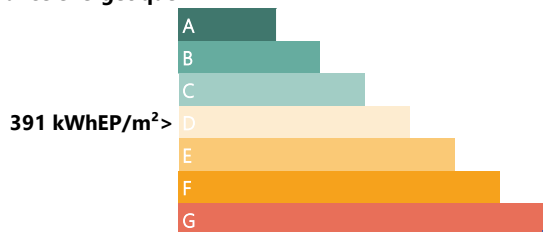


Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE – Etat des lieux

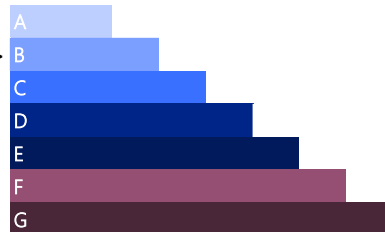
TNN020 – Hôpital de TENON – Bâtiment ACHARD

Performance énergétique



Emission GES

30 kgCO₂/m²>



EMETTEURS

Vincent PIGNON

Energy Manager – Advizeo

Bastien RINGES

Expert STD – Advizeo

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet – Advizeo

DESTINATAIRE

Régis PATRAT

Ingénieur énergies et construction
durable

Direction des Investissements et des
Services Numériques

AP-HP Sorbonne Université

Production et vérification du document

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

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

Historique des versions émises :

Nom	Date	Modifications principales
APHP_TENON_Etat des lieux_ACHARD_V1	-	-

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 ACHARD	8
1.5. Description synthétique du PERIMETRE	9
1.5.1. Vues et plans du bâtiment	9
1.5.2. Caractéristiques principales	10
1.5.3. Occupation	11
1.5.4. Détail des surfaces du site.....	11
2. SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX.....	13
2.1. Synthèse générale du diagnostic – Etat des lieux enveloppe thermique	13
2.2. Synthèse générale du diagnostic – Etat des lieux systemes	15
3. Etat des lieux	19
4.1. Indicateurs énergétique - enveloppe	19
4.2. Indicateurs energétique - équipements.....	19
4.3. barème énergétique général.....	20
4.4. Performance de l'enveloppe	22
4.4.1. Parois opaques	22
4.4.2. Menuiseries extérieures.....	23
4.4.3. Prises de vue à la caméra thermique.....	25
4.5. Performance des installations énergétiques	26
4.5.1. Chauffage.....	26
4.5.2. Relevés de températures ambiantes	28
4.5.3. ECS	29
4.5.4. Ventilation.....	30
4.5.5. Mesures de débits de ventilation	32
4.5.6. Climatisation	33
4.5.7. Eclairage intérieur	36
4.5.8. Relevés d'intensités lumineuse intérieures.....	36
4.5.9. Eclairage extérieur	37
3.5.10. Gestion Technique Centralisée	37

5. énergétique

Analyse de la performance thermique et 39

5.1. Analyse courbe de charge électrique SMART Impulse	39
5.2. Simulation Energétique Dynamique	39
5.3. Notes méthodologiques.....	40
5.4. Données météorologiques	41
5.5. Détails de consommations issues de la STD	42
5.6. Déperditions thermiques.....	44
5.7. Besoin des locaux.....	45
5.8. Consommation du réseau de chaleur urbain issue de la STD	46
5.9. Consommation d'électricité issue de la STD	47

6.

Etat des lieux Décret Tertiaire..... 48

6.1. Détermination de la référence et des objectifs	48
---	----

7.

Contacts 50

8.

Annexe 52

8.1. Répartition des zones issue de la STD.....	52
8.2. Surfaces des différentes zones thermiques	56
8.3. Détail de l'ajustement climatique.....	57

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 ACHARD 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

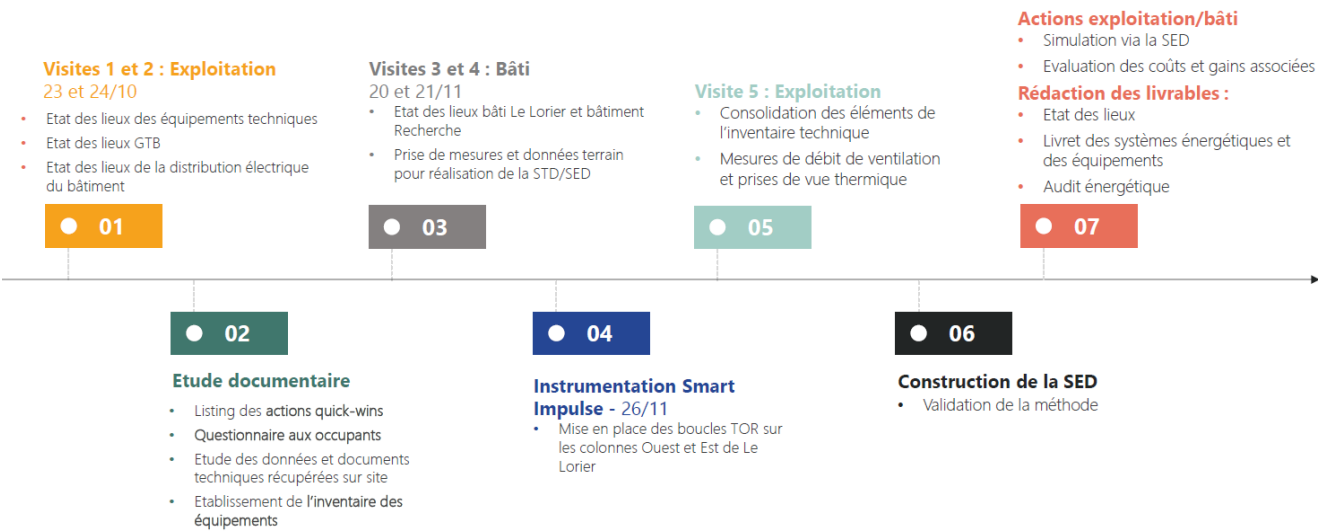
L'ensemble de la prestation vise à apporter une vision d'ensemble de la performance énergétique actuelle des sites et de leurs bâtiments. De plus, elle a pour objectif de dégager les principaux leviers d'action permettant l'amélioration de la performance énergétique et environnementale tout en assurant 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	Bâtiment	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	-	Instrumentation Smart-Impulse non réalisée
Parois	07/01/2025	Relevés d'épaisseurs de parois et de compositions non destructifs
Température ambiance intérieure	07/01/2025	Relevés de températures zones par zones
Débit de ventilation	07/01/2025	Relevés de débits de ventilations zones par zones (accessibles)
Vues thermiques	07/01/2025	Prise de vues à la caméra thermique
Luminosité	07/01/2025	Relevés d'intensité lumineuse zone par zone
Hygrométrie	25/06/2025	Relevés d'humidité relative zone par zone (accessibles)

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

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

Données d'entrée	Commentaires
Historique des factures énergétiques (minimum 12 mois)	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	PID des sous-stations Listing équipements de ventilation, Listing équipement de chauffage et ECS, Plans avec équipements,
DOE/Fiches techniques	Partiel, uniquement FT des échangeurs Barriquand
Electricité	Synoptique général
Bâtiment	Plans de masse et plans techniques
Feuille de route	Template barème énergétique à compléter Plan d'action GH-SU_ TNN - V1
Régulation	Régulateurs Siemens HS pendant la période d'audit

1.4. PERIMETRE DE L'AUDIT ENERGETIQUE

1.4.1. Bâtiment ACHARD

Le bâtiment ACHARD, siège du service mortuaire du site de TENON, est aussi siège d'activités de recherche. **Celui-ci est partiellement occupé en raison d'un projet de changement d'usage de celui-ci, devenant le magasin médicamenteux du site.** Le bâtiment accueille du public dans les locaux liés à l'activité mortuaire du site (administratif, exposition) et du personnel employé dans les autres locaux. Il a été construit durant la période des années 1960-1970. Il se dresse sur 6 étages et comporte un sous-sol.

Le bâtiment ACHARD 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

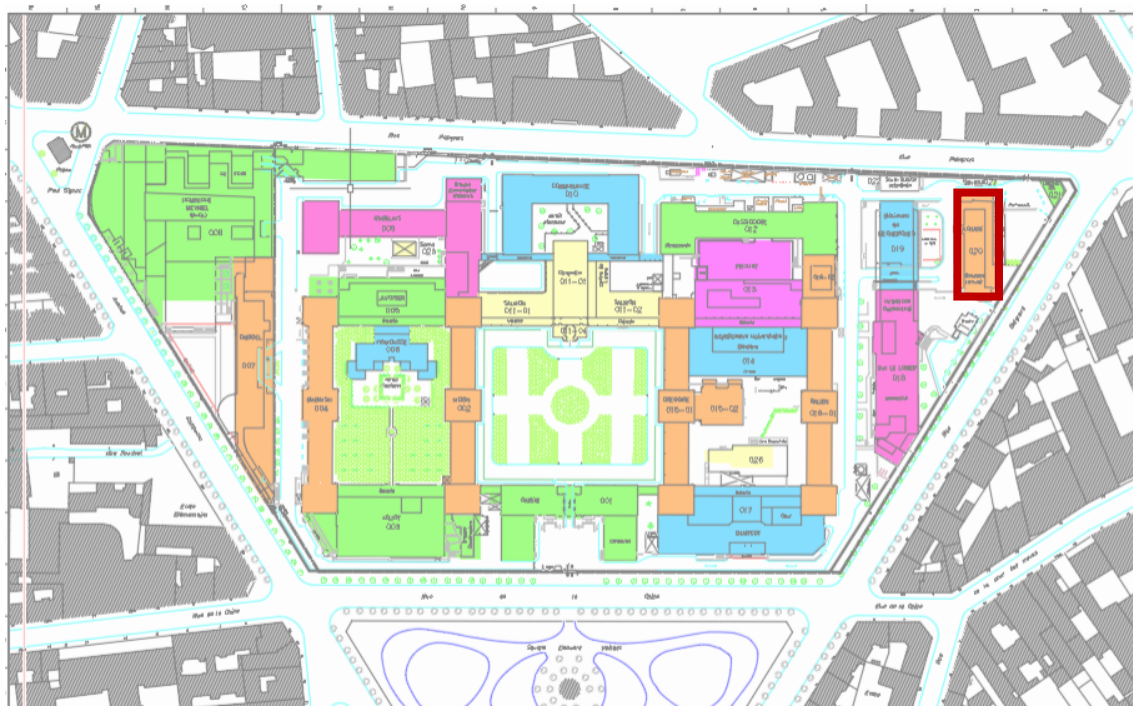


Figure 2 - Plan de masse du site



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 ACHARD.

Tableau 2 - Caractéristiques du site

Hôpital de TENON	
Typologie	Hôpital
Bâtiment classé	Oui
Nombre de bâtiments	20
Année de construction	1968, 1976, 1995, 2005, 2011 et 2021
Surface totale	105 474 m²

Tableau 3 - Caractéristiques du bâtiment

Bâtiment ACHARD	
Typologie	Service mortuaire – locaux de recherche
Bâtiment classé	Non
Année de construction	1976
Surface totale	3 813 m²
Surface chauffée	~3603 m²
Surface refroidie	~2912 m²
Horaires d’occupation des locaux	Services mortalité : Occupation permanente Autres services : Occupation partielle (lundi-vendredi de 8h00 à 20h00)

1.5.3. Occupation

Le bâtiment accueille le service mortuaire, assurant le traitement administratif et logistique des patients, ainsi que plusieurs services de recherche, assurant des activités de recherche concernant divers services du site de TENON. Il comprend une zone d'accueil pour le public (locaux administratifs et locaux d'exposition en lien avec l'activité mortuaire du site), des bureaux administratifs, des locaux de recherche et des locaux de détente.

En outre, le bâtiment dispose, au sous-sol, de chambres froides utilisées pour le traitement des défunts.

L'activité sur le site est hétérogène, les services en lien avec l'activité mortuaire fonctionnant 24h/24, 7j/7. Les autres services fonctionnant du lundi au vendredi de 8h00 à 20h00.

1.5.4. Détail des surfaces du site

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

Tableau 4 - Répartition des surfaces suivant les typologies

Typologie	Surface (m ²)	Correspondance DEET
Locaux inoccupés	328	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Circulations verticales	43	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Ascenseurs	20	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Circulations horizontales	628	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Halls d'entrée	156	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Sanitaires	130	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Locaux bureaux	522	Bureaux standards / administration
Locaux laboratoires	400	Laboratoire courant
Locaux laboratoires critiques	114	Laboratoire classé
Locaux congélation	98	Chambre froide
Chambres froides	162	Chambre froide
Locaux détente	106	Bureaux standards / administration
Locaux d'activités mortuaires	115	Laboratoire courant
Locaux d'accueil et d'attente	66	Zone d'accueil au public
Locaux d'expérimentation divers	557	Laboratoire courant
Locaux vestiaires	47	Vestiaires
Locaux techniques	210	Hors DEET
Locaux laverie	56	Laverie
SAS Circulations	100	Ventilé sur les surfaces d'activités principales
Locaux informatiques	19	Serveurs
Locaux secrétariat	73	Bureaux standards / administration
Locaux réserve	20	Bureaux standards / administration
Locaux archives	26	Bureaux standards / administration
Locaux salle de réunion	26	Bureaux standards / administration
Local logement de garde	8	Hors DEET

Synthèse de l'état des lieux

2



2. SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX

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

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

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

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

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

Planchers bas : Composé de plusieurs niveaux, dont un niveau enterré actuellement dédié au traitement des défunts, le bâtiment ACHARD est composé de plusieurs types de planchers bas : un plancher bas sur locaux non chauffés (RDC) et un plancher bas sur terre-plein (R-1). Le plancher bas sur terre-plein n'engendrant que de très faibles déperditions thermiques relativement au plancher bas sur locaux non chauffés, seul ce dernier sera détaillé dans cette étude.

Initialement occupé, le bâtiment ACHARD est construit sur terre-plein (plancher bas sur terre-plein du R-1), en considérant l'étage R-1 précédemment pleinement utilisé et chauffé. Cependant, la modification d'usage du bâtiment oblige à considérer une typologie de construction sur locaux non chauffés.

Le bâtiment présente donc un plancher bas au niveau du RDC (sur locaux non chauffés) est composé de dalles de faux plafond de 3 cm d'épaisseur, et d'une dalle béton d'environ 40 cm d'épaisseur, en contact avec le local non chauffé.

La performance thermique de cette paroi est faible.

Planchers hauts (toitures-terrasses) : Composé de plusieurs niveaux présentant des planchers hauts (même typologie de composition), le bâtiment ACHARD est composé d'une seule typologie de plancher haut (sur toiture-terrasse).

Les planchers hauts (sur toiture-terrasse) sont composés de dalles de béton de type carrelage extérieur d'environ 3 cm d'épaisseur, d'une dalle de béton d'environ 20 cm d'épaisseur, et de dalles de faux plafond de 3 cm d'épaisseur.

La performance thermique de cette paroi est faible.

Murs extérieurs : Composé de plusieurs niveaux en contact avec le sol (R-1) et l'extérieur, le bâtiment ACHARD est composé de deux typologies de composition de murs sur extérieur.

Les murs sur extérieur du niveau R-1, en contacts avec le sol, sont composés de béton lourd d'environ 30 cm d'épaisseur, et d'enduit intérieur d'épaisseur d'environ 1 cm.

Les murs extérieurs des niveaux RDC au R+6 en contact avec l'extérieur, sont composés d'enduit extérieur d'environ 1 cm d'épaisseur, de béton lourd d'environ 30 cm d'épaisseur, d'un doublage d'épaisseur 3 cm et d'une couche d'enduit intérieur d'environ 1 cm d'épaisseur.

Globalement, la performance thermique de ces parois est faible.

Menuiseries : Composé de plusieurs locaux réaménagés, le bâtiment ACHARD est composé de plusieurs typologies de menuiseries.

Les portes d'entrée vitrées (façade nord) au RDC sont composées d'un cadre en aluminium (absence de rupture thermique), de vitrages simples, et d'une partie opaque en aluminium. La performance thermique de ce type de menuiserie est faible.

Les portes d'entrée vitrées (façade sud) au RDC sont composées d'un cadre en aluminium (absence de rupture thermique) et de vitrages simples recouverts par une épaisseur de film solaire. La performance thermique de ce type de menuiserie est faible.

Les fenêtres des locaux de circulation (façade nord) au RDC sont composées d'un cadre en aluminium (absence de rupture thermique) et de vitrages simples. La performance thermique de ce type de menuiserie est faible.

Les fenêtres des locaux d'accueil du public au RDC sont composées d'un cadre en aluminium (absence de rupture thermique) et de vitrages simples recouverts par une épaisseur de film solaire. La performance thermique de ce type de menuiserie est faible.

Les fenêtres des locaux de circulation verticales du R+1 au R+6 sont composées d'un cadre en aluminium (absence de rupture thermique) et de vitrages simples. La performance thermique de ce type de menuiserie est faible.

Les fenêtres des locaux d'occupation du R+1 au R+6 sont composées d'un cadre en aluminium (absence de rupture thermique) et de vitrage double de 4 mm d'épaisseur séparés par une lame d'air de 10 mm d'épaisseur. De plus, celles-ci sont équipées de coffres de volets roulants (au niveau du cadre) accueillant le système d'occultation type stores extérieurs. La performance thermique de ce type de menuiseries est moyenne.

Les menuiseries présentent des défauts d'étanchéité non négligeables, induisant des infiltrations d'air extérieur importantes. Ces infiltrations d'air extérieur induisent une hausse de la déperdition thermique du bâtiment, et donc, un besoin de chauffage accru.

Globalement, relativement aux surfaces occupées par chaque typologie de menuiserie, la performance thermique des menuiseries est faible-moyenne.

Renouvellement d'air : Composé de plusieurs locaux sièges d'activités diverses, le renouvellement d'air du bâtiment ACHARD est assuré par plusieurs typologies de systèmes de ventilation.

Le renouvellement d'air des locaux humides de type sanitaires et vestiaires est assuré par des systèmes de ventilation de type VMC simple flux (extracteurs d'air).

Le renouvellement d'air des locaux d'occupation situés au RDC est assuré par des systèmes de ventilation de type CTA simple flux.

Le renouvellement d'air des locaux d'occupation (hors locaux de recherche) des étages R+1 à R+6 est assuré par des systèmes de ventilation de type CTA simple flux et VMC (extracteurs d'air).

Le renouvellement d'air des locaux d'occupation dédiés à des activités de recherche des étages R+1 à R+6 est assuré par des systèmes de ventilation de type CTA double flux et VMC.

Les menuiseries présentent des défauts d'étanchéité non négligeables, induisant des infiltrations d'air extérieur importantes. Ces infiltrations d'air extérieur induisent une hausse de la déperdition thermique du bâtiment, et donc, un besoin de chauffage accru.

Conclusion : La performance de l'enveloppe thermique du bâtiment est faible. En effet, l'absence d'isolation générale des parois en contact avec l'extérieur induit des déperditions élevées, de même que la performance thermique faible - moyenne des menuiseries et la présence d'importantes infiltrations d'air. Malgré l'utilisation de systèmes de ventilation performants assurant le renouvellement d'air de certaines zones (locaux de recherche), la typologie d'activité (recherche) et l'utilisation d'un système de régulation du fonctionnement des systèmes de ventilation non optimisé ne permettent pas une limitation des déperditions thermiques.

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 en vapeur. Le réseau secondaire interne assure ensuite la distribution vers les différentes sous-stations du site.

Le bâtiment Achard est approvisionné par la sous-station SST n°2, située au niveau S-1 du bâtiment Le Lorier. Il est ensuite distribué en chauffage via sa propre sous-station située au sous-sol du bâtiment Achard. Cette sous-station est équipée de deux échangeurs thermiques de 400 kW unitaire. La sous-station couvre les besoins de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire pour le bâtiment.

La diffusion du chauffage au sein d'Achard s'effectue par les batteries chaudes des CTA avec un complément de radiateurs. Des ventilo-convecteurs assurent également le chauffage dans des zones spécifiques telles que la zone Bureaux des laboratoires du R+1.

Des manquements ont été relevés sur le réseau d'eau chaude, notamment sur l'isolation au niveau de la sous-station, ainsi que des fuites récurrentes signalées.

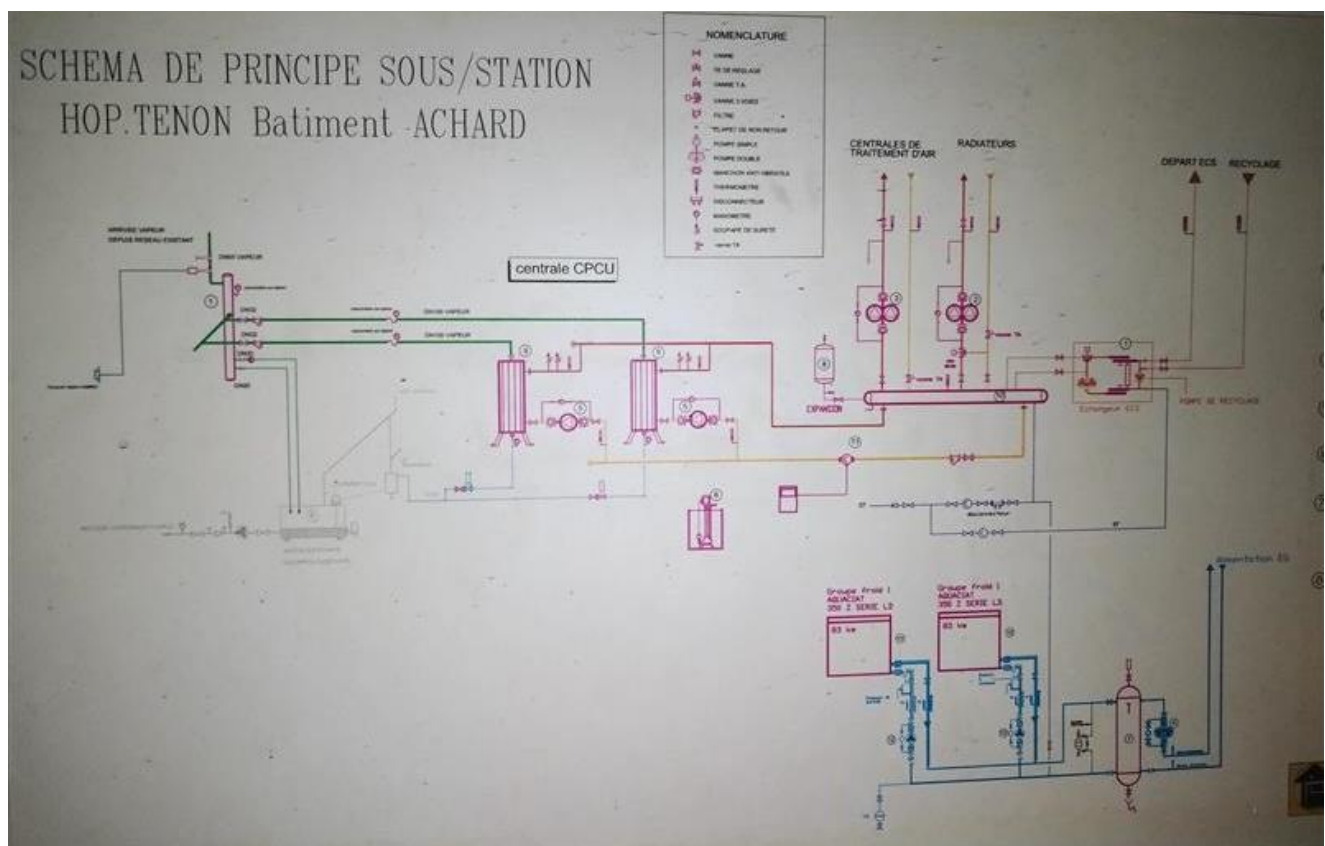


Figure 4 – Schéma de principe sous-station Achard

2.2.2. ECS (Eau Chaude Sanitaire)

La production d'eau chaude sanitaire (ECS) est directement assurée par le réseau de chaleur urbain, via des échangeurs instantanés Spirec présents dans la sous-station d'Achard, sans recours à un système de stockage.

2.2.3. Climatisation

Trois groupes de froid sont installés en toiture du bâtiment de recherche et desservent les bâtiments de Recherche, du Lorier et d'Achard. Un réseau secondaire connecte ces groupes de froid aux batteries froides des centrales de traitement d'air (CTA) pour assurer la climatisation des différents espaces.

Les groupes de froid ont été remplacés lors de la réalisation de l'audit. À noter que ceux-ci ne sont pas équipés d'un système de récupération de chaleur.

En complément, le site est doté de 22 systèmes à détente directe réversibles, qui assurent le chauffage et la climatisation des chambres mortuaires.

2.2.4. Eclairage

L'éclairage intérieur du bâtiment est assuré par un mix de système d'éclairage de type fluocompacte (80 %) et de type LED (20 %), dépendamment des étages concernés (relamping partiel). Les systèmes d'éclairage de type LED sont situés dans les locaux ayant sujet à un relamping. L'éclairage des autres locaux étant assuré par un des systèmes d'éclairage de type fluorescents.

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 (extraction) pour les chambres, bureaux et zones non sensibles. Dans les zones médicales sensibles, un ensemble de centrales de traitement d'air (CTA), détaillé dans la section dédiée à la **Ventilation**, prend en charge l'extraction et le renouvellement de l'air.

La CTA 1, située au R+6 dans le local technique, dessert les zones de recherche « Virologie » des étages R+4 et R+5. Un prémélange est réalisé sur l'air extrait. Le pré-conditionnement est ensuite réalisé par une batterie d'eau chaude et une batterie d'eau glacée, puis des batteries d'eau chaude terminales par zone. Le soufflage dans les pièces est réalisé par des boîtes à débit variable.

La CTA 2, située au R+6 dans le local technique, dessert les zones Bureaux des étages R+4 et R+5. Celle-ci est en simple flux. Elle ne présente qu'une batterie d'eau chaude qui conditionne l'air soufflé via des bouches de soufflage dans les Bureaux. L'air est extrait via l'extracteur

La CTA 4 située au sous-sol dessert la zone Virologie sous-sol ainsi que le labo P3, en simple flux. Elle présente une batterie d'eau glacée, d'eau chaude et un humidificateur. Ce dernier était à l'arrêt lors de la visite. La distribution de l'air dans les pièces se fait par des registres auto-régulant pour la partie Virologie. L'extraction dans les zones desservies se fait via deux extracteurs (un en secours).

La CTA 5 située en sous-sol dessert les zones Bureaux/laboratoires du sous-sol. Elle est en simple flux, et présente une batterie d'eau chaude. Le soufflage par zone est réalisé par des bouches de soufflage dans les bureaux/laboratoires. L'extraction se fait par des bouches de reprise dirigées vers un extracteur. En complément, une VMC extrait l'air vicié au niveau des sanitaires.

L'ensemble des batteries chaudes est alimenté par la sous-station de chauffage d'Achard. L'ensemble les batteries d'eau glacée est alimenté par la production centralisée d'eau glacée présente en toiture du bâtiment Recherche.

La régulation des CTA est initialement réalisée via un régulateur Siemens, qui est hors service.

La performance globale des systèmes de ventilation est faible.

2.2.6. GTB

Le bâtiment Achard et ses équipements ne sont pas remontés sur les GTB du site. Le régulateur SIEMENS présent en sous-station chauffage d'Achard, et qui reprenait la gestion des départs chauffage et eau glacée, ainsi que les régulations des CTA n'est plus fonctionnel.

2.2.7. Usages spécifiques

Siège d'activités du secteur de la recherche médicale et d'une activité mortuaire, le bâtiment est équipé de nombreux équipements électriques présentant une consommation d'énergie élevée (congélateurs basse température, chambres froides, matériel d'expérimentation, ...). Ces équipements sont listés de manière non exhaustive à la section **Usages spécifiques**. Les équipements concernés étant liés aux diverses activités ayant lieu au sein du bâtiment, aucune recommandation d'usage n'est effectuée. Cependant, une bonne sensibilisation à la sobriété énergétique peut permettre de réduire la consommation liée à cet usage.

2.2.8. Conclusion

Globalement, le bâtiment est équipé de systèmes faiblement à moyennement performants avec des paramètres de régulation non optimisés, induisant des consommations d'énergie thermique et électrique élevées.

La condamnation des réseaux de chauffage secondaires desservant les étages inoccupés permettrait de limiter efficacement la consommation d'énergie thermique, sans impacter le confort d'occupation du bâtiment.

Le site, dédié à des activités médicales exigeantes, nécessite des régulations spécifiques, notamment pour la ventilation, et la climatisation, afin de répondre aux normes sanitaires. Ces exigences contribuent à une augmentation significative de la consommation énergétique.

L'enveloppe thermique du bâtiment présentant globalement une performance thermique faible (induisant un besoin de chauffage élevé), et le fonctionnement de nombreux équipements de process (induisant un besoin de refroidissement élevé), la modification des paramètres de régulation (basés sur l'usage et l'occupation du bâtiment) est impérative afin de réduire les consommations d'énergies du bâtiment.

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.

4.1. 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

4.2. 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

4.3. 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 locaux humides (sanitaires, vestiaires)	Aucun équipement	VMC simple flux	CTA double flux sans récupération de chaleur et régulateur de débit	CTA double flux avec récupération de chaleur et régulateur de débit dédiée
Ventilation locaux occupation (hors locaux d'expérimentation)	Aucun équipement	VMC simple flux	CTA double flux sans récupération de chaleur et régulateur de débit	CTA double flux avec récupération de chaleur et régulateur de débit dédiée
Ventilation locaux expérimentation	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

Indicateurs de performance énergétique				
	1	2	3	4
ECS			ECS Centralisée avec bouclage	ECS Centralisée : Thermodynamique ou solaire
Eclairage	Halogène ou éclairage vétuste (>10 ans)	Eclairage majoritairement fluorescent ou néon sans régulation (détection/horloge)	Eclairage majoritairement fluorescent ou néon avec régulation (détection/horloge) Eclairage LED sans régulation	Eclairage LED avec régulation (détection/horloge/sonde de luminosité/gradable)

4.4. PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

4.4.1. Parois opaques

Localisation	Type de paroi	Composition (extérieur vers intérieur)	Surface (m ²)	Résistance thermique surfaccique (m ² .K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
ACHARD	Plancher bas (sur local non chauffé) : RDC	Faux plafond (laine minérale, 3 cm), dalle béton (béton branché, 40 cm), carrelage (matière minérale, 2 cm)	510	0.61	>3	>3	1	1
	Murs sur extérieur : R-1 à R+6	Enduit extérieur (matière minérale, 1 cm), mur béton (béton branché, 30 cm), doublage (indéterminé, 3 cm), enduit intérieur (matière minérale, 1 cm)	1590	0.68	>3.7	>3.7	1	1
	Plancher haut (sur toiture-terrasse) : R+6	Carrelage extérieur (matière minérale, 5 cm), membrane bitumineuse (matière bitumineuse, 1 cm), dalle béton (béton branché, 20 cm), faux plafond (laine minérale, 3 cm)	510	0.71	>4.5	>4.5	1	1

Le relevé de composition non destructif des parois opaques du bâtiment montre l'absence d'isolation sur la totalité de celles-ci, en lien avec l'absence d'assujettissement à une réglementation thermique. Globalement, la performance thermique des parois opaques est très faible, ne permettant pas de limiter les déperditions thermiques.



4.4.2. Menuiseries extérieures

Localisation	Type de vitrage	Composition (mm)	Protection solaire	Surface (m ²)	Conductance thermique surfactive (W/K.m ²)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performanc e	Vétusté	Durée de vie résiduelle
ACHARD	Portes d'entrée vitrées : Cadre aluminium, absence de rupture thermique, simple vitrage, paroi opaque (RDC)	6	Aucune	17.10	5.10	1.9	1.4	1	3	10 ans
	Porte fenêtre : Cadre aluminium, absence de rupture thermique, simple vitrage (RDC)*	6	Film solaire	81.60	5.75	1.9	1.4	1	1	2 ans
	Fenêtre : Cadre aluminium, absence de rupture thermique, simple vitrage (RDC)*	6	Aucune	25.20	5.81	1.9	1.4	1	1	2 ans
	Fenêtre : Cadre aluminium, absence de	6-10-6	Stores intérieurs	10.78	3.95	1.9	1.4	2	2	5 ans

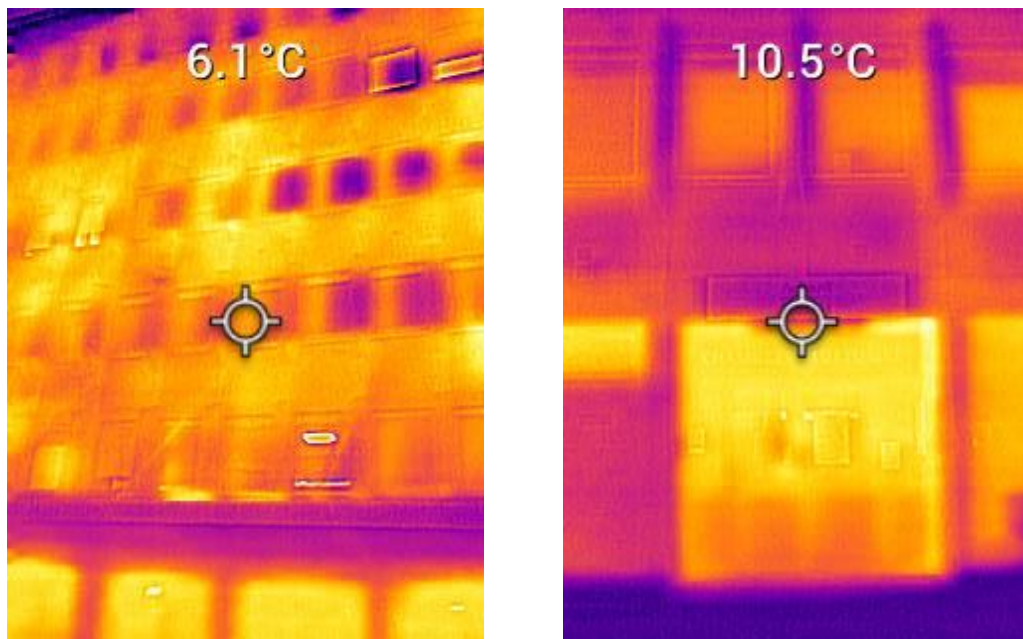
Audit Energétique APHP – TENON – ACHARD

	rupture thermique, double vitrage (RDC)									
	Fenêtre : Cadre aluminium, absence de rupture thermique, double vitrage (R+1- R+6)*	8-10-8	Stores extérieurs	609.45	3.41	1.9	1.4	2	2	5 ans

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

L'examen des menuiseries, parois essentielles de l'enveloppe thermique, montre une typologie de composition non homogène, du simple vitrage au double vitrage à cadre aluminium sans rupteur thermique. Cette composition induisant des déperditions particulièrement élevées est caractérisée par une notation de performance faible, permettant de s'orienter sur les postes de travaux de rénovation les plus urgents.

4.4.3. Prises de vue à la caméra thermique



Les prises de vues 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 vues sont réalisées en extérieurs. La première prise de vue montre une disparité d'usage de locaux en lien avec l'utilisation du bâtiment. La deuxième prise de vue montre les déperditions particulièrement élevées par les menuiseries du RDC (simple vitrage).

4.5. PERFORMANCE DES INSTALLATIONS ENERGETIQUES

4.5.1. Chauffage

Emplacement	Nom	Etiquette	Zone desservie	Marque	Modèle	Nombre	Année	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance électrique unitaire (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
S01	ECHANGEUR	TNN-ACH-S01-377_236-ECH01/ECH02	Tout le bâtiment	BALZ THERMODY NAMIC	106 27 45 kW	2	NC	400	-	3	3
S01	POMPE de relevage	TNN-ACH-S01-377_236-POMPF01	Tout le bâtiment	NC	NC	1	NC	-	0,30	1	2
S01	POMPES de charge échangeurs	TNN-ACH-S01-377_236-POMP05/POM P06	Tout le bâtiment	grundfos	MAGNA 1 80-120 F 360	2	NC	-	1,28	2	3
S01	POMPES départ Batteries EC CTA	TNN-ACH-S01-377_236-POMP03/POM P04	Batteries CTA	grundfos	MAGNA 3D 50-100 F 280	2	NC	-	0,39	2	3
S01	POMPES départ réseau radiateurs	TNN-ACH-S01-377_236-POMP01/POM P02	Radiateurs	WILO	YONOS MAXO-D 80/0,5-6	2	NC	-	0,80	2	3
Virologie R+4 et R+5	Batteries EC terminales	NC	Virologie R+4 et R+5	NC	NC	4	NC	4	-	3	1
Laboratoire Bureaux S01	Ventilo-convecteur Laboratoire/Bureau	NC	Laboratoire/Bureaux S01	CIAT	UTA 370/66 STD 2T4NG	1	2011	1,3	0,20	3	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 sous-station de chauffage est distribuée en vapeur depuis la sous-station de chauffage du bâtiment Le Lorier, elle-même alimentée par la sous-station principale du site.

Elle présente deux échangeurs Baelz vapeur/eau de 400kW unitaire qui distribuent ensuite un réseau constant vers les batteries des CTA (pompes doubles sur variateur), un réseau régulé vers les radiateurs, et un réseau primaire pour l'ECS.

La V3V du réseau radiateur est initialement pilotée par un régulateur Siemens Landys & Staefa PRV2.64 à cartes mais celui-ci ne fonctionne plus. La V3V est gérée manuellement par les équipes de maintenance qui modifient ponctuellement l'ouverture de celle-ci en fonction de la météo et des besoins du bâtiment.

La régulation de certaines V3V en amont des batteries chaudes (et froides) des CTAs est également initialement gérée par un autre boîtier de régulation à cartes Landys & Staefa PRV2.64, présent dans l'armoire électrique du local CTA, néanmoins celui-ci n'est plus fonctionnel également.

Plusieurs points singuliers non isolés ont été constatés sur le réseau de chauffage, au niveau des coudes et autour des équipements de distribution (vannes, pompes, V3V).

4.5.2. Relevés de températures ambiantes

Zones	Températures mesurées
Circulations verticales	12 °C – 21 °C
Circulations horizontales	19 °C – 22 °C
Sanitaires	20 °C – 22 °C
Locaux d'accueil de visiteurs (RDC)	20 °C
Locaux de consultation (RDC)	22 °C
Locaux d'occupation administratifs (R+1/R+6)	22 °C – 24 °C
Locaux de réfrigération (R+1/R+6)	21 °C
Locaux de laboratoires (R+1/R+6)	22-24°C

Les relevés de températures ambiantes des différentes zones d'occupation du bâtiment montrent des températures intérieures particulièrement élevées. Ces températures élevées, liées à une régulation peu maîtrisée des systèmes de chauffage, induisent des déperditions thermiques particulièrement élevées et donc une consommation d'énergie thermique importante.

4.5.3. ECS

Localisation	Nom	Etiquette	Marque	Modèle	Nombre	Année	Puissance électrique unitaire (kW)	Puissance thermique chaud (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
S01	ECHANGEUR ECS	TNN-ACH-S01-377_236-ECHA03	SPIREC	SPI 200	1	NC	-	200	3	3
S01	POMPE simple bouclage ECS	TNN-ACH-S01-377_236-POMP13	WILO	TOP-Z30/7 RG	1	NC	0,15	-	1	2
S01	POMPES départ ECS	TNN-ACH-S01-377_236-POMP07/POMP08	WILO	NC	2	NC	3,00	-	2	2
S01	POMPES primaires ECS	TNN-ACH-S01-377_2366POMP11/POMP12	grundfos	MAGNA3 D 40-100 F 220	2	NC	0,18	-	2	3

L'ECS (Eau Chaude Sanitaire) du site est produite via le réseau de chaleur et un échangeur Spirec. La distribution se fait directement via un réseau bouclé desservant l'ensemble du bâtiment.



4.5.4. Ventilation

Localisation	Etiquette	Zone desservie	Type	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance électrique max unitaire (kW)	Puissance thermique chaud (kW)	Puissance thermique froid (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
R+6 Local technique	TNN-ACH-R06-CTA01	Virologie R+4 et R+5	CTA	CIAT	CLIMA S150	2001	1	24	74	95	3	1
R+6 Local technique	TNN-ACH-R06-CTA02	Bureaux R+4 et R+5	CTA	CIAT	CLIMA S025	2001	1	0,6	10	-	2	1
R+6 Local technique	TNN-ACH-R06-CTA08	Bureaux R+4 et R+5	Extracteur	CIAT	COMPACT S025	2001	1	0,6	-	-	2	1
S01 Local technique	TNN-ACH-S01-CEX04.1	Virologie sous/sol Labo P4	Extracteur	CIAT	COMPACT 25	NC	1	2,2	-	-	2	1
S01 Local technique	TNN-ACH-S01-CEX04.2	Virologie sous/sol Labo P3	Extracteur	CIAT	COMPACT 25	NC	1	2,2	-	-	2	1
S01 Local technique	TNN-ACH-S01-CEX05	Bureaux sous-sol	Extracteur	CIAT	COMPACT 25	NC	1	0,6	-	-	2	1
S01 Local technique	TNN-ACH-S01-CTA04	Virologie sous/sol Labo P3	CTA	CIAT	CLIMA 50	NC	1	3	30	25	3	1
S01 Local technique	TNN-ACH-S01-CTA05	Bureaux sous-sol	CTA	CIAT	CLIMA 25	NC	1	0,6	8	-	3	1
S01 Local technique	NC	NC	Extracteur	TROX	NC	NC	1	0,5	-	-	2	1
S01 Local technique	NC	Sanitaires S01	VMC	TROX	NC	NC	1	0,3	-	-	2	1
R+6 Terrasse technique	TNN-ACH-R06-VEX04	R+4 et R+5	VMC	ROSENBERG	Airbox S40-07Q CE7108023/0401	NC	1	0,8	-	-	2	1

R+6 Terrasse technique	TNN-ACH-R06-VEX05	Sanitaires R+5	Extracteur	NC	NC	NC	1	0,5	-	-	2	1
R+1 Terrasse technique	TNN-ACH-R01-CEX09	ANAPATH 2étages	Extracteur	HYDRONIC	AXM125 CONFORT	2009	1	5,5	-	-	3	2
R+1 Terrasse technique	TNN-ACH-R01-CTA09	ANAPATH 2étages	CTA	HYDRONIC	AXM125 CONFORT	2009	1	5,5	NC	NC	3	2
R+1 Terrasse technique	TNN-ACH-R01-VEX01	ANAPATH 2étages	Extracteur	IPA	HFR 125-17D	NC	1	0,2	-	-	1	2

**Les puissances en italiques sont estimées.*

Les batteries des CTA sont alimentées en eau chaude/glacée via les productions centralisées du site. Les CTA sont remontées sur le régulateur Siemens obsolète, présent dans le local CTA du R+6.



4.5.5. Mesures de débits de ventilation

Zones	Débits de ventilation mesurés
Circulations verticales	Absence de système de ventilation
Circulations horizontales	Absence de système de ventilation
Sanitaires	Reprise : 20 m ³ /h à 40 m ³ /h
Locaux d'accueil de visiteurs (RDC)	Absence de fonctionnement de nombreuses bouches Reprise (si fonctionnelle) : 45 m ³ /h
Locaux de consultation (RDC)	Reprise (si présente) : 75 m ³ /h
Locaux d'occupation administratifs (R+1/R+6)	Reprise (si présente) : 25 m ³ /h à 55 m ³ /h
Locaux de réfrigération (R+1/R+6)	Soufflage : 125 m ³ /h à 175 m ³ /h Reprise : 95 m ³ /h à 140 m ³ /h
Locaux de laboratoires (R+1/R+6)	Soufflage : 285 m ³ /h à 325 m ³ /h Reprise : 250 m ³ /h à 365 m ³ /h

Les relevés de débits de ventilation montrent un état de fonctionnement général correct du système de ventilation. Cependant, l'absence de système de récupération d'énergie thermique et le fonctionnement permanent des systèmes de ventilation induisent des consommations d'énergie électrique et thermique élevées.

4.5.6. Climatisation

Étiquettes de lignes	Etiquette	Type	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	Nombre	Puissance électrique max unitaire (kW)	Puissance thermique froid (kW)	Niveau de performance	Niveau de Vétusté
RDC	TNN_ACH_RDC_GF1	Détente directe	Grande Chambre Froide (CF 1)	EMERSON	ZXME 075E TFD 304	2020	1	5,12	11,90	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_GF2	Détente directe	Moyenne Chambre Froide (CF2)	EMERSON	ZB 38 KCE TFD 551	NC	1	NC	9,30	2	2
RDC	TNN_ACH_RDC_GF3	Détente directe	Petite Chambre Froide Foetus (CF3)	TECUMSEH	TFH 4524 Z	NC	1	NC	NC	2	2
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM01	Détente directe	R04	DAIKIN	RXS25L3V1B	NC	1	0,59	2,50	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_GF4	Détente directe	R04	TECUMSEH	SILAJ9513ZTZ	NC	1	1,02	1,89	2	2
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM13	Détente directe	R01	DAIKIN	5MXS90E3V3B	NC	1	2,03	8,10	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM09	Détente directe	Salle congélateur	TOSHIBA	RAV-SM1103AT-E	2011	1	3,11	10,00	2	2
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM10	Détente directe	Salle congélateur	TOSHIBA	RAV-SM1103AT-E	2011	1	3,11	10,00	2	2
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM11	Détente directe	Salle congélateur	TOSHIBA	RAV-SM1103AT-E	2011	1	3,11	10,00	2	2
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM02	Détente directe	NC	DAIKIN	RXS25L3V1B	NC	1	0,59	2,50	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM03	Détente directe	NC	DAIKIN	RXS35L2V1B	NC	1	0,90	1,40	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM04	Détente directe	NC	DAIKIN	RXS35L2V1B	NC	1	0,90	1,40	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM05	Détente directe	NC	DAIKIN	RXS35L2V1B	NC	1	0,90	1,40	2	3

Audit Energétique APHP – TENON – ACHARD

RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM06	Détente directe	NC	DAIKIN	RXS35L2V1B	NC	1	0,90	1,40	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM07	Détente directe	NC	DAIKIN	RXS35L2V1B	NC	1	0,90	1,40	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_GF5	Détente directe	NC	TECUMSEH	SILAJ4517ZTZ	NC	1	NC	2,06	2	2
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM15	Détente directe	Labo R02	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG18KBTA2	NC	1	1,24	5,00	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM08	Détente directe	S01	DAIKIN	2MXS50H3V1B2	NC	1	1,00	4,00	2	3
RDC	TNN_ACH_RDC_CLIM14	Détente directe	Centre de tri	TOSHIBA	RAS-10SAV2-E	NC	1	0,63	2,50	2	3
RDC	NC	Détente directe	Local stockage Produits solvants	MITSUBISHI	SUZ-KA71VA2	2012	1	0,00	0,00	2	2
RDC	NC	Détente directe	Morgue sous-sol	AIRWELL	AWAU-YBD018-H11	NC	2	2,40	0,00	2	2
R+7	TNN_ACH_RDC_CLIM12	Détente directe	Labo 6ème	DAIKIN	3MXS68G3V1B2	2015	1	1,50	6,00	2	3



4.5.7. Eclairage intérieur

Équipement	Quantité	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Tube fluocompacte T8	Estimé à 400	3	3	5 ans
Dalle LED	Estimé à 50	5	5	10 ans
Spot LED	Estimé à 50	5	5	10 ans





L'éclairage du bâtiment est assuré par différents systèmes de luminaires. Le ratio de surface éclairée par des systèmes d'éclairage de type LED sur la surface éclairée totale est estimé à 20 %.

4.5.8. Relevés d'intensités lumineuse intérieures

Zones	Intensités lumineuses mesurées
Circulations verticales	50 lux – 150 lux
Circulations horizontales	100 lux – 300 lux
Sanitaires	100 lux -200 lux
Locaux d'accueil de visiteurs (RDC)	200 lux – 350 lux
Locaux de consultation (RDC)	300 lux – 450 lux
Locaux d'occupation administratifs (R+1/R+6)	250 lux – 500 lux
Locaux de réfrigération (R+1/R+6)	50 lux – 300 lux
Locaux de laboratoires (R+1/R+6)	400 lux – 650 lux

Les relevés de niveau d'intensité lumineuse par zone d'occupation montrent des niveaux de luminosité corrects. Cependant, l'utilisation de systèmes d'éclairage globalement peu performants induit une consommation d'énergie électrique importante.

4.5.9. Eclairage extérieur

Équipement	Quantité	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Spot halogène	Estimé à 20	1	1	A remplacer
Lampadaire extérieur général	Indéterminé (échelle site)	1	1	A remplacer



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

3.5.10. Gestion Technique Centralisée

Le bâtiment Achard ne remonte sur aucune des GTB du site. Initialement, la régulation des CTA et des réseaux de chauffage régulés s'effectue via des régulateurs Siemens Landys & Staefa PRV2.64, mais ceux-ci ne fonctionnent plus. La régulation des CTA est donc en mode usine et la régulation du réseau radiateur est gérée manuellement par l'équipe de maintenance.

Analyse de performance thermique, énergétique et paramétrage



5. ANALYSE DE LA PERFORMANCE THERMIQUE ET ENERGETIQUE

5.1. ANALYSE COURBE DE CHARGE ELECTRIQUE SMART IMPULSE

L'instrumentation des départs électriques du bâtiment Achard n'a pas pu être réalisée, en raison de danger d'électrocution important en travail sous-tension (jeux de barres).

5.2. SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE

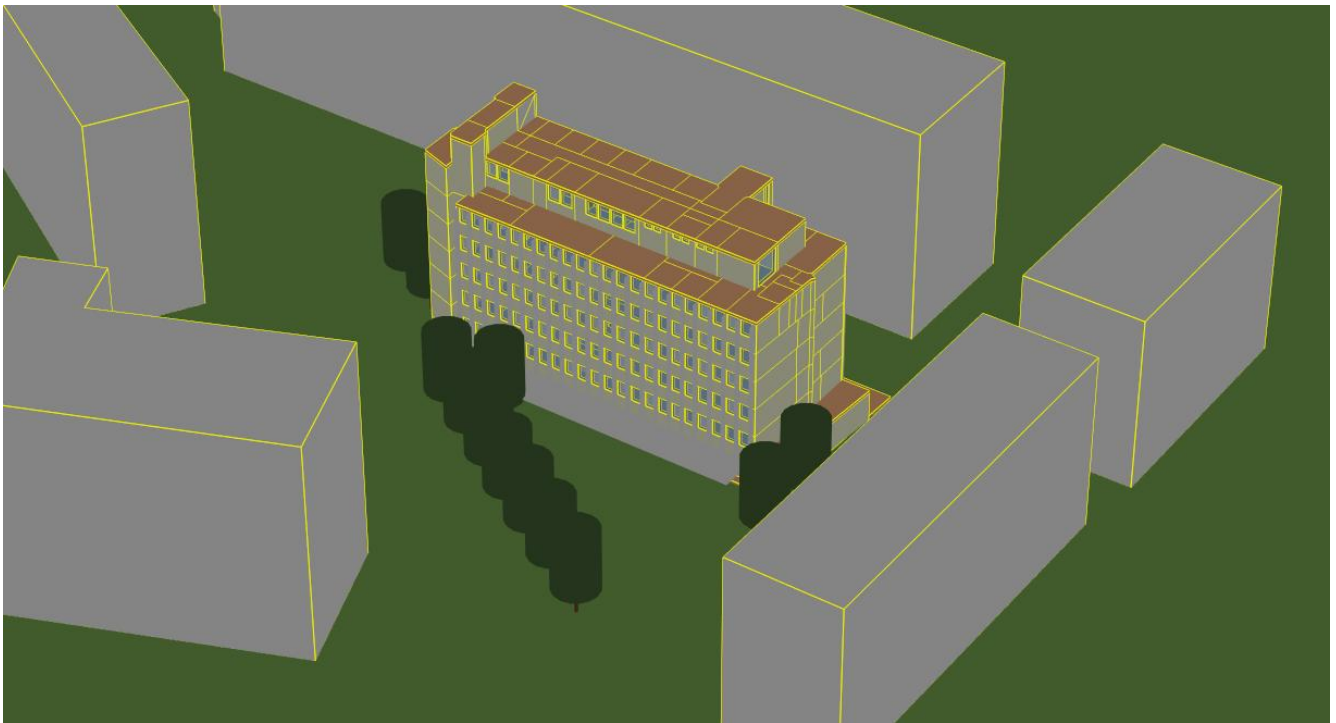
Afin de calculer les résultats des préconisations, et d'identifier les déperditions, nous avons réalisé une Simulation Thermique Dynamique (STD) ainsi qu'une Simulation Energétique Dynamique (SED).

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.

5.3. 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.

5.4. DONNEES METEOROLOGIQUES

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

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

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

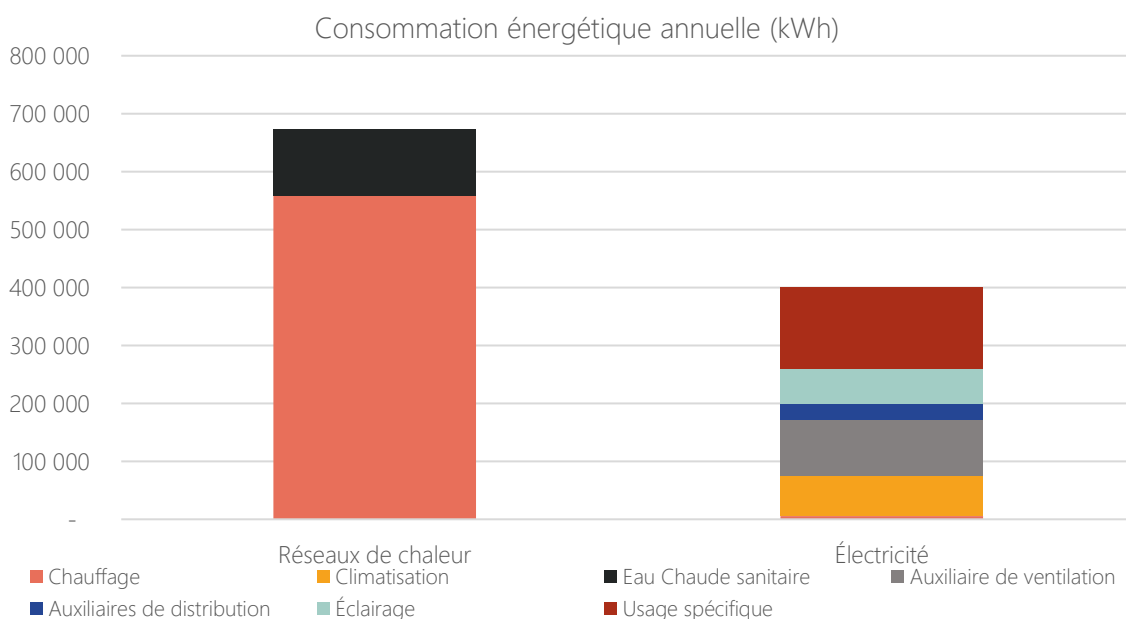
Les données météorologiques correspondantes sont donc :

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

5.5.DETAILS DE CONSOMMATIONS ISSUES DE LA STD

La Simulation Thermique Dynamique et la Simulation Energétique Dynamique ont permis de réaliser la répartition par usage et par énergie.

	RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS					
	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	559 290	83%	5 485	1%	140	53%
Climatisation		0%	70 885	18%	18	7%
Eau chaude sanitaire (ECS)	114 836	17%		0%	28	11%
Auxiliaires de ventilation		0%	94 797	24%	24	9%
Auxiliaires de distribution		0%	28 522	7%	7	3%
Éclairage		0%	60 675	15%	15	6%
Usage spécifique		0%	139 981	35%	35	13%
Production d'énergie renouvelable		0%		0%	-	0%
TOTAL	674 126	100%	400 345	100%	267	100%



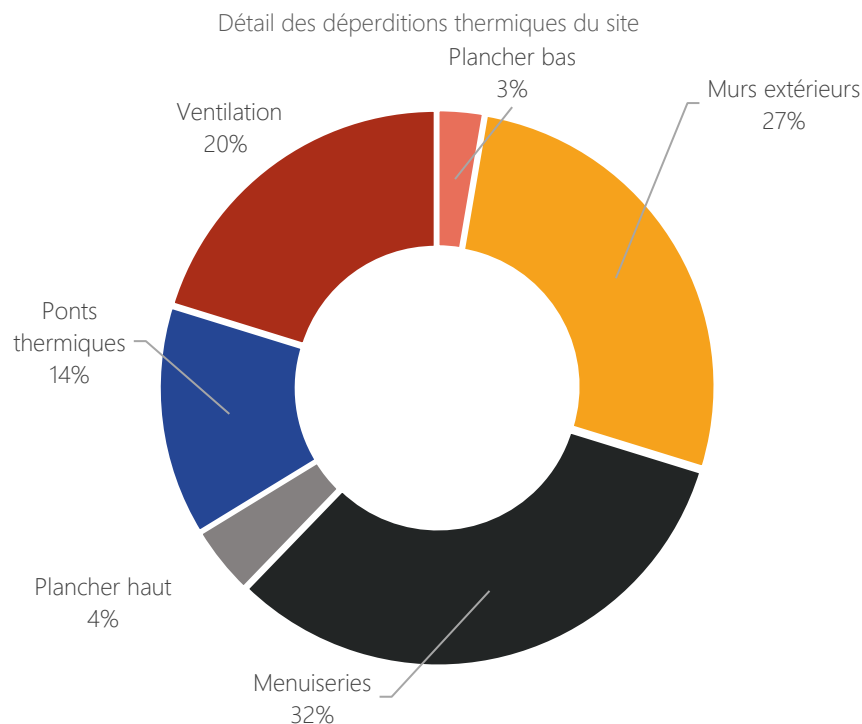
L'analyse des consommations d'énergies associées aux différents usages présente les résultats suivants :

- Chauffage (RCU) : Usage représentant 53 % de la consommation énergétique totale du bâtiment, soit 559 290 kWh, la consommation énergétique associée à celui-ci est particulièrement élevée.
En effet, les déperditions élevées induites par l'enveloppe du bâtiment faiblement performante, associées à l'utilisation de systèmes de chauffage dont les paramètres de régulation ne sont pas optimisés, induisent une consommation énergétique élevée.
- Eau Chaude Sanitaire (RCU) : Usage représentant 11 % de la consommation énergétique totale du bâtiment, soit 114 836 kWh, la consommation énergétique associée à celui-ci est particulièrement élevée.
En effet, la production d'un volume d'ECS important lié aux activités ayant lieu dans le bâtiment, associée à l'absence de systèmes de récupération de chaleur, induisent une consommation énergétique élevée.
- Usages Spécifiques (Electricité) : Usage représentant 13 % de la consommation énergétique totale du bâtiment, soit 139 981 kWh, la consommation énergétique associée à celui-ci est particulièrement élevée.
En effet, l'utilisation importante d'équipements de process lié aux activités ayant lieu dans le bâtiment, induisent une consommation énergétique élevée.
- Ventilation (Electricité) : Usage représentant 9 % de la consommation énergétique totale du bâtiment, soit 94 997 kWh, la consommation énergétique associée à celui-ci est modérée.
En effet, malgré l'utilisation permanente de systèmes de ventilation motorisés induit une consommation d'énergie électrique modérément élevée.
- Refroidissement (Electricité) : Usage représentant 7 % de la consommation énergétique totale du bâtiment, soit 70 885 kWh, la consommation énergétique associée à celui-ci est modérée.
En effet, l'utilisation localisée de systèmes de refroidissement moyennement performants, induit une consommation énergétique modérée.
- Eclairage (Electricité) : Usage représentant 6 % de la consommation énergétique totale du bâtiment, soit 60 675 kWh, la consommation énergétique associée à celui-ci est particulièrement élevée.
En effet, l'utilisation en journée de systèmes d'éclairage moyennement performants, induit une consommation énergétique modérément élevée.
- Auxiliaires de distribution (Electricité) : Usage représentant 3 % de la consommation énergétique totale du bâtiment, soit 28 522 kWh, la consommation énergétique associée à celui-ci est élevée.
En effet, l'utilisation importante du système hydraulique de chauffage et du système hydraulique de production d'ECS hydraulique, induit une consommation énergétique élevée.

5.6. DEPERDITIONS THERMIQUES

RÉPARTITIONS DES DÉPERDITIONS					
Murs extérieurs	Menuiseries	Planchers hauts	Planchers bas	Infiltration d'air et ventilation	Ponts thermiques
55 kW	66 kW	8 kW	6 kW	41 kW	28 kW
TOTAL DES DÉPERDITIONS				204 kW	
COEFFICIENT $U_{bât}$				2,2 W/m ² .K	

Soit une répartition telle que :



Principal poste de déperdition, les déperditions par les menuiseries représentent 32 % des déperditions totales. En effet, la surface vitrée importante et les performances faibles des menuiseries induisent des déperditions élevées. De plus, les défauts d'étanchéités de certaines menuiseries, particulièrement celles situés au RDC, induisent des déperditions importantes par renouvellement d'air. Ce type de parois, vitrée, est donc faiblement performant.

Second poste de déperdition, les déperditions par les murs sur extérieur, non isolés, représentent 27 % des déperditions totales. La faible performance thermique des murs sur extérieur induit des déperditions élevées.

Troisième poste de déperdition, les déperditions par le renouvellement d'air représentent 20 % des déperditions totales. En effet, l'utilisation de systèmes de ventilation peu à moyennement performants (renouvellement d'air de certaines zones assuré par des CTA double flux mais majoritairement simple flux) pour assurer la ventilation de certains locaux, les débits de ventilation et les débits d'infiltration d'air extérieur importants (infiltrations importantes par les menuiseries) induisent des déperditions élevées.

Quatrième poste de déperdition, les déperditions par les ponts thermiques représentent 14 % des déperditions totales. En effet, les murs sur l'extérieur non isolés étant composés d'aillettes thermiques et les cadres des menuiseries n'étant pas équipés de rupteurs thermiques, les nombreux ponts thermiques induisent des déperditions élevées.

Derniers postes de déperdition, les déperditions par le plancher bas et par le plancher haut représentent respectivement 3 % et 4 % des déperditions. En effet, le plancher bas donnant sur un local non chauffé (local peu utilisé) est non isolé. Le plancher haut, non isolé, est équipé de faux plafonds permettant de limiter les pertes thermiques vers l'extérieur. Ces parois sont donc faiblement performantes.

5.7. BESOIN DES LOCAUX

La simulation thermique dynamique permet de calculer (en fonction des données météorologiques) les besoins de puissances de chauffage et de refroidissement pour satisfaire des conditions d'occupation viables.

	PUISSANCE À INSTALLER (NF EN 12831)	PUISSANCE INSTALLÉE (sur site)	ÉCART
CHAUFFAGE	323 kW	400 kW (avec ECS) 400 kW (secours)	+ 19 %
REFROIDISSEMENT	175 kW	270 kW	+ 35 %

La valeur de la puissance de chauffage installée (incluant la puissance thermique nécessaire à la production d'ECS) est de 400 kW (système actif, hors production de secours). La valeur de la puissance de chauffage calculée à installer (incluant la puissance thermique nécessaire à la production d'ECS) est de 323 kW (système actif, hors production de secours). L'écart relatif entre la valeur de la puissance de chauffage installée (incluant la production d'ECS) et la valeur de la puissance de chauffage calculée à installer (incluant la production d'ECS) est évalué à 19 %. Cet écart de puissance est moyennement important. Le dimensionnement du système de production de chauffage est donc acceptable.

La valeur de la puissance de refroidissement installée est de 270 kW (système actif, hors production de secours). La valeur de la puissance de refroidissement calculée à installer est de 175 kW (système actif, hors production de secours). L'écart relatif entre la valeur de la puissance de refroidissement installée et la valeur de la puissance de refroidissement calculée à installer est évalué à 35 %. Cet écart de puissance est important. Celui-ci s'explique par l'absence d'usage du bâtiment dans les conditions initialement prévues. En cas de recours à l'utilisation du système de climatisation pour assurer le refroidissement des locaux actuellement inoccupés, le dimensionnement des systèmes de production de chauffage et de refroidissement est donc acceptable.

5.8. CONSOMMATION DU RESEAU DE CHALEUR URBAIN ISSUE DE LA STD

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

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

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

Dans cas de l'étude du bâtiment ACHARD, la surface considérée est de 4 006 m². Cependant, le bâtiment étant sujet à des défauts importants d'étanchéité des menuiseries du RDC et à une ouverture répétée de nombreuses menuiseries des étages R+1 à R+6, la consommation d'énergie thermique du bâtiment a été sensiblement majorée.

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

- Consommation annuelle estimée : 608 912 kWh/m².an (DJU de 1 833)
- Consommation annuelle simulée : 792 126 kWh/m².an (DJU de 2 154)
- **Consommation annuelle simulée corrigée : 674 126 kWh/m².an (DJU de 1 833)**

Consommation annuelle corrigée de RCU du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle de RCU estimée [MWh]	Ecart [%]
674,126 MWh	608,912 MWh	- 9.6 %

L'écart de consommation obtenu entre la consommation annuelle corrigée calculée et la consommation annuelle estimée, de 9.6 %, est lié à la majoration volontaire de la consommation du bâtiment pour les raisons décrites précédemment. Cet écart permet néanmoins de valider le modèle SED sur le réseau de chaleur.

5.9. CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ ISSUE DE LA STD

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

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

La valeur de la consommation d'électricité estimée (pondérée par l'usage du bâtiment) par mètre carré est de **104 kWh/m².an**.

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

- Consommation annuelle estimée (521 m² chauffés, 2 912 m² refroidis) : 416 257 kWh/m².an (DJU de 1 833, DJF de 741)
- Consommation annuelle simulée (521 m² chauffés, 2 912 m² refroidis) : 376 263 kWh/m².an (DJU de 2 154, DJF de 454)
- Consommation annuelle simulée corrigée (521 m² chauffés, 2 912 m² refroidis) : 400 257 kWh/m².an (DJU de 1 833, DJF de 741)

Consommation annuelle d'électricité corrigée du modèle SED [MWh]	Consommation annuelle d'électricité estimée [MWh]	Ecart [%]
400,257 MWh	416,257 MWh	- 4 %

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

6. ETAT DES LIEUX DECRET TERTIAIRE

6.1. DETERMINATION DE LA REFERENCE ET DES OBJECTIFS

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

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

Paramètres considérés pour le calcul de la consommation ajustée :

Paramétrage valeur absolue	
Altitude du site	Altitude < 400 m, Référence 100 m
Surface totale (m ²)	3 813 m ²
Surface chauffée (m ²)	~3603 m ²
Surface refroidie (m ²)	~2912 m ²
Surface hors périmètre DEET* (m ²)	218 m ²
Consommation modélisée hors périmètre DEET* (MWh)	Négligeable
Station météo	Paris Montsouris
Zone climatique	H1a

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

Usage	Surface considérée (m ²)	Valeur absolue associée (kWhDT/m ² . an)
Chambre froide	303	380
Bureaux standards / administration	1195	87
Laboratoire courant	2013	223
Zone d'accueil au public	66	78
Vestiaires	47	111
Serveurs	19	64
Laverie	56	431
Laboratoire classé	114	540

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)**
201 kWhDT/m ² /an	241 kWhDT/m ² /an

Contact



7. CONTACTS

PIGNON Vincent

Auditeur énergétique

Tél

Vincent.pignon@advizeo.io

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet

Tél

Clarisse.manteau@advizeo.io

Bastien RINGES

Expert STD

Tél

Bastien.ringes@advizeo.io

advizeo

La Félicité Paris Sully-Morland

2 Cour de l'Ile Louviers

75004 Paris

www.advizeo.io

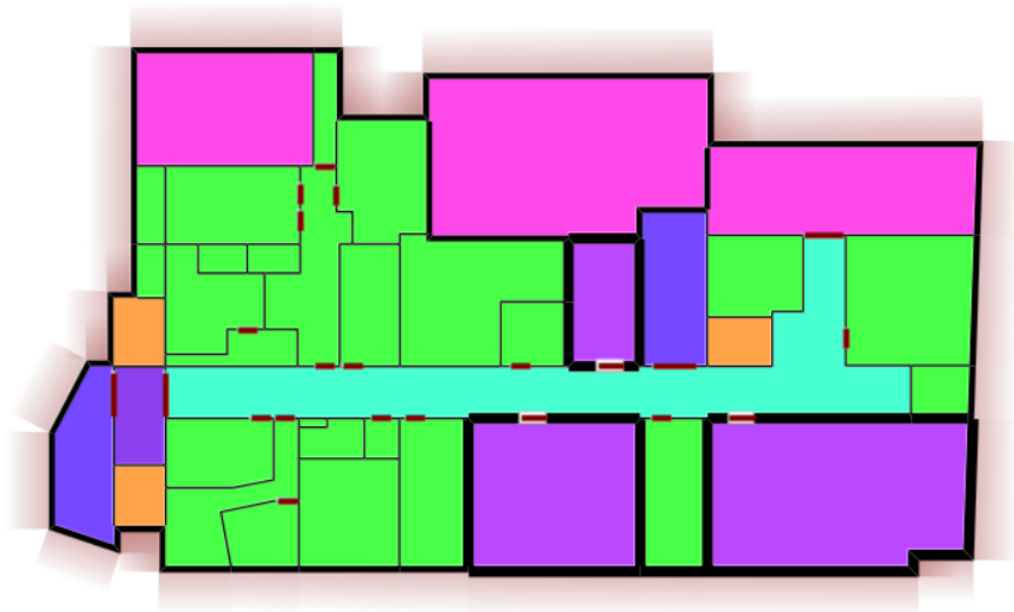
advizeo

Annexe

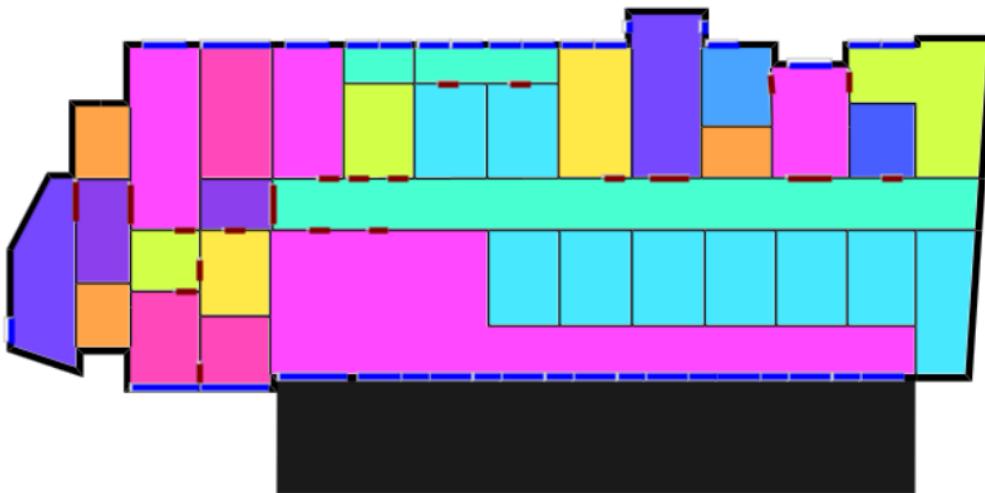


8. ANNEXE

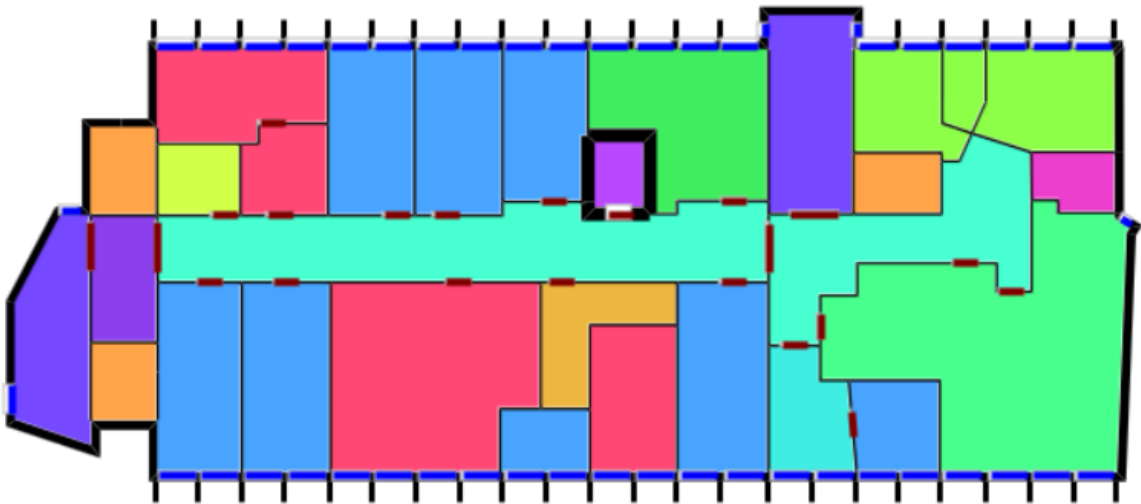
8.1. REPARTITION DES ZONES ISSUE DE LA STD



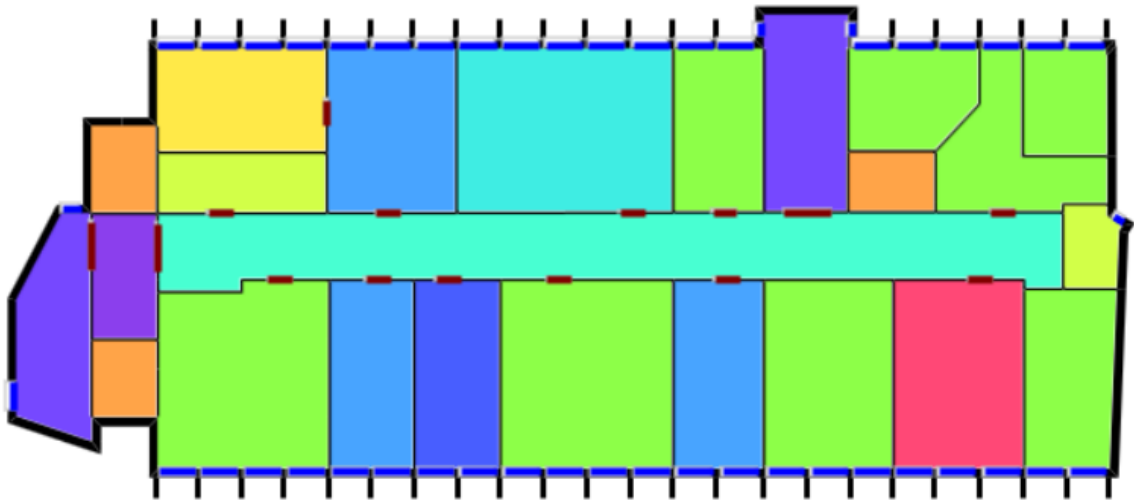
R-1 (sous-sol)



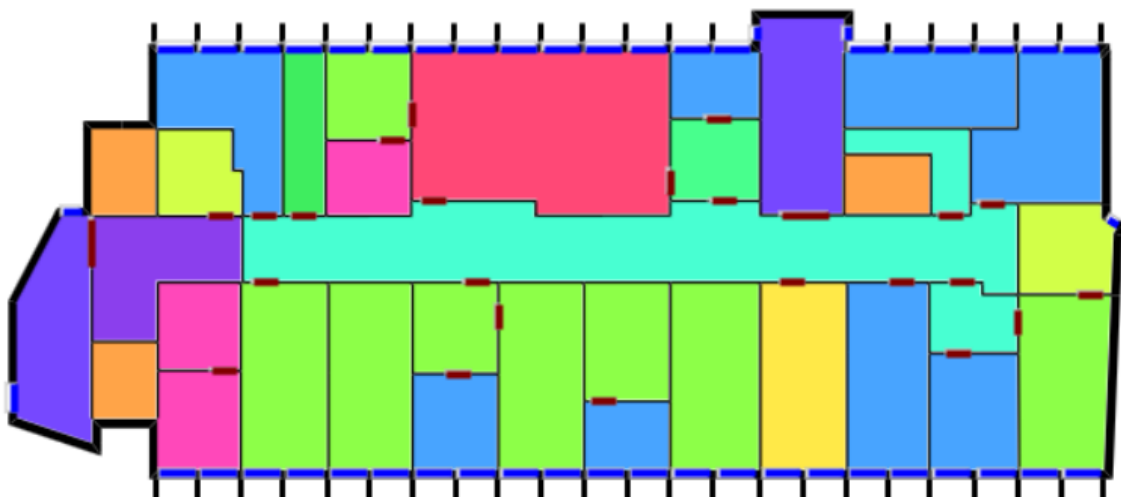
RDC



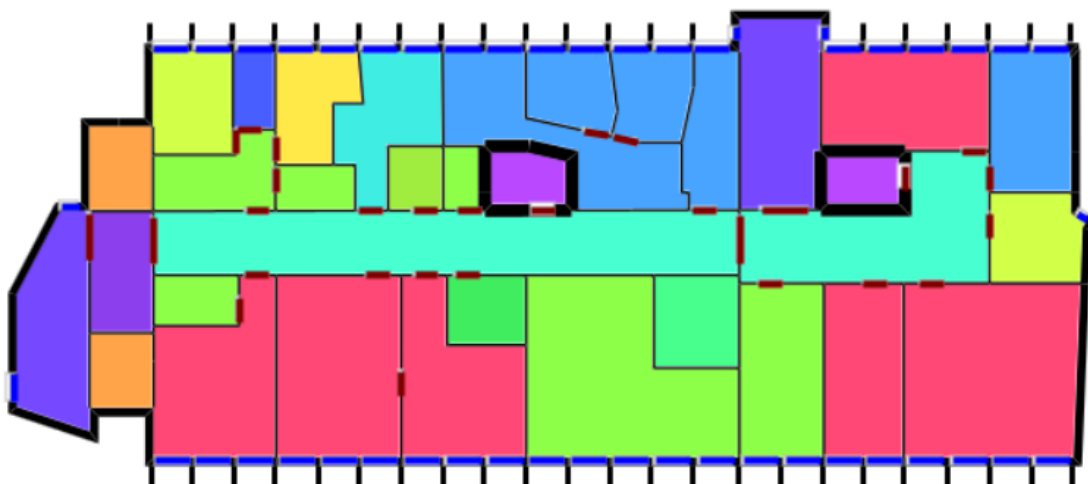
R+1



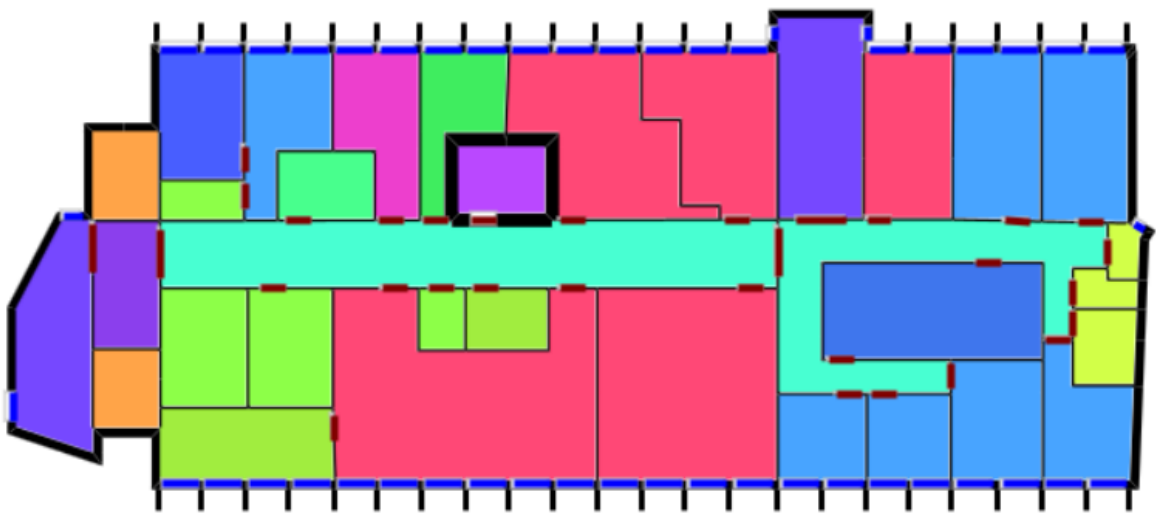
R+2



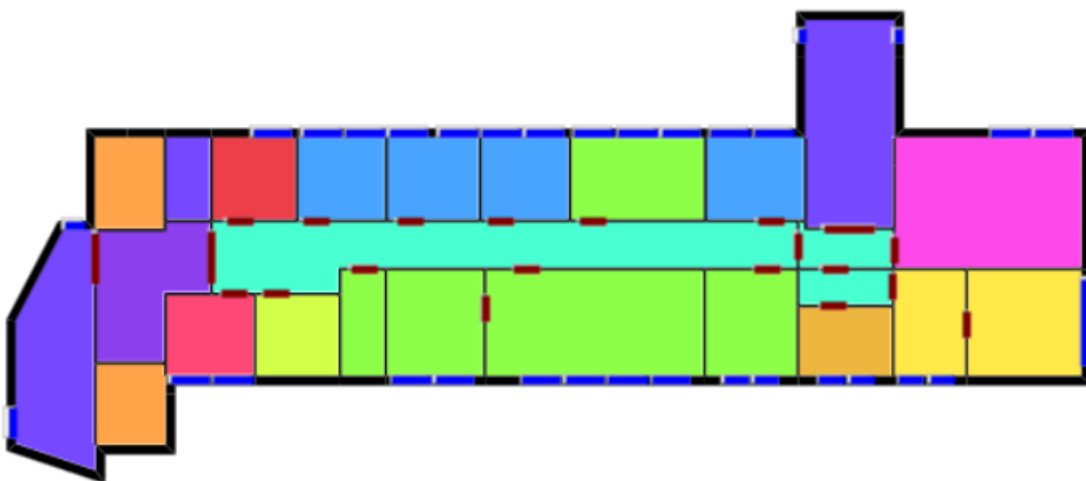
R+3



R+4



R+5



R+6

8.2. SURFACES DES DIFFERENTES ZONES THERMIQUES

Zones thermiques STD	Surface de Plancher (m²)
Locaux inoccupés	328
Circulations verticales	43
Ascenseurs	20
Circulations horizontales	627
Halls d'entrée	156
Sanitaires	129
Locaux bureaux	521
Locaux laboratoires	513
Locaux congélation	98
Chambres froides	162
Locaux détente	106
Locaux d'activités mortuaires	114
Locaux d'accueil et d'attente	66
Locaux d'expérimentation divers	557
Locaux vestiaires	47
Locaux techniques	209
Locaux laverie	55
SAS Circulations	100
Locaux informatiques	19
Locaux secrétariat	73
Locaux réserve	19
Locaux archives	26
Locaux salle de réunion	26
Local logement de garde	8

8.3.DETAIL DE L'AJUSTEMENT CLIMATIQUE

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

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

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

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

Avec :

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

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

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

avec

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

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