50	2	3
Terrasse Lavoisier	TNN_BAB_RDC_CLIM03	Détente directe	Dialyse R01	FUJITSU GENERAL LIMITED	AJYA90LALH	NC	1	28	6,83	2	3
TERRASSE JOLIOT T02	TNN_BAB_T02_CLIM12	Détente directe	Poste de soins, office R04	FUJITSU GENERAL LIMITED	AJY040LELBH	NC	1	12,1	3,18	2	3
TERRASSE JOLIOT T02	TNN_BAB_T02_CLIM13	Détente directe	Poste de soins, office R04	FUJITSU GENERAL LIMITED	AJY040LELBH	NC	1	12,1	3,18	2	3

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

De même, le groupe froid Carrier est géré par les occupants de la zone Dialyse.



3.5.7. Eclairage intérieur

Équipement	Puissance surfacique estimée	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Tube fluocompact T8	15 W/m ²	3	3	5 ans
Réglette LED	7,5 W/m ²	5	5	10 ans
Dalle LED	7,5 W/m ²	5	5	10 ans
Spots LED downlight	7,5 W/m ²	5	5	10 ans



Différents types de luminaires intérieurs composent le système d'éclairage global du bâtiment. Le ratio d'équipements d'éclairage type fluocompacte / LED est estimé à environ 70 % / 30 %.

3.5.8. Relevés d'intensité lumineuse intérieure

Zone	Intensité (lux)
Circulations	250
Chambres d'hôpital	100
Bureaux	500

Le site ne présente pas d'anomalies concernant les intensités lumineuses.

3.5.9. Eclairage extérieur

Équipement	Quantité	Performance		Pérennité		Durée de vie résiduelle
Lampadaire extérieur	Indéterminé (échelle site)		2		2	5 ans
Lampadaire extérieur LED	Indéterminé (échelle site)	5		5		10 ans



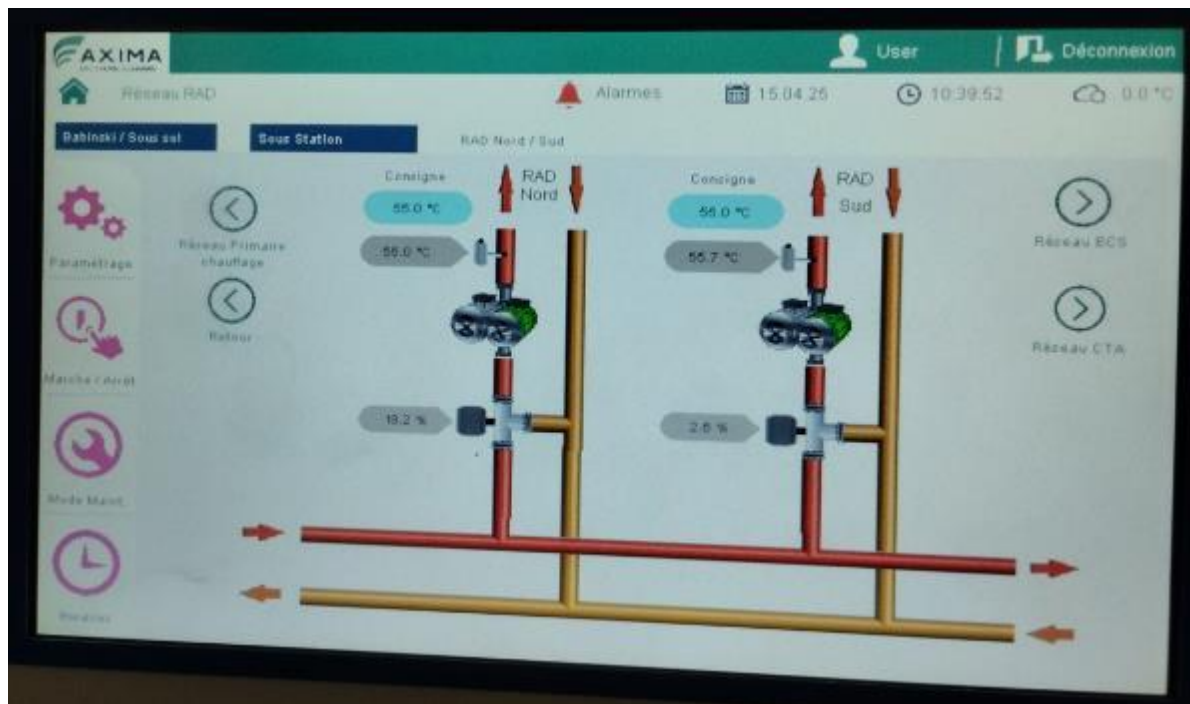
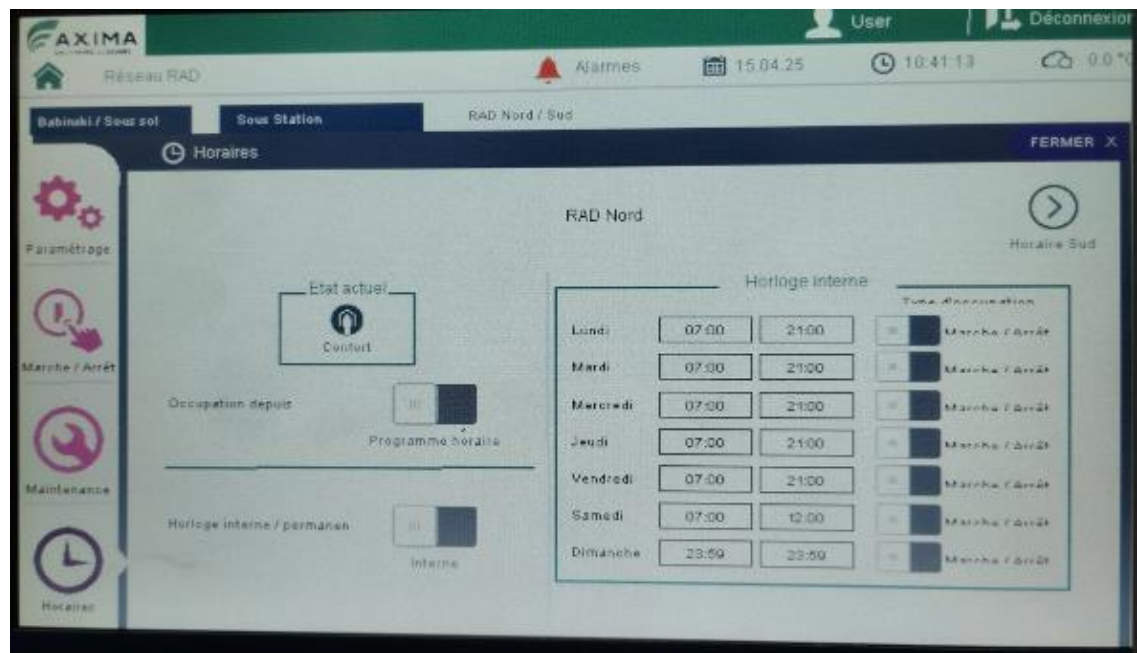
L'éclairage extérieur est supposé piloté par une sonde crépusculaire et s'éteint entre 23h et 4h.

3.5.10. Gestion Technique Centralisée

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

Deux GTB sont installées sur le site de Tenon mais, sur ce bâtiment, seule la GTB Iconics permet, normalement, de piloter la chaufferie. La GTB n'étant pas fonctionnelle lors de nos visites, nous n'avons, toutefois, pas pu le vérifier. Certains paramètres étaient accessibles depuis les automates présents dans les locaux techniques, néanmoins, l'interface globale de la GTB Iconics était HS sur la période de visite.

L'automate de chauffage (vues ci-dessous) présente des potentiels de régulation intéressants, néanmoins, ils sont peu exploités.



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 Babinski 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 78 kWh/m²/an soit 480 MWh/an, ce qui est dérisoire compte-tenu de l'activité du bâtiment. La consommation attendue pour ce bâtiment se situe au minimum à 160 kWh/m²/an, soit 2 fois plus que les résultats observés.

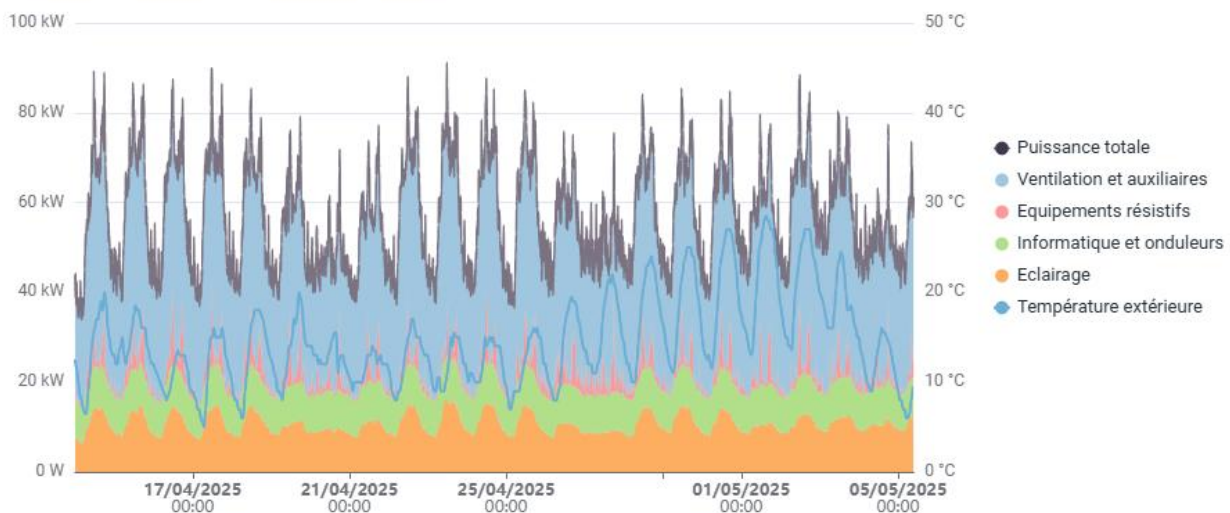
Pendant la période de mesure, l'activité du bâtiment a suivi son fonctionnement normal et aucune coupure électrique n'a été constatée sur les relevés. L'instrumentation a été validée à distance par la société Smart Impulse, fournisseur des équipements de mesure sur ce projet. On peut donc poser l'hypothèse que seule une partie de la consommation électrique a été mesurée, et qu'il devrait exister d'autres départs électriques alimentant le bâtiment Babinski. 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 Tesla - Bâtiment Babinski

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 bâtiment :

- Puissance maximale de 89 kW atteinte en journée en semaine, sur des plages horaires qui semblent correspondre aux plages de consultation (de 10h à 12h30 et de 16h à 18h30)
- Puissance maximale de 76 kW atteinte en journée le week-end autour de 18h
- Talon de consommation de 40 kW atteint en période nocturne

On constate des appels de puissance d'équipements résistifs sur les périodes d'appel de puissance max (en semaine (de 10h à 12h30 et de 16h à 18h30 et autour de 18h le dimanche), qui semblent correspondre à des fours pour réchauffer les plateaux repas. Cela semble correspondre aux offices des zones d'hospitalisation dans lesquels le personnel réchauffe les plats des patients le midi et le soir.

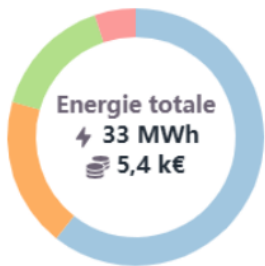
Les équipements d'éclairage et les postes informatiques étant utilisés en journée, ceux-ci induisent une variation de la consommation d'énergie électrique visible sur la courbe de charge. Néanmoins, on peut observer un talon de nuit sur ces deux usages.

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 sur le départ instrumenté :

Répartition sur la période

Du 11/04/2025 au 05/05/2025



Ventilation et auxiliaires Système de climatisation, pompes du circuit radiateur, extracteurs et auxiliaires	20 MWh	61%
Eclairage	6,2 MWh	19%
Informatique et onduleurs	5 MWh	15%
Equipements résistifs Garde-chauds et fours	1,7 MWh	5,2%

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.

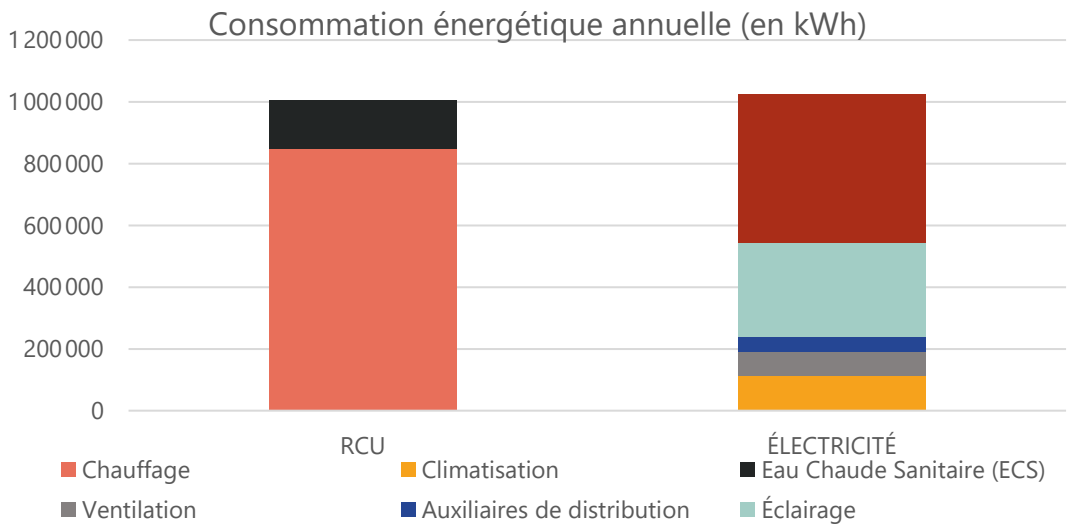
4.4. DETAILS DE CONSOMMATIONS ISSUES DE LA STD

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

L'addition de ces deux méthodes de calculs a permis de réaliser la répartition des consommations qui figure ci-après.

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS						
Usages	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	847 111	84%	-	-	128	42%
Climatisation	-	-	113 286	11%	17	6%
Eau Chaude Sanitaire (ECS)	158 878	16%	-	-	24	8%
Ventilation	-	-	77 162	8%	12	4%
Auxiliaires de distribution	-	-	49 703	5%	7	2%
Éclairage	-	-	303 450	30%	46	15%
Usage spécifique	-	-	479 526	47%	72	24%
Production d'énergie renouvelable	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1 005 989	100%	1 023 127	100%	306	100%

Energie primaire (kWhEP)	1005989	2353192	506
Emission CO2 annuelle (TegCO2/an)	147	58	31



On remarque que sur ce bâtiment, le principal poste de consommations est le chauffage. Cela s'explique par la gestion peu optimisée du chauffage (températures anormalement élevées lors de la visite), une enveloppe peu performante et un renouvellement d'air important supposé sur l'année d'étude 2023 (CTA en marche). Les actions préconisées à prioriser sont donc celles qui ont un impact sur les consommations de chauffage.

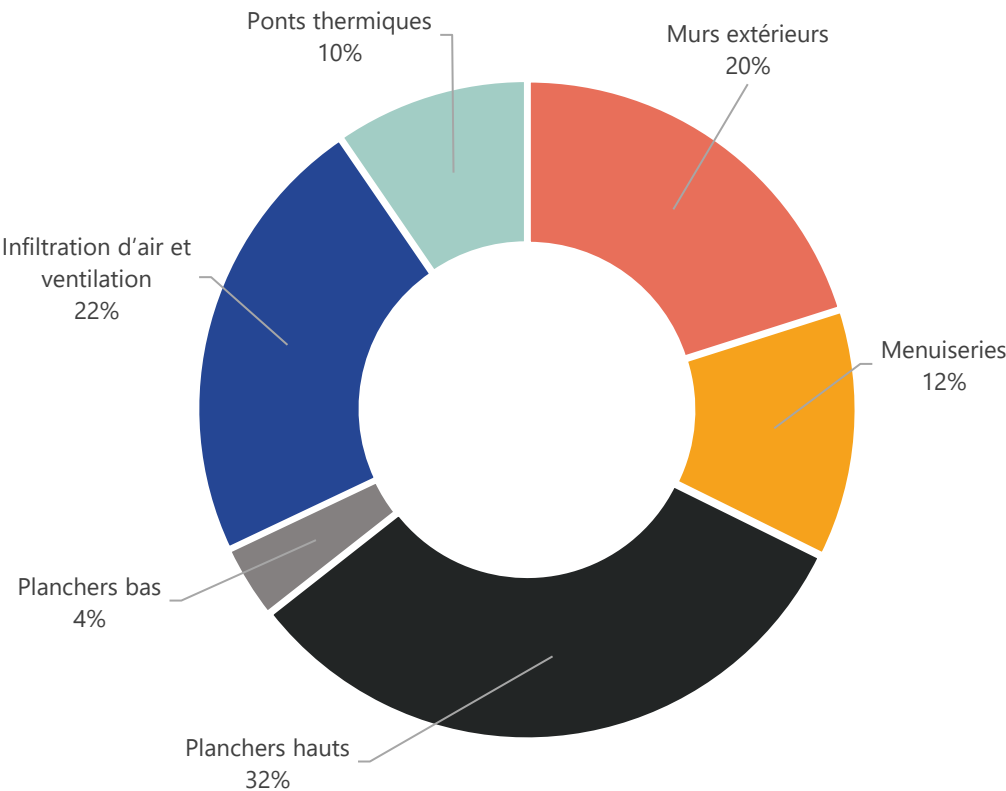
Les consommations d'équipements spécifiques peuvent difficilement être optimisées, elles peuvent faire l'objet d'une sensibilisation interne.

4.5. DEPERDITIONS THERMIQUES

RÉPARTITIONS DES DÉPERDITIONS					
Murs extérieurs	Menuiserie s	Planchers hauts	Planchers bas	Infiltration d'air et ventilation	Ponts thermique s
62,94 kW	38,22 kW	100,53 kW	11,16 kW	70,38 kW	29,94 kW
TOTAL DES DÉPERDITIONS				313,17 kW	
COEFFICIENT Ubât				2,49 W/m².K	

Soit une répartition telle que :

Détail des déperditions thermiques du site



Les principaux postes de déperdition sont les planchers hauts (absence d'isolation), le renouvellement d'air (fonctionnement des CTA supposé sur l'année d'étude 2023) et les murs extérieurs (faible isolation et très grande surface de murs extérieurs sur ce bâtiment). Les actions proposées viendront donc corriger en priorité ces postes de déperditions.

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	324 kW*	750 kW (avec ECS) 750 kW (secours)	+ 130 %
REFROIDISSEMENT	125 kW	144 kW**	+ 15 %

* Hors ECS pour le chauffage

** Hors groupe froid process Dialyse

La puissance de chauffage active installée est de 750 kW. Cette puissance correspond à 130% près à la puissance à installer recommandée. La puissance de chauffage complémentaire nécessaire en situation de secours est de 750 kW. Une partie de cette puissance installée est dédiée à la production d'ECS. La puissance de chauffage installée est donc surdimensionnée par rapport à l'utilisation actuelle du bâtiment. Pour assurer un fonctionnement optimal, il est nécessaire de s'assurer que les échangeurs fonctionnent en redondance totale.

La puissance de refroidissement installée est de 144 kW. Cette puissance correspond à 15% près à la puissance à installer recommandée. La puissance installée est donc bien dimensionnée.

4.7. DONNEES METEOROLOGIQUES

Le fichier météo permettant de simuler les données de températures, hygrométrie, rayonnements solaires, etc. est celui de la ville de la station météorologique de Paris-Montsouris (station la plus proche) pour l'année 2023, au pas de temps horaire. Ce fichier fournit les données météorologiques suivantes (pour l'altitude de l'hôpital, fixée à 92m) :

- Nombre de DJU18 = 1958
- Nombre de DJF 15 = 897

Aucune correction climatique n'est réalisée, les données énergétiques et météorologiques à disposition étant celles de 2023.

4.8. CONSOMMATIONS DE RESEAUX DE CHALEUR URBAIN

En l'absence de données de consommation du bâtiment Babinski 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 fournit les résultats suivants :

- Consommation réelle totale (2023) = 16 055 MWh
- Surface totale occupée (2023) = 115 527 m²
- Surface occupée bâtiment Babinski (2023) = 6 634 m²
- Consommation calculée bâtiment Babinski (2023) = 922 MWh

Cette méthode est certes simple et elle présente une grande incertitude mais étant donné que nous n'avons que des consommations à l'échelle du site, choisir la méthode la plus directe nous semble être un bon choix. Les consommations de RCU de notre modèle sont les suivantes.

Consommation annuelle de RCU du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle de RCU estimée [MWh]	Ecart [%]
1 006 MWh	922 MWh	9 %

L'écart est de 9%, entre la consommation de RCU estimée à partir du ratio surfacique et la consommation de RCU de notre modèle. Cet écart nous semble raisonnable étant donné que le bâtiment Babinski possède de l'hospitalisation de nuit et un renouvellement d'air important du aux nombreux appareils de ventilations supposées en marche sur l'année 2023 ce qui implique des consommations plus importantes que la moyenne de l'hôpital.

4.9. CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE

Pour modéliser les consommations d'électricité, la même méthodologie a été utilisée que pour les données de RCU.

- Consommation réelle totale (2023) = 16 217 MWh
- Surface totale occupée (2023) = 115 527 m²
- Surface occupée bâtiment Babinski (2023) = 6 634 m²
- Consommation calculée bâtiment Babinski (2023) = 931 MWh

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 [%]
1023 MWh	931 MWh	10 %

L'écart est de 10%, entre la consommation de d'électricité estimée à partir du ratio surfacique et la consommation de d'électricité de notre modèle. Cet écart nous semble raisonnable étant donné que le bâtiment Babinski possède de l'hospitalisation de nuit ce qui implique des consommations plus importantes que la moyenne de l'hôpital.

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 relative	
Altitude du site	Altitude < 400 m Référence 100 m
Surface totale (m²)	6 634 m²
Surface chauffée (m²)	5 524 m²
Surface refroidie (m²)	972 m²
Station météo	Paris Montsouris
Zone	H1a

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

Usage	Surface considérée	Valeur absolue associée (kWhDT/m ² . an)
Hospitalisation Conventionnelle	3990	201
Salle Blanche	218	605
Bureaux standards / administration	1647	87
Consultation	544	85
Zone d'accueil au public	236	78

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)
172 kWhDT/m²/an	271 kWhDT/m ² /an

Contact



6. CONTACT

SOUILLAC Filip

Auditeur énergétique

Tél 06 66 70 50 22

Filip.souillac@advizeo.io

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet

Tél 06 69 28 08 93

Clarisse.manteau@advizeo.io

WILLERVAL Florian

Auditeur énergétique

Tél 06 59 33 85 58

Florian.willerval@advizeo.io

Bastien RINGES

Expert STD

Tél 06 99 97 66 51

Bastien.ringes@advizeo.io

advizeo

La Félicité Paris Sully-Morland

2 Cour de l'Ile Louviers

75004 Paris

www.advizeo.io

advizeo

Annexe

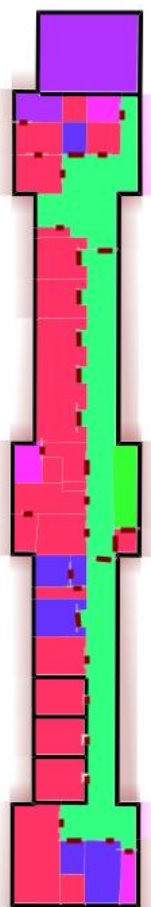


7. ANNEXE

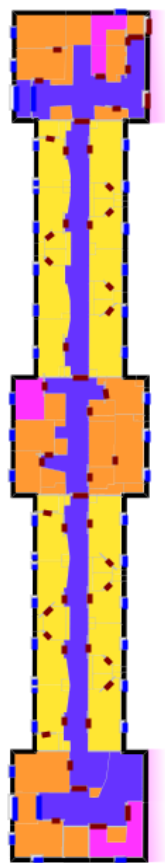
7.1. REPARTITION DES ZONES

Voici comment sont décomposées les différentes zones du site :

	Locaux techniques et non chauffés (LNC)
	Circulations Horizontales
	Hospitalisation
	Services administratifs
	Circulations verticales
	Services de consultation
	Vestiaires
	Stockage archives
	Circulations horizontales R-1
	Locaux informatiques
	Hospitalisation climatisé
	Dialyse



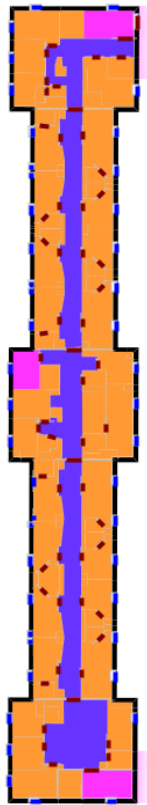
R-1



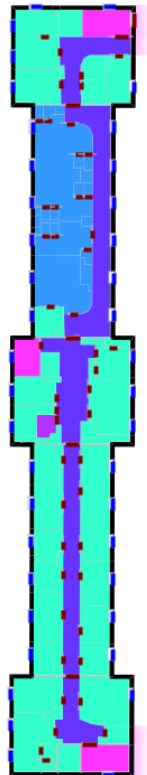
RDC



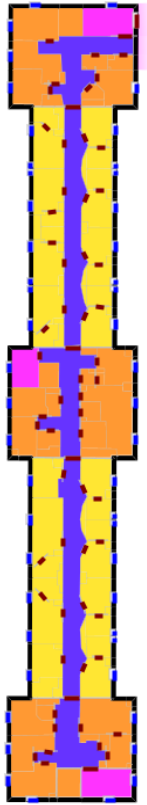
R+1



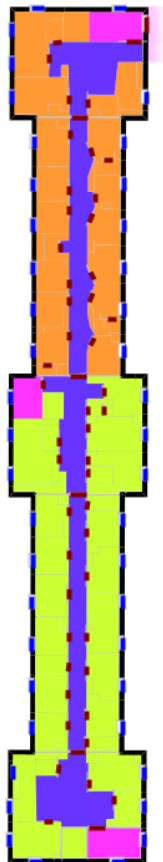
R+2



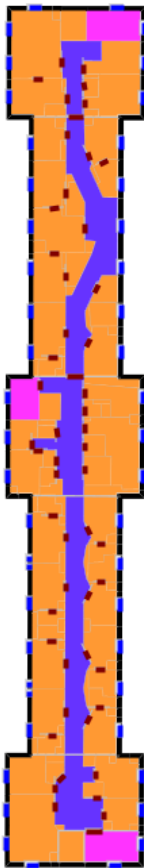
R+3



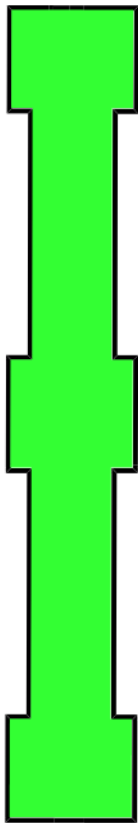
R+4



R+5



R+6



R+7

7.2. SURFACES DES DIFFERENTES ZONES THERMIQUES

Zone thermiques STD	Surface de Plancher (m²)
Locaux techniques et non chauffés (LNC)	259
Circulations Horizontales	1612
Hospitalisation	1922
Services administratifs	438
Circulations verticales	58
Services de consultation	544
Vestiaires	140
Stockage archives	396
Circulations horizontales R-1	293
Locaux informatiques	104
Hospitalisation climatisé	649
Dialyse	218