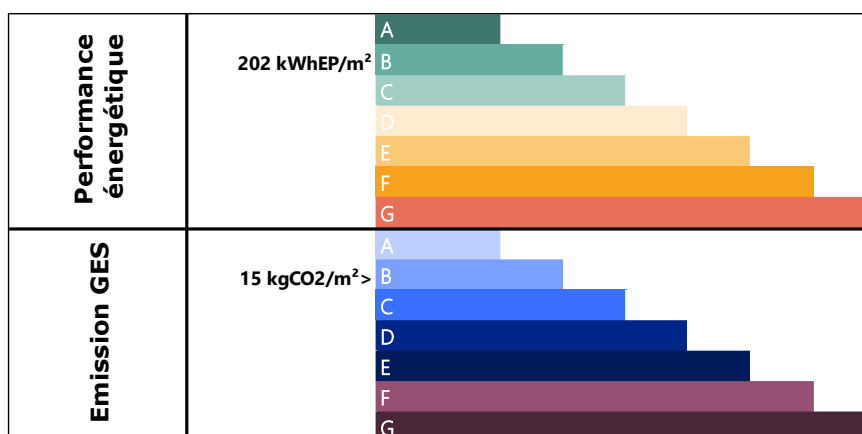


Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE – Etat des lieux

TNN011 - Tenon – Bâtiments Salmon et Chapelle



EMETTEURS

Zoé PLUYAUD

Energy Manager – Advizeo

Filip SOUILLAC

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
Zoé PLUYAUD	Energy Manager	Rédaction
Filip SOUILLAC	Energy Manager	Rédaction
Bastien RINGES	Expert STD	Validation
Clarisse MANTEAU	Directrice de projet	Validation

Historique des versions émises :

Nom	Date	Modifications principales
APHP _Etat des lieux_TENON_SALMON et CHAPELLE_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 Salmon et Chapelle	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.....	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 énergétique - équipements.....	20
3.3. Barème énergétique général – bâtiment salmon	21
3.4. Barème énergétique général – bâtiment Chapelle.....	23
3.5. Performance de l'enveloppe	24
3.5.1. Parois opaques Salmon	24
3.5.2. Parois opaques Chapelle	24
3.5.3. Menuiseries extérieures Salmon	26
3.5.4. Menuiseries extérieures Chapelle.....	26
3.6. Performance des installations énergétiques	28
3.6.1. Chauffage.....	28
3.6.2. Relevés de températures ambiantes	34
3.6.3. ECS	35
3.6.4. Ventilation.....	35
3.6.5. Mesures de débit de ventilation	35
3.6.6. Climatisation	36
3.6.7. Eclairage intérieur	38
3.6.8. Relevés d'intensité lumineuse intérieure	38
3.6.9. Eclairage extérieur	39
3.5.10. Gestion Technique Centralisée	39

4. énergétique

Analyse de la performance thermique et 41

4.1. Analyse courbe de charge SMART Impulse	41
4.1.1. Contexte.....	41
4.1.2. Analyse de la courbe de charge électrique.....	41
4.1.3. Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique.....	42
4.2. Analyse des consommations thermiques du reseau de chaleur	42
4.3. Analyse des consommations Electriques	43
4.4. Simulation thermique dynamique.....	44
4.5. Notes méthodologiques.....	46
4.6. Détails de consommations issues de la SED	47
4.7. Déperditions thermiques issues de la SED (Salmon)	48
4.8. Besoin des locaux.....	49
4.9. Données météorologiques	50

5.

Etat des lieux Décret Tertiaire..... 51

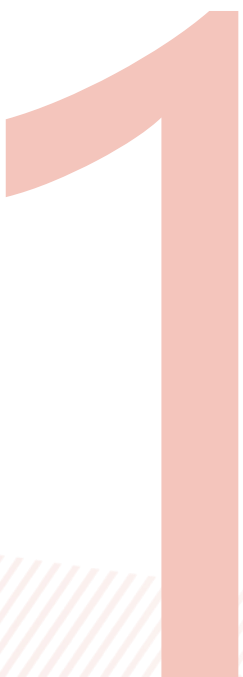
5.1. Détermination de la référence et des objectifs	51
--	-----------

7.

Annexe 55

7.1. Répartition des zones	55
7.2. Surfaces des différentes zones thermiques	56

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 Salmon et Chapelle du site de Tenon, s'inscrit dans cette dynamique.

Les différentes étapes du projet et livrables associés sont décrits dans la section suivante.

1.2.RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA PRESTATION

1.2.1. Etapes et livrables

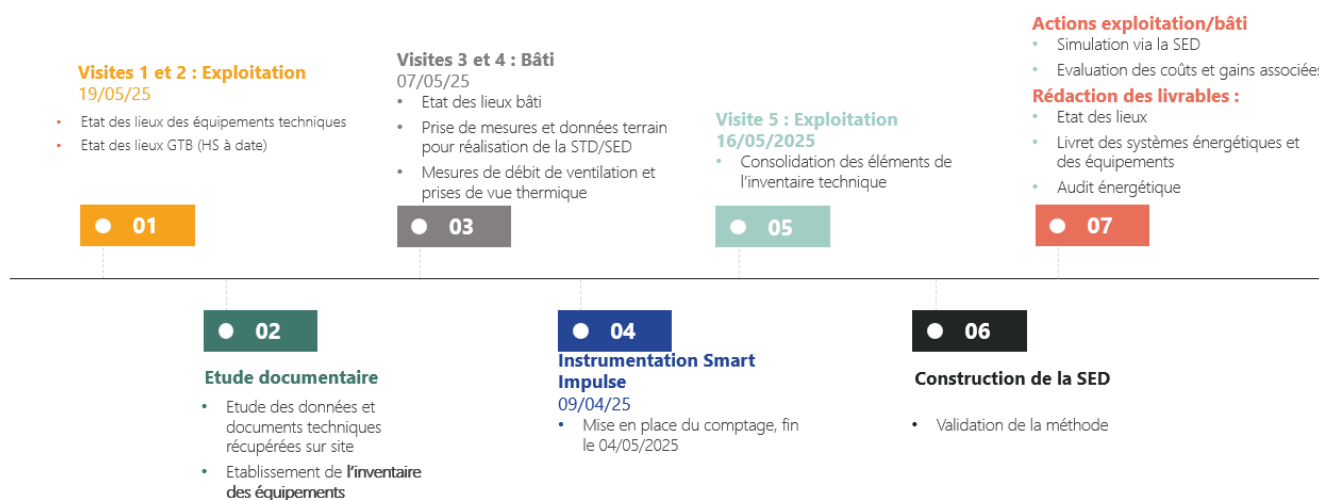
L'ensemble de la prestation vise à apporter une vision d'ensemble de la performance énergétique actuelle des sites et de leurs bâtiments. De plus, elle a pour objectif de dégager les principaux leviers d'action permettant l'amélioration de la performance énergétique et environnementale tout en assurant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

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

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

1.2.2. Calendrier et réalisation de l'audit

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



1.2.3. Campagnes de mesures

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

Tableau 1 - Mesures réalisées

Type de mesure	Date	Commentaires
Electricité	11/04/25 au 5/05/25	Instrumentation Smart-Impulse
Parois	07/05/2025	Relevés d'épaisseurs de parois et de compositions non destructifs
Température ambiance intérieure	07/05/2025	Relevés de températures zones par zones
Débit de ventilation	07/05/2025	Relevés de débits de ventilations zones par zones (accessibles)
Vues thermiques	07/01/2025	Prise de vues à la caméra thermique
Luminosité	07/05/2025	Relevés d'intensité lumineuse zone par zone
Humidité	26/06/2025	Relevés d'humidité relative zone par zone

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

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

Données d'entrée	Commentaires
Historique des factures énergétiques (minimum 12 mois)	Sur l'année 2023, à l'échelle du site, dans le fichier GH-SU_Outil Energies
Sous-comptage bâtiment	Non exploitable (pas d'historique)
Plans des bâtiments	Oui
Courbe de charge électrique (points 10 min)	Oui, à l'échelle du site
Equipements CVC	Inventaire des équipements de chauffage et climatisation, pas d'inventaire sur la ventilation, production d'ECS non concernée (Production ECS depuis Cassiodore)
DOE/Fiches techniques	Non
Electricité	Partiel - Synoptique électrique général du site
DOE Bâtiment	Non
Barème énergétique	Oui
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 Salmon et Chapelle

Salmon

Le bâtiment Salmon abrite l'EFS (Etablissement Français du Sang), le centre de loisirs, l'atelier de réparation de matériel médical et des bureaux (service logistique et bureaux individuels de cadres de santé) du site de Tenon. Il accueille du public dans le centre de loisirs (la visite n'a permis de rencontrer aucun interlocuteur sur place, et les horaires du centre de loisirs ne sont pas accessibles via les sources en ligne consultées). L'aile Nord se dresse sur deux étages (RDC et R+1) et l'aile Sud se dresse sur un étage.

Chapelle

La chapelle accueille les activités de l'aumônerie catholique. Elle accueille du public sur ses horaires d'ouverture (10h à 18h, 7j/7) et se dresse sur un étage.

Les deux bâtiments sont longés par le couloir de circulation de l'hôpital qui relie les différents bâtiments entre eux. Au sous-sol, se trouve une partie des galeries souterraines de l'hôpital et les locaux techniques avec les départs d'eau chaude et vapeur basse pression des bâtiments Salmon et Chapelle.

Les bâtiments Salmon et Chapelle présentent deux vecteurs énergétiques : ils sont alimentés en électricité et en chaleur par le réseau de chaleur du site de TENON, lui-même alimenté par CPCU.

Cependant, les bâtiments ne possédant pas de sous-comptage effectif, tant sur l'électricité que sur le RCU, les consommations spécifiques à l'échelle de ceux-ci ne sont pas connues.

L'analyse des consommations liées au RCU et à l'électricité se feront 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

Les bâtiments objets du diagnostic énergétique sont situés à l'adresse : 4 Rue de la Chine, 75020 Paris (adresse de l'hôpital). Les photos suivantes présentent une vue aérienne et plan de masse du site, ainsi que de la façade des bâtiments.

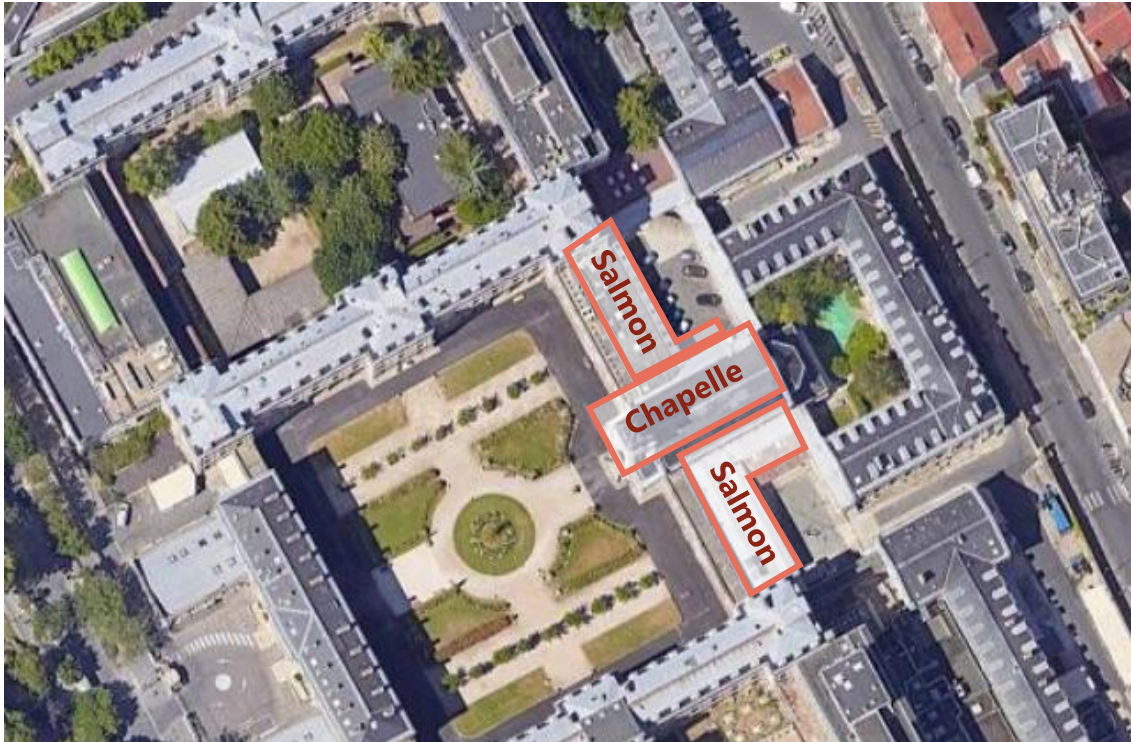


Figure 1 - Vue aérienne du site

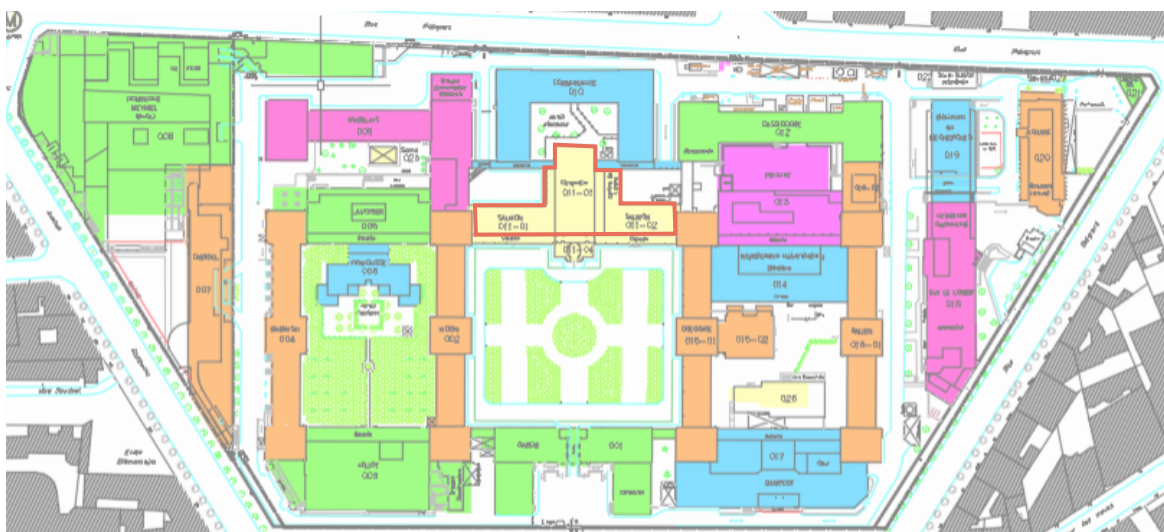


Figure 2 - Plan de masse du site



Figure 3 - Photo de la façade Est du bâtiment Salmon Nord et de la Chapelle

1.5.2. Caractéristiques principales

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

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 Salmon

Bâtiment Salmon	
Typologie	Laboratoire, bureaux, atelier de réparation d'appareils électroniques, centre de loisirs
Bâtiment classé	Non
Année de construction	1878
Surface totale	1 453 m ²
Surface chauffée	960 m ²
Surface refroidie	164 m ²
Horaires d'occupation des locaux	Salmon Nord : 24h/24, 7j/7 Salmon Sud : 8h – 19h en semaine

Tableau 4 - Caractéristiques du bâtiment Chapelle

Bâtiment Chapelle	
Typologie	Chapelle
Bâtiment classé	Oui
Année de construction	1878
Surface totale	470 m ²
Surface chauffée	470 m ²
Surface refroidie	0 m ²
Horaires d'occupation des locaux	10h – 18h

1.5.3. Occupation

Salmon

L'aile Nord comporte deux niveaux : un rez-de-chaussée et un étage. Elle abrite l'Etablissement Français du Sang (EFS) qui assure la collecte, le stockage et la distribution du sang dans l'hôpital. Cette zone comporte un laboratoire, une chambre froide, des zones de stockage, des bureaux, des archives et des salles de pause. La zone est occupée en continu, avec une permanence 24h/24 et 7j/7, afin de permettre l'approvisionnement continu de l'hôpital en sang. Toutefois, les jours ouvrés, l'occupation est accrue, en raison de la présence de personnel supplémentaire dans le laboratoire et dans les bureaux.

On retrouve également dans l'aile Nord le service « Coordination et Logistique » de l'hôpital qui partage l'étage avec l'EFS. Le service est présent sur site les jours ouvrés et son activité est principalement administrative. On y trouve quelques bureaux de cadres de santé.

L'aile Sud comporte un seul niveau et regroupe un centre aéré, dont l'occupation n'a pas pu nous être communiquée lors de la visite, ainsi qu'un atelier de réparation des équipements de l'hôpital, occupé sur les jours ouvrés. Ce dernier est composé d'un atelier, d'une zone de stockage de matériel hospitalier, de quelques bureaux, d'une salle de pause et un espace récréatif.

La chapelle

La chapelle ne comporte qu'un seul niveau et est dédiée aux pratiques religieuses. Elle est ouverte de 10h à 18h.

Le sous-sol situé aux alentours ne fait pas partie des bâtiments étudiés.

1.5.4. Détail des surfaces du site

Ce tableau se base sur les données issues des données d'entrée transmises ainsi que les mesures effectuées lors des visites « bâti ».

Tableau 5 - Répartition des surfaces suivant les typologies

Typologie	Surface (m ²)	Correspondance DEET
Locaux non chauffés	494	Surface ramenée sur les surfaces d'activité principale
Laboratoire	154	Laboratoire courant
Bureaux	162	Bureaux standards / administration
Circulations chauffées	162	Surface ramenée sur les surfaces d'activité principale
Centre de loisirs	136	Zone d'accueil au public
Réserve non ventilées	63	Bureaux standards / administration
Archives	62	Bibliothèque, médiathèque et service d'archives
Chambre froide	10	Chambre froide
Sanitaires	40	Bureaux standards / administration
Atelier	120	Valeur par défaut
Vestiaires	11	Bureaux standards / administration
Salles de détente	40	Bureaux standards / administration
Chapelle	470	Hors périmètre DEET

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 religieuses et du secteur médical (secteur non résidentiel) depuis 1878 (date de mise en activité), les bâtiments Salmon et Chapelle ne sont concernés 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 (plans de surface par étage)
- 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) : Composées de plusieurs niveaux, dont un niveau enterré uniquement dédié à la circulation et aux locaux techniques, les ailes du bâtiment Salmon sont composées de plusieurs types de planchers bas. La Chapelle ne comporte qu'un niveau donc un seul type de plancher bas. Aucun plancher bas n'est isolé.

Le plancher bas des bâtiments Salmon Nord et Sud donne sur un terre-plein et est composé d'une dalle béton d'environ 50 cm surplombée par une couche de mortier de 2 cm d'épaisseur et d'une couche de lino d'1 cm d'épaisseur.

Le plancher bas du R+1 de l'aile Nord du bâtiment Salmon, aussi qualifié de « plancher intermédiaire », donne sur un niveau inférieur chauffé et en partie climatisé (partie laboratoire et stockages froids dans l'aile Nord). Celui-ci est composé de faux plafonds en liège d'environ 3 cm d'épaisseur, d'une dalle béton lourd d'environ 25 cm d'épaisseur, d'une couche de mortier d'environ 2 cm d'épaisseur surplombée par du lino d'environ 1 cm d'épaisseur.

Le plancher bas de la Chapelle donne sur un terre-plein, il est composé d'une dalle béton d'environ 50 cm et d'un parquet de 3 cm d'épaisseur environ sous lequel se trouvent les radiateurs en fonte qui émettent de la chaleur dans la Chapelle.

Construit sur terre-plein, le plancher bas du niveau R-1 de Salmon (galeries souterraines et locaux techniques) est composé d'une dalle béton d'environ 50 cm d'épaisseur, en contact avec le sol.

Le plancher bas du couloir non-chauffé, donnant sur le niveau R-1 non chauffé, est composé d'une dalle béton d'environ 50 cm.

Planchers hauts (toitures) : Composé de plusieurs zones de toiture, les bâtiments Salmon et la chapelle présentent plusieurs typologies de toiture pour la plupart isolées. La performance thermique de ces parois est variable.

Les toitures inclinées du bâtiment Salmon sont composées de faux plafonds en liège d'environ 2 cm d'épaisseur, d'une couche d'isolant générique d'environ 10 cm et d'une plaque en zinc d'1 cm.

Les toitures horizontales du bâtiment Salmon Nord sont composées d'une plaque de béton d'environ 20 cm isolée avec une couche de 10 cm d'isolant générique et un faux plafond en liège de 2 cm d'épaisseur.

Sur le couloir qui borde les bâtiments étudiés se trouve une toiture terrasse non isolée d'environ 30 cm d'épaisseur.

Le bâtiment Chapelle, lui, présente une toiture ancienne en ardoise en très mauvais état avec des dégradations donnant lieu à des ouvertures. La performance énergétique de cette paroi est extrêmement faible.

Murs extérieurs : Présentant une faible surface extérieure verticale, le bâtiment Salmon est composé d'un type de mur extérieur, exempt d'isolation. Globalement, la performance thermique de cette paroi est très faible. Elle est composée de blocs de calcaire ferme d'environ 50 cm d'épaisseur. On retrouve la même composition sur le mur extérieur du couloir longeant les bâtiments étudiés.

Les murs extérieurs du niveau R-1, en contact avec le sol, sont composés de béton lourd d'environ 30 cm d'épaisseur.

Les murs extérieurs de la Chapelle sont en pierre taillée d'environ 60 cm d'épaisseur.

Menuiseries : Le bâtiment Salmon 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.

Les fenêtres du RDC et du R+1 de l'aile Nord du bâtiment Salmon sont composées d'un cadre en bois (absence de rupture de ponts thermiques) avec un vitrage simple. Les portes vitrées du RDC de Salmon Nord présentent la même composition. Des Velux en double vitrage sur cadre PVC sont installés dans les bureaux du 1^{er} étage de l'aile Nord. Ces menuiseries sont anciennes et peu étanches, leur performance thermique est faible.

Sur l'aile Sud, les fenêtres et les portes vitrées de l'atelier sont plus performantes qu'au Nord avec un cadre en PVC et un double vitrage 4/18/4. Le centre de loisirs n'ayant pas pu être visité, les menuiseries de celui-ci sont supposées identiques à celles de l'atelier. Un puits de lumière en simple vitrage sur cadre en fer forgé est installé dans l'atelier.

Les fenêtres du couloir longeant les bâtiments étudiés est composé d'un cadre en fer forgé et d'un simple vitrage.

Les fenêtres de la chapelle n'ont pas pu être observées lors de la visite car inaccessibles.

Renouvellement d'air : Lieu d'activités de type variable (bureaux, laboratoire, atelier centre de loisirs), l'aile Nord du bâtiment Salmon présentent, en plus des infiltrations, quelques typologies de renouvellement d'air de performances variables. Le renouvellement d'air représente une part non-négligeable de la consommation d'énergie de chauffage et de climatisation.

Le laboratoire est équipé de bouches d'extraction, On retrouve également des bouches d'extraction d'air dans les archives et les zones de stockage du RDC et du R+1, et les sanitaires de ce bâtiment. Lors de la visite, la ventilation fonctionnait correctement.

Les infiltrations d'air sont particulièrement importantes côté Nord. En effet, l'état particulièrement dégradé des menuiseries dotées de cadres en bois déformés par le temps et de joints vétustes induit d'importantes infiltrations d'air extérieur.

Conclusion : La performance de l'enveloppe thermique des bâtiments est particulièrement faible. En effet, l'absence d'isolation des parois en contact avec l'extérieur induit des déperditions élevées, de même que la faible performance thermique des menuiseries de l'aile Nord et la présence d'importantes infiltrations d'air. Malgré l'utilisation de systèmes de régulation du chauffage en fonction de l'utilisation des bâtiments.

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. De plus un réseau vapeur BP est également présent sur site.

Le bâtiment de Salmon, ainsi que la Chapelle, sont alimentés en vapeur basse pression (BP) par deux départs distincts : le centre aéré (soit l'aile sud), d'une puissance de 50 kW et la chapelle, d'une puissance de 120 kW.

De plus, un réseau d'eau chaude avec une sous-station SST n°11 associée vient alimenter une partie de l'aile nord. La sous-station eau chaude est située au niveau S-1 de ce dernier. Elle est équipée de deux échangeurs thermiques de 48 kW unitaires. La distribution se fait par un seul départ, en DN40, réglée par V3V.

La diffusion du chauffage au sein de Salmon s'effectue par des radiateurs en fonte dans l'aile Sud de Salmon et par des radiateurs en aluminium dans l'aile Nord. Dans la chapelle, la diffusion se fait par des radiateurs en fonte localisés dans le plancher au niveau des circulations.

Des manquements ont été relevés sur le réseau d'eau chaude, notamment sur l'isolation des points singuliers, tant sur le réseau BP que sur le réseau EC.

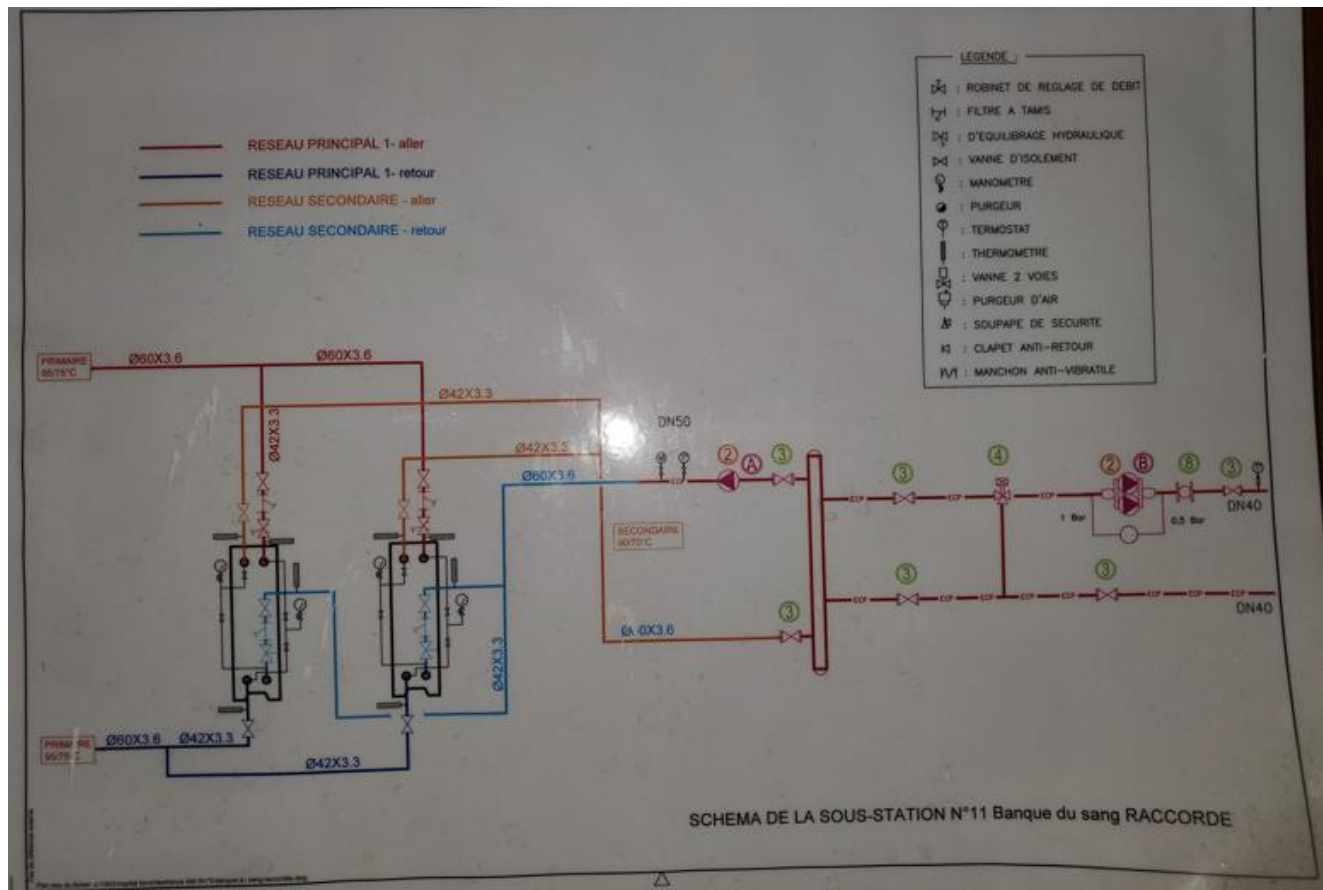


Figure 4 - Schéma sous-station EC Banque du sang

Annexe n°2-32

Puissance unitaire = 50 Kw
Origine des données: TWI

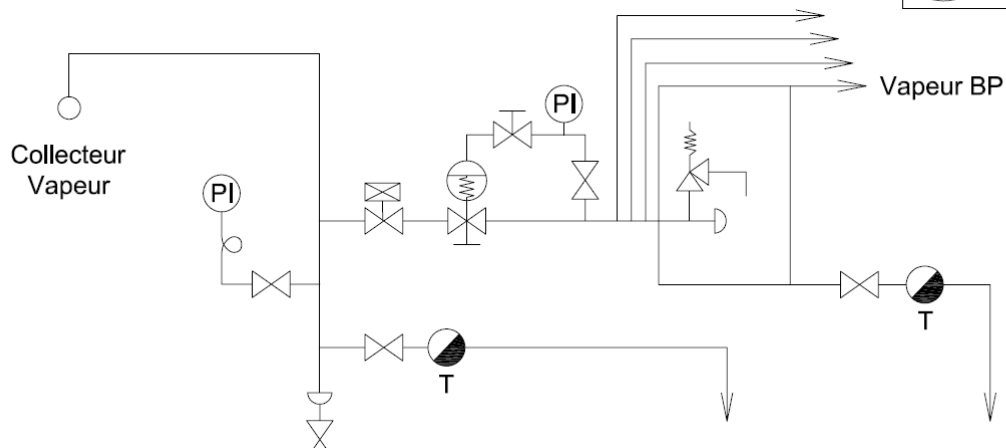
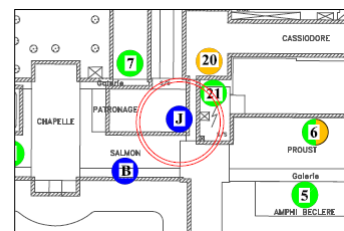


Figure 5 - Schéma SST BP, Salmon centre Aéré

Annexe n°2-23

Puissance unitaire = 120Kw
Origine des données: APHP

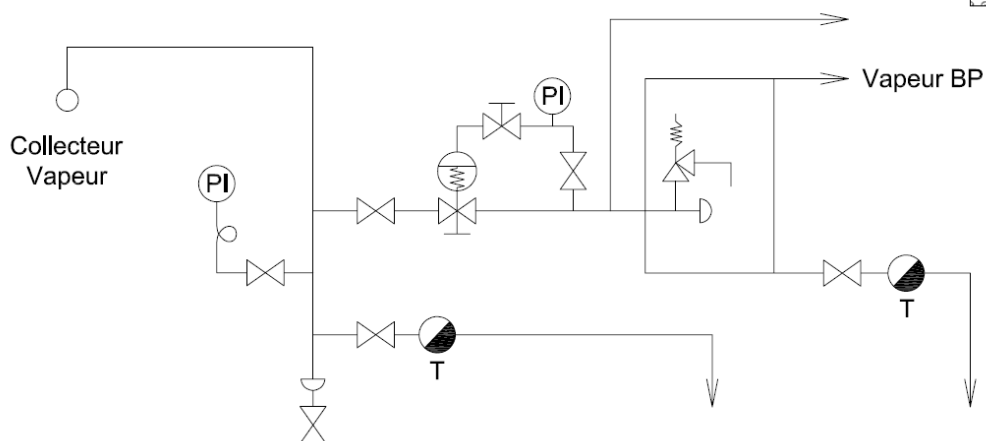
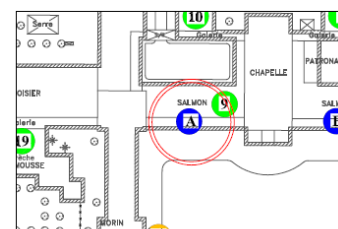


Figure 6 - Schéma SST BP, Chapelle

2.2.2. ECS (Eau Chaude Sanitaire)

Le bâtiment est approvisionné en eau chaude sanitaire (ECS) depuis la sous-station du bâtiment Cassiodore.

2.2.3. Climatisation

Trois groupes de froid sont installés en toiture du bâtiment pour le stockage du sang de l'EFS, afin d'alimenter les chambres froides. Ces dernières sont auto-régulées suivant les températures requises pour une chambre froide. En complément, le site est doté de 2 systèmes réversibles détente directe, qui assurent le chauffage et la climatisation de certains espaces spécifiques tels que des box, des laboratoires et des salles médicales.

2.2.4. Eclairage

L'éclairage intérieur du bâtiment Salmon 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 le laboratoire et ses deux pièces de stockage climatisées ainsi que dans quelques bureaux et salles de détente. Le reste du bâtiment est équipé en tubes fluocompacts. Les éclairages du bâtiment sont pilotés par interrupteurs.

La chapelle est éclairée par des spots en tubes fluo pilotés par interrupteurs.

La performance globale des systèmes d'éclairage est faible.

2.2.5. Ventilation

La ventilation du bâtiment Salmon repose majoritairement sur des systèmes de type simple flux, assurant une extraction mécanique de l'air. En l'absence d'un inventaire détaillé des équipements de ventilation, l'accès aux dispositifs, généralement dissimulés dans les faux plafonds, n'a pas été possible. Il est toutefois probable qu'un réseau de caissons d'extraction assure le désenfumage et le renouvellement d'air des différents locaux.

Les relevés de débits de ventilation ont permis de constater le bon fonctionnement des bouches d'extraction dans les zones concernées (laboratoire, sanitaires, stockage et archives aile Nord). Ce renouvellement permet de garantir le renouvellement d'air et de prévenir l'accumulation d'air vicié et d'humidité dans les zones concernées.

La chapelle, quant à elle, bénéficie d'une ventilation naturelle, sans assistance mécanique.

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.

Le régulateur Saia, pour le réseau de chauffage EC, est remonté sur la GTB Iconics.

2.2.7. Usages spécifiques

Des équipements spécifiques aux services de l'EFS, de l'atelier et des bureaux sont présents sur site. Cependant, peu d'actions directes ont été entreprises relativement à ces équipements étant utilisés pour un usage prédéfini dont les variations dépendent des besoins de l'hôpital. Cependant, une bonne sensibilisation à la sobriété énergétique peut permettre de réduire la consommation liée à cet usage.

Les bureaux situés sur l'ensemble du bâtiment comportent des appareils de bureautique (ordinateurs, écrans, imprimantes etc.).

L'atelier comporte en plus d'appareils bureautiques des instruments nécessaires à la réparation de matériel électronique (appareils de mesure, fers à souder etc.). Toutefois, ces équipements ne sont pas particulièrement énergivores.

L'EFS comporte des appareils énergivores nécessaires pour assurer le stockage et la livraison de sang pour les différents services de l'hôpital, ainsi que pour effectuer des examens (réchauffeurs de sang à 37°C, congélateurs de sang à -40°C, appareils d'analyse du sang etc.).

2.2.8. Conclusion

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

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 6 - 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 7 - 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 – BATIMENT SALMON

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 8 - 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 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 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. BAREME ENERGETIQUE GENERAL – BATIMENT CHAPELLE

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 9 - 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
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)

3.5. PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

Seule la performance de l'enveloppe de Salmon sera étudiée car les actions sur l'enveloppe ne concernent que le bâtiment Salmon.

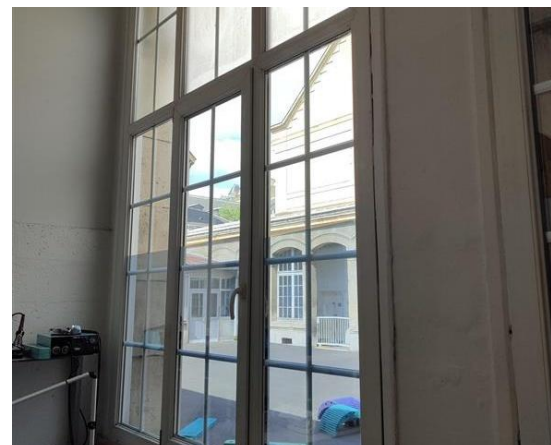
3.5.1. Parois opaques Salmon

Type de paroi	Composition (Extérieur vers l'intérieur)	Surface (m ²)	Résistance thermique surfaccique (m ² .K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance		Vétusté	
Plancher bas	Dalle béton (50 cm), mortier, lino	705	0.29	>3	>3		1		3
Plancher haut / toiture	Plaque béton (20 cm), isolant générique (10 cm), liège expansé (2 cm)	261	2.65	>4.5	>6		2		2
Plancher haut / toiture	Toiture zinc (1 cm), isolant générique (10 cm), liège expansé (2 cm)	458	1.69	>4.5	>6				2
Mur extérieur	Calcaire ferme (50 cm)	561	0.29	>3.7	>3.7		1		3

3.5.2. Parois opaques Chapelle

Type de paroi	Composition (Extérieur vers l'intérieur)	Surface (m ²)	Résistance thermique surfaccique (m ² .K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance		Vétusté	
Plancher bas	Dalle béton (50 cm), parquet (3 cm)	470	0.49	>3	>3		1		1
Plancher haut / toiture	Ardoise (0.7 cm)	661	0	>4.5	>6		1		2
Mur extérieur	Calcaire ferme (50 cm)	950	0.29	>3.7	>3.7		1		2

Salmon



Chapelle



L'examen non destructif des parois opaques de l'enveloppe thermique montre une absence d'isolation générale de celle-ci (ni par l'intérieur, ni par l'extérieur). 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.

3.5.3. Menuiseries extérieures Salmon

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	Fenêtre bois simple vitrage	36	0.17	>0,526	>0,667	1	3
Fenêtre 2	Fenêtre bois simple vitrage avec porte	20	0.17	>0,526	>0,667	1	3
Fenêtre 3	Fenêtre PVC double vitrage	22	0.38	>0,526	>0,667	2	3
Fenêtre 4	Fenêtre PVC double vitrage	42	0.32	>0,526	>0,667	2	3
Fenêtre 5	Fenêtre PVC double vitrage avec porte	15	0.32	>0,526	>0,667	2	3
Fenêtre 6	Fenêtre bois simple vitrage	29	0.17	>0,526	>0,667	1	3

L'examen des menuiseries, parois essentielles de l'enveloppe thermique, montre différentes typologies de composition, en double vitrage à cadre PVC, en simple vitrage avec cadre en bois et avec cadre en fer forgé. Ces compositions induisant des déperditions élevées sont caractérisées par une notation de performance globale faible. Il faudra prioriser la rénovation des menuiseries simple vitrage de l'aile Nord du bâtiment Salmon.

3.5.4. Menuiseries extérieures Chapelle

Parois vitrées	Composition	Surface (m ²)	Résistance thermique surfacique (m ² .K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
Vitraux	Fenêtre bois simple vitrage	63	0.17	>0,526	>0,667	1	1

L'inventaire des menuiseries de la Chapelle est basé sur une estimation (hauteur inaccessible, DOE bâti non existant). De manière générale, les vitraux présents sur la Chapelle sont anciens et ont une mauvaise étanchéité à l'air.

Salmon



Chapelle



3.6. PERFORMANCE DES INSTALLATIONS ENERGETIQUES

3.6.1. Chauffage

Bâtiment	Emplacement	Qté	Équipement	Type	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	P thermique chaud (kW)	P thermique froid (kW)	P électrique max (kW)	Présence variateur (oui/non)	Performance	Vétusté
SALMON	SST SALMON	2	ECHANGEUR	A plaques	Aile nord	BARRIQUAND	BAS*32*656*C*P	2010	48	-	-	-	4	3
SALMON	SST SALMON	2	Circulateur	POMPE	Distribution radiateurs aval colonne	GRUNDFOS	UPSD 40-60-F	2010	-	-	0,25	Non	2	3
SALMON	SST SALMON	1	Circulateur	POMPE	Amont colonne de découplage réseau secondaire EC	GRUNDFOS	Magma	>2015	-	-	0,153	Oui	5	5

« - » = Non concerné

Le site est alimenté par le réseau de chaleur de la ville de Paris (CPCU). Il fonctionne principalement grâce à la valorisation des déchets ménagers (46%), aux centrales à gaz thermiques 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 eau chaude, qui dessert une partie de l'aile nord, comprend 2 échangeurs à plaques de puissance unitaire de 48 kW, une colonne de découplage avec un réseau secondaire, régulé par une vanne 3 voies (V3V) munie de servo-moteurs. La régulation est reprise sur le régulateur Saia. Le réseau de distribution est en DN40 et la circulation est assurée par 2 pompes Grundfos sans variateurs. Il alimente l'aile Nord du bâtiment Salmon (EFS et bureaux).

Deux départs vapeur BP, régulés par vannes 2 voies (V2V) vapeur, associées à des régulateurs BAELZ alimentent le reste du groupement de bâtiments :

- Un départ « centre aéré » ou « centre Salmon » en DN40,
- Un départ « Salmon/Chapelle », en DN40.

L'émission est assurée par des radiateurs en fonte équipés de robinets simples dans l'aile Sud de Salmon. Dans l'aile Nord, on retrouve des radiateurs en aluminium équipés de têtes thermostatiques.

L'émission au sein de la Chapelle se fait par radiateurs en fonte situés dans le sol.



Figure 7 - Organes de régulation, chauffage Salmon/Chapelle vapeur BP



Figure 8 - Organes de régulation, chauffage centre aéré

La régulation se fait à l'aide de deux régulateurs Baelz, présents en sous-station, un pour le départ du réseau « centre aéré » (Baelz 6164) et un pour le bâtiment Salmon et la Chapelle (Baelz 6200).

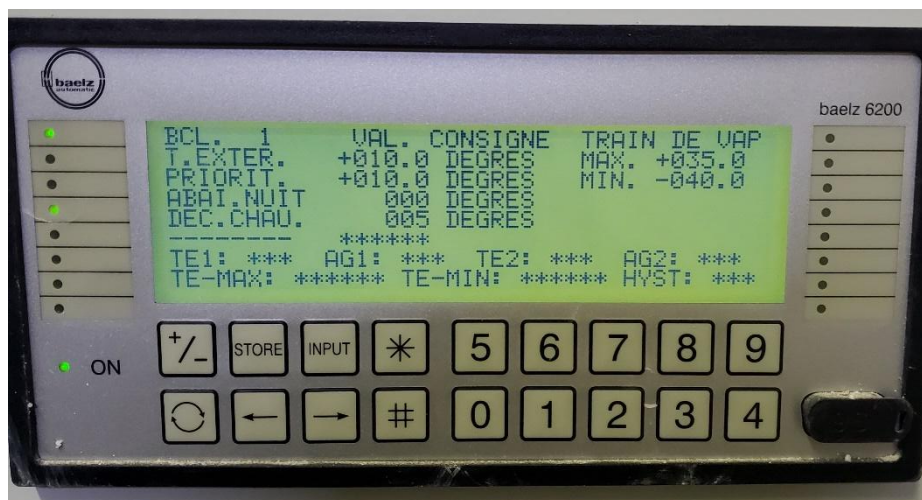


Figure 9 - Régulateur vapeur BP Salmon/Chapelle

L'examen de l'interface de la GTB montre l'utilisation d'un type de régulation du système de production de chaleur en loi d'eau sur sonde de température extérieure.

Lors de notre visite, nous avons relevé les paramètres de régulation suivants.

Réseau centre aéré, vapeur basse pression (Salmon Sud) :

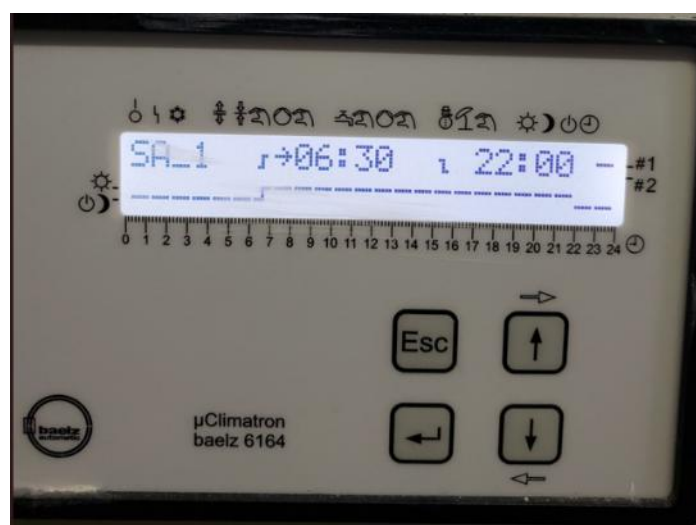
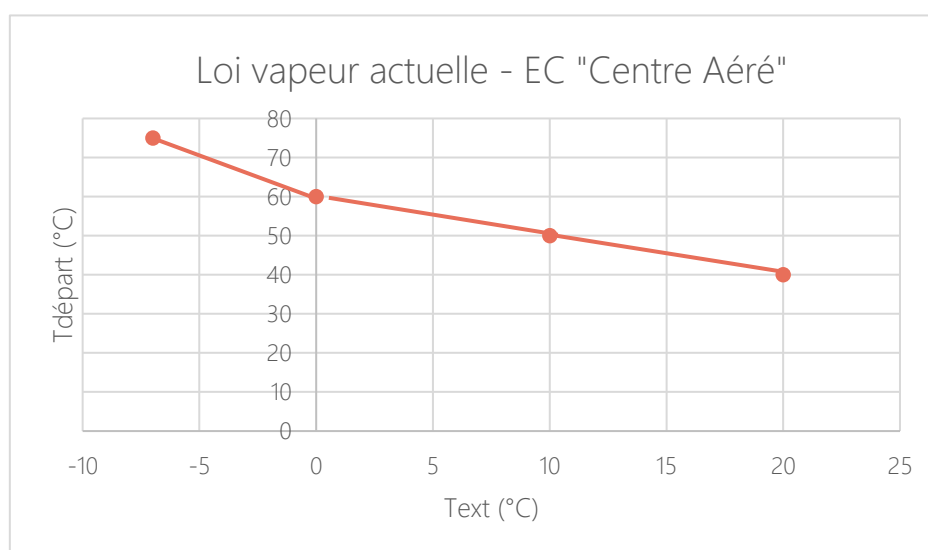


Figure 10 - Régulateur Centre aéré

- Correction confort : 0°C,
- Température confort : 21°C
- Réduit : 5°C
- Programme horaire : 6h30 – 22h, du lundi au dimanche
- Loi de chauffe :



Réseau Chapelle, vapeur basse pression :

La régulation du réseau de chauffage de la Chapelle n'a pas été relevée sur le régulateur. Étant donné qu'il s'agit d'un réseau de vapeur basse pression, la régulation sera considérée comme identique à celle du réseau « Centre aéré » (Salmon Sud).

Réseau Laboratoire, eau chaude (Salmon Nord) :

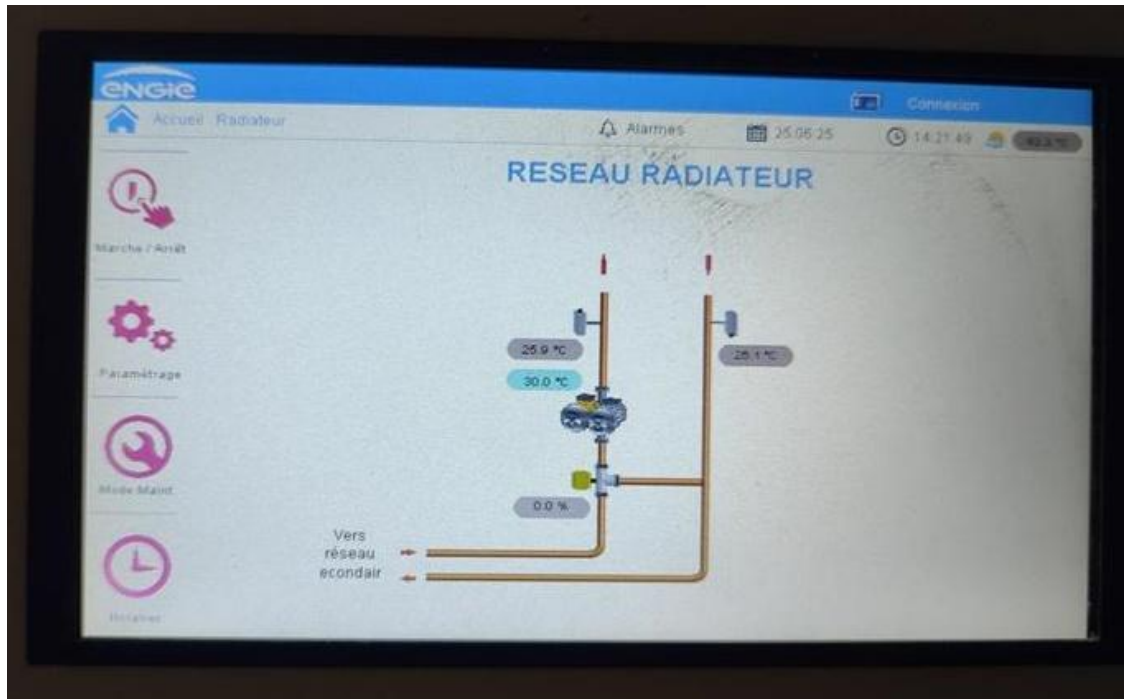


Figure 11 - Régulateur réseau EC

Les paramètres de régulation en place n'ont pas pu être validés sur le contrôleur Saia, ce dernier étant bloqué par mot de passe. Le système était à l'arrêt lors de la visite (hors saison de chauffe). On recense tout de même une température de chauffe de 30°C pour 25°C extérieur. Ce qui montre que la courbe de chauffe pourrait être abaissée.

Les réseaux (vapeur BP et eau chaude) de chauffage ne sont pas intégralement isolés, tant au niveau des points singuliers que de certaines longueurs droites.

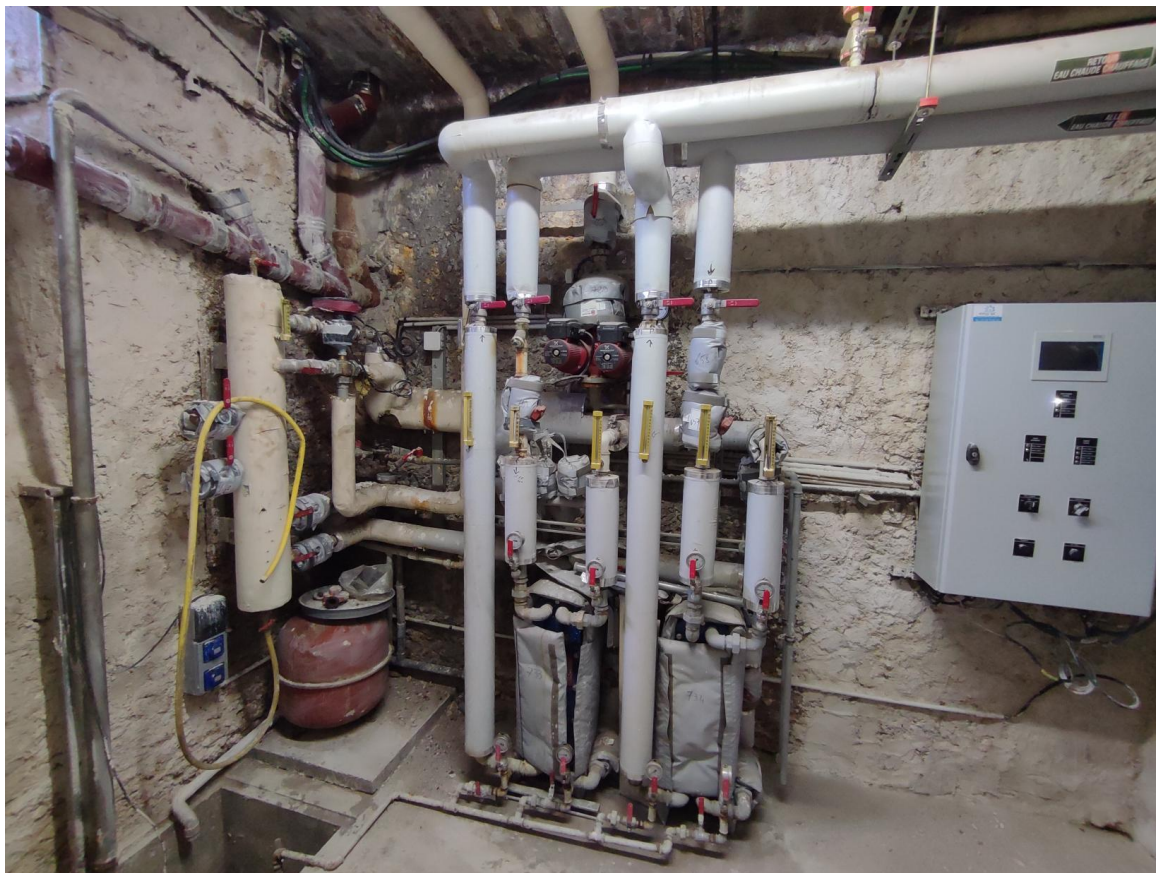


Figure 12 - Photo de la Sous-station EC

3.6.2. Relevés de températures ambiantes

Zone	Plage températures (°C)
Laboratoire	22°C
Chambre froide	5°C
Salle congélateurs	18°C
Bureaux, circulations	25°C

Les relevés ont été effectués le 07/05/2025, hors période de chauffage. Le bâtiment possède plusieurs typologies de zones climatisées adaptées aux besoins de celles-ci. Les températures du laboratoire et de la salle où se trouvent les congélateurs nous semblent un peu faibles et pourront faire l'objet d'une action sur le réglage de la climatisation.

3.6.3. ECS

L'ECS (Eau Chaude Sanitaire) du site est produite via le réseau de chaleur et les échangeurs Spirec associés à la production de Cassiodore.

3.6.4. Ventilation

Les équipements de ventilation n'ont pas pu être recensés lors des visites. Nous considérerons donc que les extracteurs sont situés dans les faux plafonds du bâtiment.

3.6.5. Mesures de débit de ventilation

Zone	Débit moyen par bouche (m3/h)
Sanitaires aile Nord RDC et R+1	14
Archives aile Nord	14
Laboratoire	14

Les relevés de débits de ventilation ont permis de constater le bon fonctionnement des bouches d'extraction dans les zones concernées (laboratoire, sanitaires, stockage et archives aile Nord). Cela permet de garantir le renouvellement d'air et de prévenir l'accumulation d'air vicié et d'humidité dans les zones concernées.

3.6.6. Climatisation

Bâtiment	Emplacement	Nom	Qté	Équipement	Type	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	P thermique chaud (kW)	P thermique froid (kW)	P électrique max (kW)	Présence variateur (oui/non)	Performance	Vétusté
SALMON	Cour du service technique	TNN_SAL_RDC_CLIM 02	1	Détente directe	Détente directe - unité extérieure	RDC	DAIKIN	RXYSQ5 T7Y1B	2016	14	12	3,95	Oui	5	4
SALMON	TERASSE SALMON	TNN_SAL_R02_CLIM 01	1	Détente directe	Détente directe - unité extérieure	Locale Orange chapelle R02	MITSUBISHI ELECTRIC	PUHZ-P100YH A2	2016	12,5	10	3,95	Oui	5	4
SALMON	TERASSE SALMON	TNN_SAL_R02_GF01	2	Groupe froid	Groupe de condensat ion	EFS RDC	TECUMSE H	DK1403 0202	2011	-	~3,7-4,5	~1,2-1,5	Oui	4	3
SALMON	TERASSE SALMON	TNN_SAL_R02_GF03	1	Groupe froid	Groupe de condensat ion	EFS RDC	TECUMSE H	DK1353 0202	2011	-	~3,2-4,2	~1,1-1,4	Oui	4	3

« - » = Non concerné

Le bâtiment est équipé d'un ensemble de systèmes de climatisation à détente directe :

- 1 système VRV dédié au rez-de-chaussée du secteur Salmon,
- 1 unité VRV pour le local Orange Chapelle.

L'ensemble de ces systèmes est piloté localement via des **consoles de régulation individuelles**, assurant un confort thermique par zone. Ces équipements sont principalement utilisés pour le rafraîchissement des locaux, tandis que le chauffage est assuré par les radiateurs. Il reste donc crucial de prévenir tout fonctionnement simultané avec les systèmes de chauffage dans une même zone, afin d'éviter les conflits thermiques, principalement sur le RDC Salmon.

Par ailleurs, **trois groupes froid Tecumseh** sont installés spécifiquement pour l'EFS (Établissement Français du Sang), en charge du refroidissement des chambres froides et réfrigérateurs. Ces équipements sont totalement autonomes et régulés indépendamment du reste de l'infrastructure CVC.

Une **gestion décentralisée** par zone est actuellement en place, assurant une souplesse d'exploitation. Toutefois, la mise en œuvre d'un système de supervision technique centralisée permettrait d'optimiser les consommations énergétiques en ajustant plus finement les apports de froid selon les besoins réels des utilisateurs et des équipements.



3.6.7. Eclairage intérieur

Équipement	Puissance surfacique estimée	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Tube fluocompacte T8	15 W/m ²	3	3	5 ans
Dalles lumineuses fluocompactes	15 W/m ²	3	3	5 ans
Dalle LED	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%.

3.6.8. Relevés d'intensité lumineuse intérieure

Zone	Intensité (lux)
Laboratoire	250
Sanitaires	100
Bureaux	500-1000
Circulations	100

L'éclairage du laboratoire est particulièrement intense, atteignant jusqu'à 1000 lux. Pour des raisons de confort, le personnel de l'EFS limite son usage à environ la moitié de l'éclairage, soit 500 lux. Sur le reste du site, aucune anomalie n'est constatée concernant les intensités d'éclairage.

3.6.9. Eclairage extérieur

Équipement	Quantité	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Lampadaire extérieur	Estimée à 5	2	2	5 ans



L'éclairage extérieur est supposé piloté par une sonde crépusculaire.

3.5.10. Gestion Technique Centralisée

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

Deux GTB sont installées sur le site.

La GTB Iconics permet de piloter le circuit radiateurs de la zone EFS et des bureaux de Salmon Nord. Les GTB n'étant pas fonctionnelles lors de la visite, il convient de valider si les régulateurs Baelz sont remontés sur la GTB ou non.

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 Salmon et Chapelle du 04/04/25 au 05/05/25 n'a malheureusement pas été concluante.

D'après les données de la campagne de mesure et suivant l'hypothèse d'un fonctionnement constant sur l'année, l'intensité électrique du bâtiment est de 41 kWh/m²/an soit 69 MWh/an, ce qui semble très faible compte-tenu de l'activité du bâtiment. La consommation électrique attendue pour ce bâtiment se situe au minimum à 120 kWh/m²/an, soit 2 fois plus que les résultats observés.

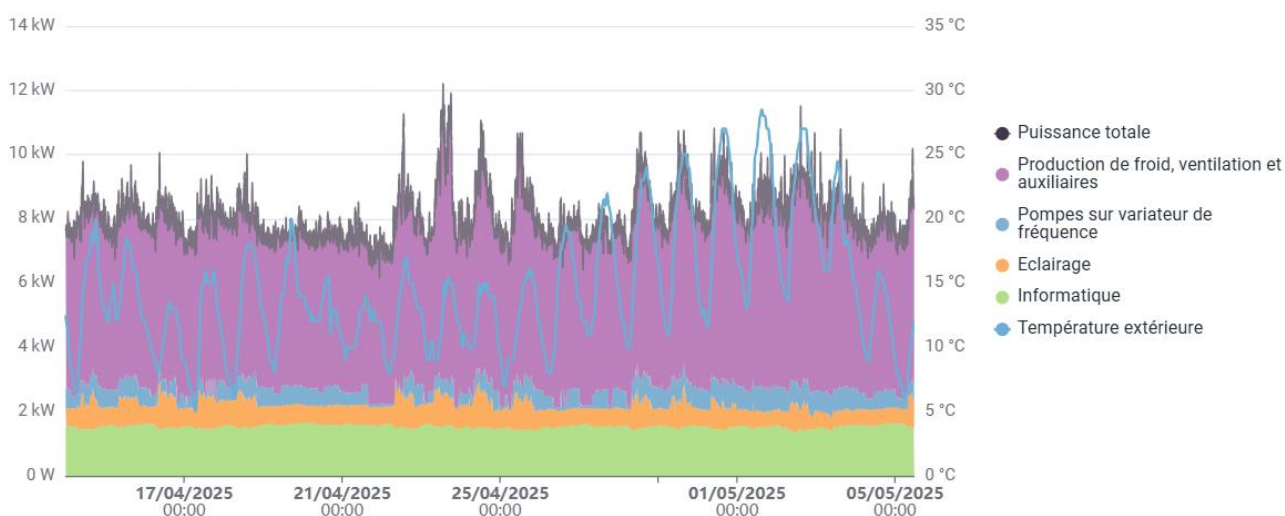
Pendant la période de mesure, l'activité du bâtiment a suivi son fonctionnement normal et aucune coupure électrique n'a été constatée sur les relevés. L'instrumentation a été validée à distance par la société Smart Impulse, fournisseur des équipements de mesure sur ce projet. On peut donc poser l'hypothèse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

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 :

- Puissances plus élevées atteintes en journée en semaine, sur des plages horaires qui semblent correspondre aux horaires des bureaux. L'augmentation de puissance est due au poste d'éclairage (7h-19h30) et aux productions de froid, ventilation et auxiliaires (7h30 - 20h30), cela peut être dû à l'usage des sorbonnes ainsi qu'aux ouvertures de frigos et chambres froides.
- Cette puissance est variable, entre 1 et 5 kW, avec une augmentation en milieu de journée,
- On note une thermo-sensibilité liée à la production de froid, avec une légère augmentation corrélée à l'augmentation des températures extérieures.
- Puissance maximale de 12 kW atteinte en journée autour de 13h,
- Talon de consommation de 7 kW atteint en période nocturne.

Les équipements d'éclairage 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 important (50% de la puissance en plein usage), cependant une partie du bâtiment étant occupé 24h/24, ce talon ne semble pas aberrant mais pourrait être amélioré au vu des surfaces occupées.

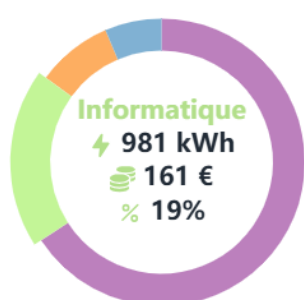
On remarque une absence de variation de la consommation d'énergie des équipements informatiques, alors même que certaines ailes sont occupées en permanence, ce qui ne reflète pas l'usage du bâtiment et tend à confirmer l'hypothèse selon laquelle seule une partie de la consommation électrique a été prise en compte par la mesure.

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 09/04/2025 au 05/05/2025



Production de froid, ventilation et auxiliaires Groupe froid, split-systems et pompes	3,4 MWh	66%
Informatique	981 kWh	19%
Eclairage	438 kWh	8,6%
Pompes sur variateur de fréquence	327 kWh	6,4%

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

4.2. ANALYSE DES CONSOMMATIONS THERMIQUES DU RESEAU DE CHALEUR

En l'absence de données de consommation des bâtiments Salmon et Chapelle 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 de RCU réelle totale Tenon (2023) = 17 544 MWh
- Surface totale occupée (2023) = 115 527 m²
- Surface occupée bâtiments Salmon et Chapelle (2023) = 1 673 m²
- Consommation de RCU calculée bâtiments Salmon et Chapelle (2023) = 235 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 pour estimer les consommations de référence.

Les consommations de RCU Salmon ont été simulées sur l'année 2023 avec une simulation énergétique dynamique. Les consommations de RCU de la chapelle ont été simulées sur l'année 2023 à l'aide d'un modèle simplifié afin d'estimer la consommation de chauffage. Les résultats sont les suivants concernant les consommations des deux bâtiments :

- Consommation de RCU de notre modèle SED de Salmon : 181 MWh
- Consommation de RCU de notre modèle simplifié de la chapelle : 92 MWh

Consommation annuelle de RCU du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle de RCU estimée [MWh]	Ecart [%]
273 MWh	254 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 Chapelle présente de fortes déperditions liées au chauffage liées à une enveloppe thermique peu performante et une grande hauteur sous plafond.

4.3. ANALYSE DES CONSOMMATIONS ELECTRIQUES

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 bâtiments Salmon et chapelle (2023) = 1 673 m²
- Consommation calculée bâtiments Salmon et chapelle (2023) = 234 MWh

Les mêmes modèles ont été utilisés pour simuler les consommations électriques de Salmon et de la chapelle sur l'année 2023 :

- Consommation d'électricité de notre modèle SED de Salmon : 181 MWh
- Consommation d'électricité de notre modèle simplifié de la chapelle : 92 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 [%]
121 MWh	234 MWh	-48 %

L'écart est de -48%, 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 compréhensible au vu de l'activité du bâtiment Salmon (atelier et centre de loisirs consomment peu d'électricité) et de la Chapelle (peu éclairée, pas climatisée et n'abrite pas de process spécifiques). L'activité de ce groupe de bâtiments n'est pas représentative de l'ensemble du site, ils sont moins consommateurs que les autres bâtiments. Cela explique l'écart constaté entre les consommations électriques simulées et les consommations électriques estimées à l'aide du mètre.

4.4. SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

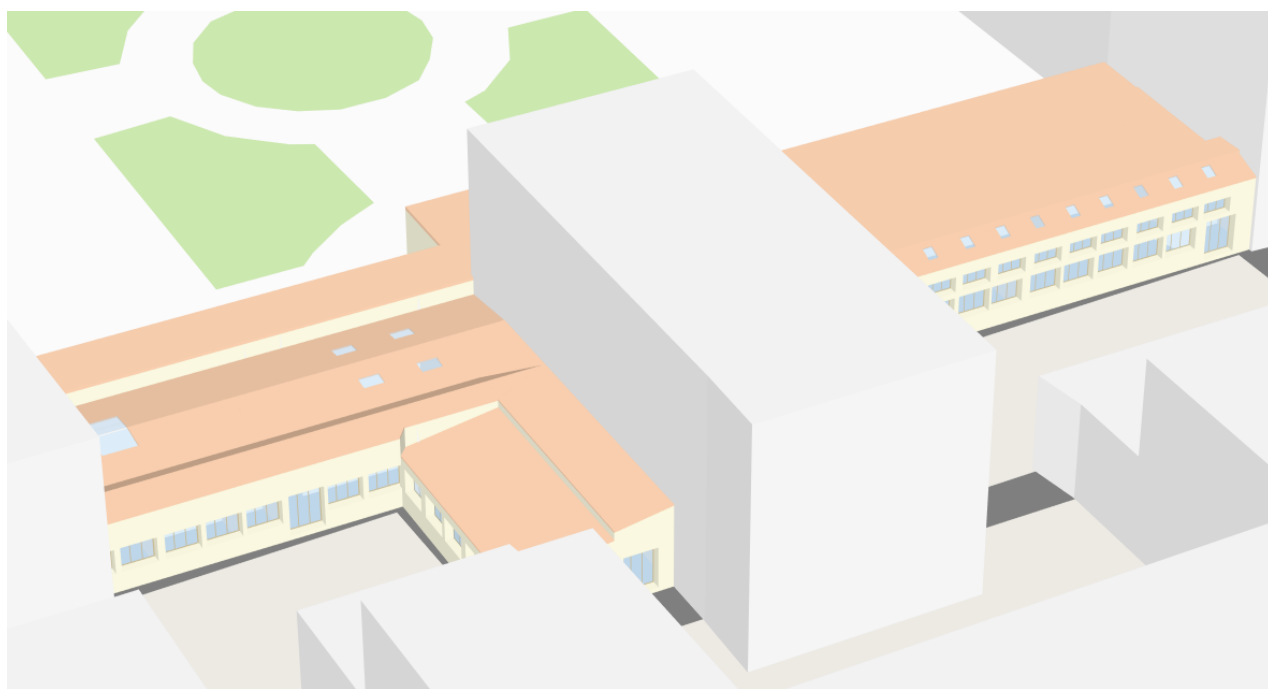
Afin de calculer les résultats des préconisations, et d'identifier les déperditions, nous avons réalisé une Simulation Thermique Dynamique (STD) ainsi qu'une Simulation Energétique Dynamique (SED).

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.

4.5. 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.

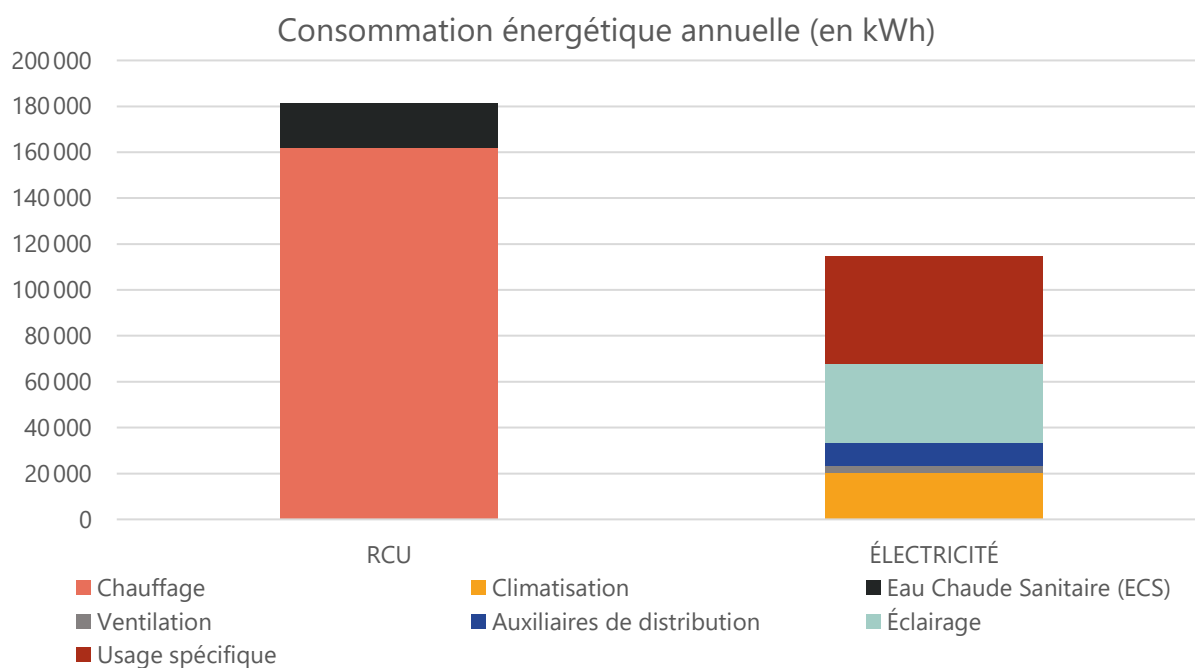
4.6. DETAILS DE CONSOMMATIONS ISSUES DE LA SED

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.

Voici les résultats de la modélisation du bâtiment Salmon :

	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	161 635	89%	-	0%	73	54%
Climatisation	-	0%	20 209	18%	9	7%
Eau Chaude Sanitaire (ECS)	19 518	11%	-	0%	9	7%
Ventilation	-	0%	3 133	3%	1	1%
Auxiliaires de distribution	-	0%	10 147	9%	5	4%
Éclairage	-	0%	34 380	30%	16	12%
Usage spécifique	-	0%	46 761	41%	21	16%
Production d'énergie renouvelable	-	0%	-	0%	0	0%
TOTAL	181 153		114 630		134	



Le principal poste de consommations est le chauffage, c'est donc sur celui-ci que vont s'orienter les actions proposées.

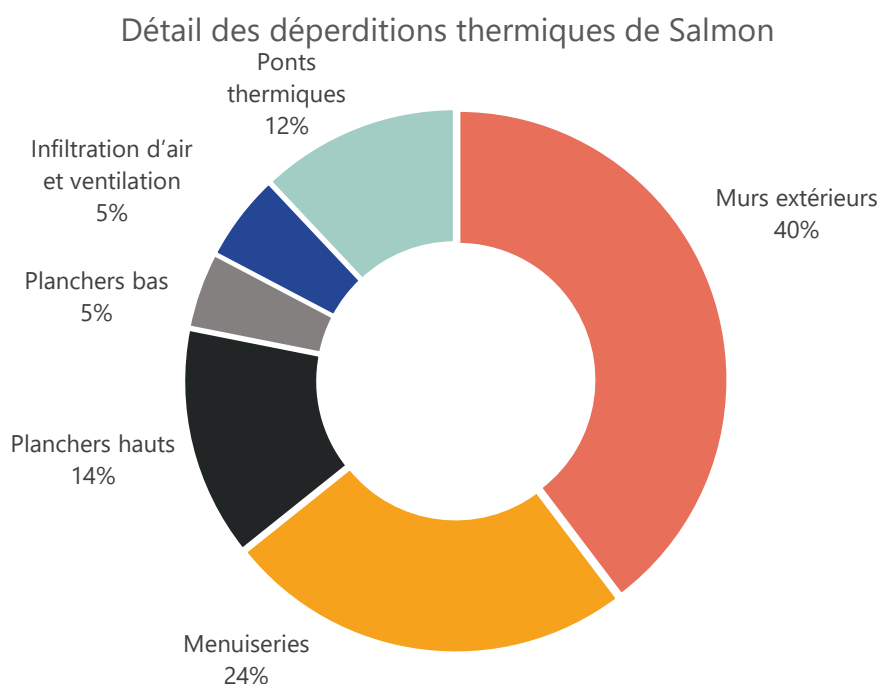
Un modèle simplifié a été utilisé pour modéliser la chapelle. Les consommations estimées sont les suivantes :

	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	92 500	100%	-	0%	197	94%
Éclairage	-	0%	5 800	100%	12	6%
TOTAL	92 500		5 800		209	

4.7. DEPERDITIONS THERMIQUES ISSUES DE LA SED (SALMON)

RÉPARTITIONS DES DÉPERDITIONS					
Murs extérieurs	Menuiseries	Planchers hauts	Planchers bas	Infiltration d'air et ventilation	Ponts thermiques
24,84 kW	15,37 kW	8,67 kW	2,87 kW	3,3 kW	7,52 kW
TOTAL DES DÉPERDITIONS				62,57 kW	
COEFFICIENT $U_{bât}$				1,76 W/m².K	

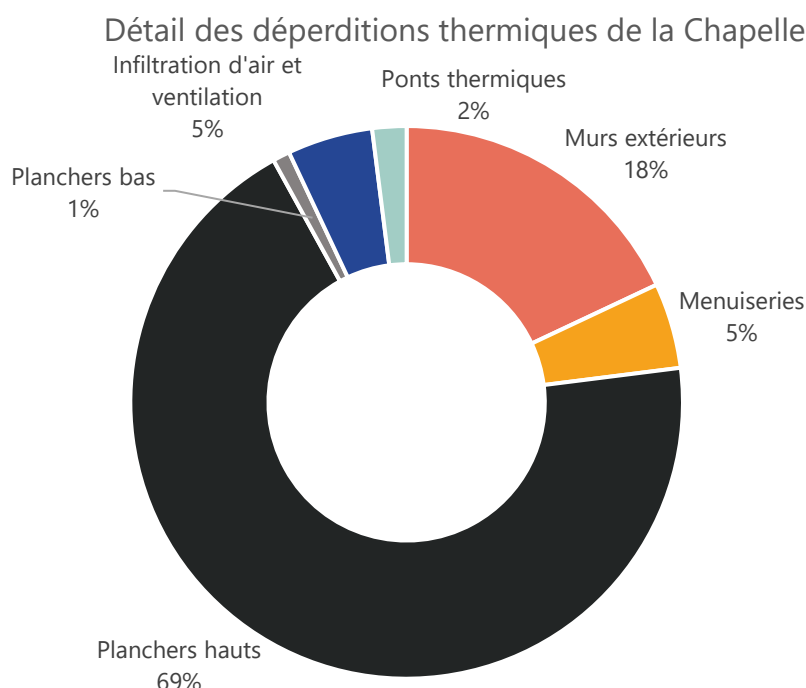
Soit une répartition à l'échelle du bâtiment Salmon telle que :



Les déperditions du bâtiment Salmon sont principalement dues aux murs extérieurs non isolés et aux fenêtres vieillissantes présentant une faible performance thermique.

Les actions d'amélioration du bâti devront se porter principalement dessus.

La chapelle a fait l'objet d'une étude statique afin d'obtenir des ordres de grandeur sur les postes de déperditions de celle-ci.



4.8. BESOIN DES LOCAUX

La simulation thermique dynamique permet de calculer les besoins climatiques en chaud et froid du bâtiment Salmon (bâtiment Chapelle exclu).

	PUISSANCE À INSTALLER (NF EN 12831)	PUISSANCE INSTALLÉE (sur site)	ÉCART
CHAUFFAGE	75 kW	Poste Nord : 48 kW + 48kW (secours) Poste Sud : 50 kW	+ 30 %
REFROIDISSEMENT	16 kW	31 kW	+ 94 %

La puissance de chauffage active à installer pour subvenir aux besoins en chaud de Salmon est de 75 kW. La puissance installée de production de chaud (échangeurs), est de 98 kW en tout (avec 48 kW de secours sur le poste Nord), soit 30 % de plus que nécessaire. La puissance installée de chaud est donc légèrement surdimensionnée pour les besoins du bâtiment.

La puissance de froid à installer pour subvenir aux besoins en froid de Salmon est de 16 kW. La puissance de refroidissement installée est de 31 kW. Cette puissance correspond à 94% à la puissance à installer recommandée pour fournir les besoins en froid nécessaire (climatisation laboratoire, zones de stockage climatisées laboratoire, local congélateurs et chambre froide). La puissance de froid installée est donc surdimensionnée.

Pour les besoins de chauffage de la Chapelle, nous avons estimé une puissance nécessaire pour la chauffer telle que :

	PUISSANCE À INSTALLER (NF EN 12831)	PUISSANCE INSTALLÉE (sur site)	ÉCART
CHAUFFAGE	127 kW	120 kW	+ 12 %

Le chauffage est légèrement sous-dimensionné par rapport aux besoins de la chapelle, cela s'explique par une enveloppe peu performante (pas d'isolation, toiture abîmée). La chapelle n'est pas climatisée.

4.9. 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 météorologies 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.

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	92
Surface totale (m ²)	1 923 m ²
Surface chauffée (m ²)	960 m ²
Surface refroidie (m ²)	164 m ²
Surface hors DEET (m ²)	470 m ²
Consommations hors DEET (MWhDT)*	RCU : 71 MWhDT Elec : 6 MWhDT
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	Surface	Coef total
Chambre froide	18	380
Bureaux standards / administration	550	87
Laboratoire courant	268	223
Zone d'accueil au public	236	78
Bibliothèque, médiathèque et service d'archives	108	65
Valeur par défaut	208	155

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)
188	265

En comparant cette valeur avec la consommation modélisée pour le bâtiment (basée sur les consommations de 2023 à l'échelle du site), on constate que l'objectif estimé pour 2030 n'est pas atteint.

Contact



6. CONTACT

Filip SOUILLAC

Auditeur énergétique

Filip.souillac@advizeo.io

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet

Clarisse.manteau@advizeo.io

PLUYAUD Zoé

Auditrice énergétique

Zoe.pluyaud@advizeo.io

Bastien RINGES

Expert STD

Bastien.ringes@advizeo.io

advizeo

La Félicité Paris Sully-Morland

2 Cour de l'Ile Louviers

75004 Paris

www.advizeo.io

advizeo

Annexe

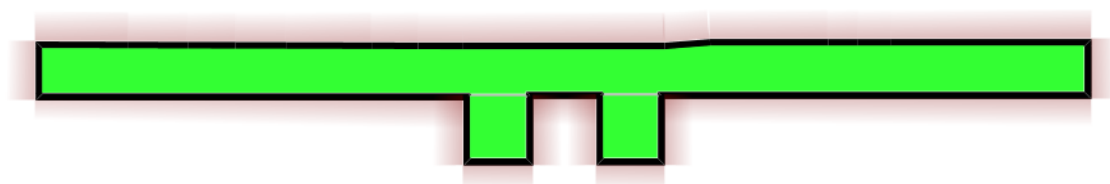


7. ANNEXE

7.1.REPARTITION DES ZONES

Voici comment sont décomposées les différentes zones du site :

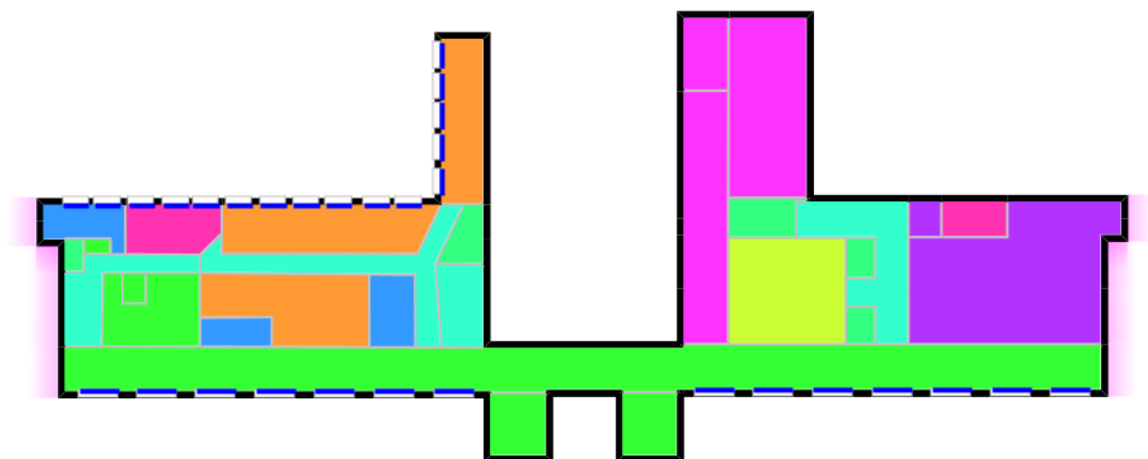
	Local technique/gaine technique/local non chauffé
	Laboratoire
	Bureaux
	Circulations
	Centre de loisirs
	Réserves non ventilées
	Archives
	Chambre froide
	Sanitaires
	Atelier
	Stockage froid
	Vestiaires
	Salles de détente



R-1



RDC



R+1

7.2.SURFACES DES DIFFERENTES ZONES THERMIQUES

Zone thermiques STD	Surface de Plancher (m ²)
Local technique/gaine technique/local non chauffé	786
Laboratoire	146
Bureaux	182
Circulations	163
Centre de loisirs	121
Réserves non ventilées	64
Archives	63
Chambre froide	11
Sanitaires	41
Atelier	117
Stockage froid	9
Vestiaires	11
Salles de détente	40