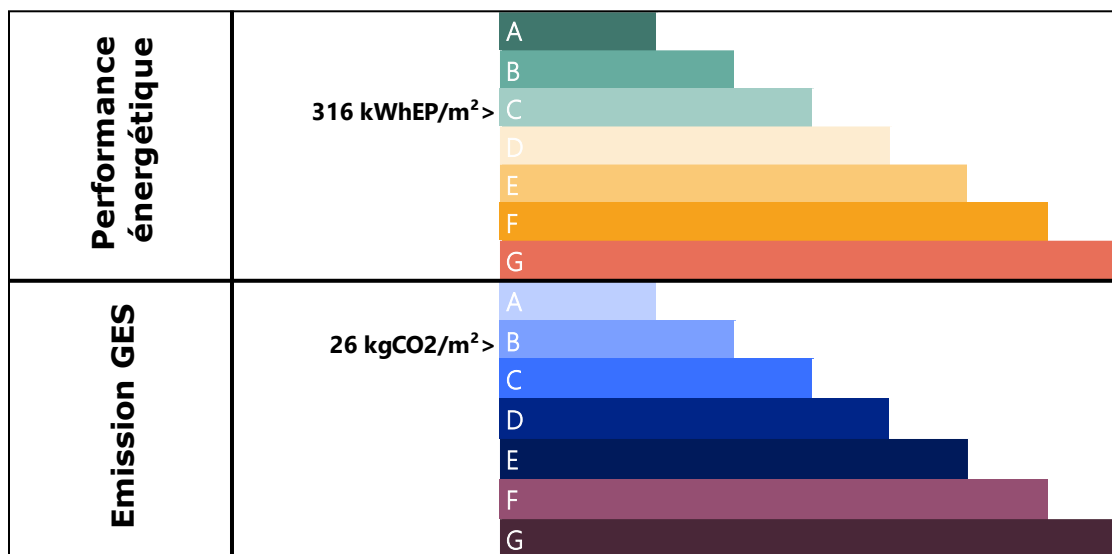


Audit énergétique

DOSSIER ENERGETIQUE – Etat des lieux

TENON – Lavoisier & FRIMOUSSE



EMETTEURS

Zoé PLUYAUD

Energy Manager – Advizeo

Léo SIMPLET

Energy Manager – Advizeo

Bastien RINGÈS

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
Léo SIMPLET	Energy Manager	Rédaction
Clarisse MANTEAU	Directrice de projet	Validation

Historique des versions émises :

Nom	Date	Modifications principales
APHP_TENON_Etat des lieux_LAVOISIER FRIMOUSSE_V1	18/07/2025	-

Sommaire

1. Présentation et objectifs	6
1.1. Contexte de l'audit énergétique	6
1.2. Rappel des objectifs de la prestation	6
1.2.1. Etapes et livrables	6
1.2.2. Calendrier et réalisation de l'audit	7
1.2.3. Campagnes de mesures	7
1.3. Données d'entrées transmises pour la réalisation du diagnostic	8
1.4. Périmètre de l'audit énergétique	8
1.4.1. Bâtiment Lavoisier	8
1.4.2. Bâtiment Frimousse	8
1.5. Consommations énergétiques	9
1.6. Description synthétique du périmètre	10
1.6.1. Vues et plans du bâtiment Lavoisier	10
1.6.2. Vues et plans du bâtiment Frimousse	12
1.7. Caractéristiques principales	14
1.8. Occupation	15
1.9. Détail des surfaces du site	15
2. Synthèse de l'état des lieux	17
2.1. État des lieux enveloppe thermique – bâtiment Lavoisier	17
2.2. État des lieux enveloppe thermique – bâtiment Frimousse	19
2.3. État des lieux systèmes – Bâtiment Lavoisier	21
2.4. État des lieux systèmes – Bâtiment Frimousse	24
3. Etat des lieux	29
3.1. Indicateurs énergétique - enveloppe	29
3.2. Indicateurs énergétique - équipements	29
3.3. Barème énergétique général – bâtiment Lavoisier	30
3.4. Barème énergétique général – bâtiment Frimousse	32
3.5. Performance de l'enveloppe	33
3.5.1. Parois opaques	33
3.5.2. Menuiseries extérieures	37
3.5.3. Prises de vue à la caméra thermique	41
3.6. Performance des installations énergétiques	42
3.6.1. Chauffage	42
3.6.2. Relevés de températures ambiantes	46
3.6.3. Relevés d'hygrométrie	46
3.6.4. ECS	47
3.6.5. Ventilation	49
3.6.5. Mesures de débit de ventilation	52

3.6.6.	Climatisation	53
3.6.7.	Eclairage intérieur	57
3.6.8.	Relevés d'intensité lumineuse intérieure	58
3.6.9.	Eclairage extérieur	58
	3.7. Gestion Technique Centralisée – Bâtiment Lavoisier	59
	3.8. Gestion Technique Centralisée – Bâtiment Frimousse	59
4.	Analyse de la performance thermique et	
énergétique	61	
4.1.	Analyse de la courbe de charge Smart Impulse	61
4.1.1.	Contexte.....	61
4.1.2.	Analyse de la courbe de charge électrique.....	61
4.1.3.	Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique.....	64
	4.2. Analyse des consommations thermiques du réseau de chaleur	64
	4.3. Simulation thermique dynamique.....	65
	4.4. Notes méthodologiques.....	68
	4.5. Détails de consommations issues de la STD	69
	4.6. Déperditions thermiques.....	70
	4.7. Besoin des locaux.....	71
	4.8. Données météorologiques	71
	4.9. Consommations d'électricité	71
5.	Etat des lieux Décret Tertiaire.....	72
	5.1. Détermination de la référence et des objectifs	72
Contact		75
Annexe		77
	5.2. Répartition des zones	77
	5.3. Surfaces des différentes zones thermiques	81

Présentation et objectifs



1. PRESENTATION ET OBJECTIFS

1.1. Contexte de l'audit énergétique

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

Le présent rapport, réalisé pour le groupement de bâtiments Lavoisier et Frimousse, 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

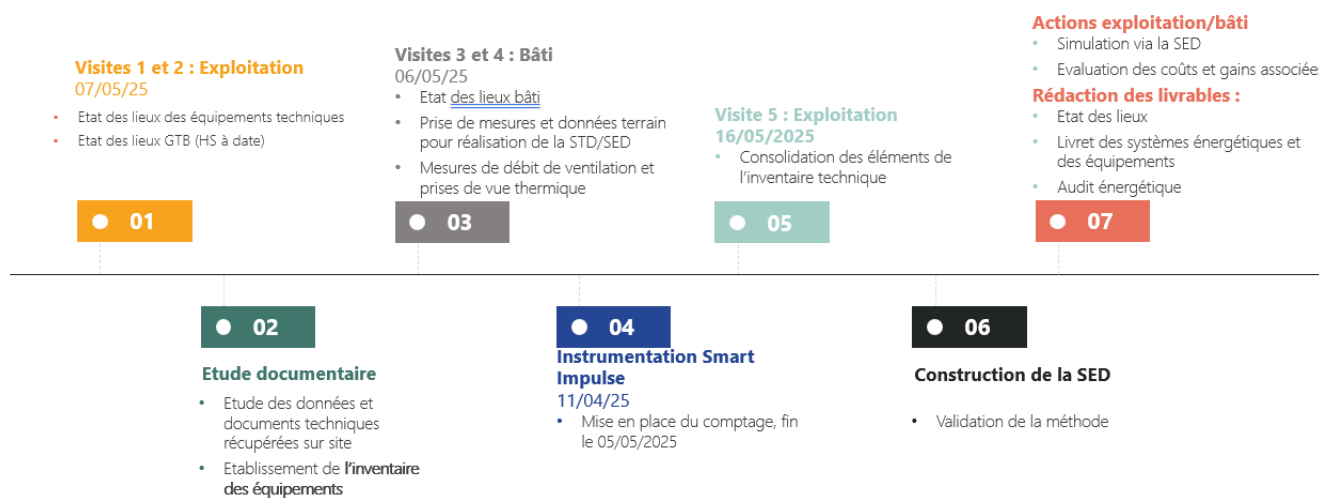
L'ensemble de la prestation vise à apporter une vision d'ensemble de la performance énergétique actuelle des sites et de leurs bâtiments. De plus, elle a pour objectif de dégager les principaux leviers d'action permettant l'amélioration de la performance énergétique et environnementale tout en assurant 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 listage d'équipements permettant une recherche rapide et efficace des informations. Améliorer la connaissance des équipements présents sur site.
Livable 3	Audit énergétique	Bâtiment	Préconiser un plan d'actions scénarisé à l'échelle du bâtiment
Livable 4	Feuille de route énergie	Bâtiment	Etablir un bilan global de la consommation du site et proposer des scénarios à l'échelle du site pour l'atteinte des objectifs du décret tertiaire
Livable 5	Audit BACS	Site	Etablir l'écart à la conformité au décret BACS des systèmes de régulation existant

1.2.2. Calendrier et réalisation de l'audit

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



1.2.3. Campagnes de mesures

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

Tableau 1 - Mesures réalisées

Type de mesure	Date	Commentaires
Electricité	11/04/2025	Instrumentation Smart-Impulse
Parois	06/05/2025	Relevés d'épaisseurs de parois et de compositions non destructifs
Température ambiance intérieure	06/05/2025	Relevés de températures zones par zones (accessibles)
Débit de ventilation	06/05/2025	Relevés de débits de ventilations zones par zones (accessibles)
Hygrométrie	06/05/2025	Relevés d'hygrométrie zones par zones (accessibles)
Luminosité	06/05/2025	Relevés d'intensité lumineuse zone par zone (accessibles)
Vues thermiques	08/01/2025	Prise de vues à la caméra thermique

1.3. Données d'entrées transmises pour la réalisation du diagnostic

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

Données d'entrée	Commentaires
Historique des factures énergétiques (minimum 12 mois)	Sur l'année 2023, à l'échelle du site, dans le fichier GH-SU_Outil Energies
Sous-comptage bâtiment	Non exploitable
Plans des bâtiments	Oui
Courbe de charge électrique (points 10 min)	Oui, à l'échelle du site
Equipements CVC	Oui, inventaire incomplet notamment sur la ventilation
DOE/Fiches techniques	Non
Electricité	Synoptique électrique général du site (caduque)
Bâtiment	Non
Feuille de route	Template barème énergétique à compléter Plan d'action GH-SU_ TNN - V1
Régulation	GTB (Trend + Iconics) non accessibles sur la période d'audit. Régulation locale accessible uniquement.

1.4. Périmètre de l'audit énergétique

1.4.1. Bâtiment Lavoisier

Le bâtiment Lavoisier abrite des services d'oncologie et pneumologie et d'hépatogastroentérologie du site de Tenon. Le bâtiment accueille le public en permanence dans des zones de consultation et d'examen, présente en majorité des chambres d'hospitalisation et quelques chambres d'ambulatorio, un laboratoire et des bureaux. Il a été construit dans les années 70, à la même période que le bâtiment PROUST dont il est quasiment jumeau (sur la partie enveloppe). Il se dresse sur un RDC et 5 étages et comporte 2 sous-sols.

Le bâtiment Lavoisier 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.

1.4.2. Bâtiment Frimousse

Le bâtiment Frimousse abrite la crèche destinée à l'accueil des enfants du personnel hospitalier du site de Tenon. Le bâtiment accueille du public de 6h30 à 21h45 du lundi au vendredi (fermeture les WE et jours fériés). Les enfants peuvent arriver n'importe quand sur ces créneaux-là. Le bâtiment est constitué de dortoirs, salles de jeux, vestiaires, sanitaires et bureaux. Il a été construit entre les années 1983 et 1987 (cf. ci-dessous les vues aériennes historiques de 1983 et 1987 permettant de dater la construction).



Il se dresse sur un RDC et 1 étage. Le sous-sol est composé de la sous-station de chauffage, de locaux techniques et d'un vide sanitaire courant sous la majorité de la surface du bâtiment.

Le bâtiment Frimousse 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.

1.5. Consommations énergétiques

Les deux bâtiments ne possédant pas de sous-comptage effectif, tant sur l'électricité que sur le chaud, les consommations spécifiques à l'échelle du bâtiment ne sont pas connues.

L'analyse énergétique sur la consommation électrique du bâtiment, présente dans ce rapport, se fera à partir des mesures réalisées avec les compteurs Smart impulse du 11/04/2025 au 05/05/2025.

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

1.6. Description synthétique du périmètre

1.6.1. Vues et plans du bâtiment Lavoisier

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

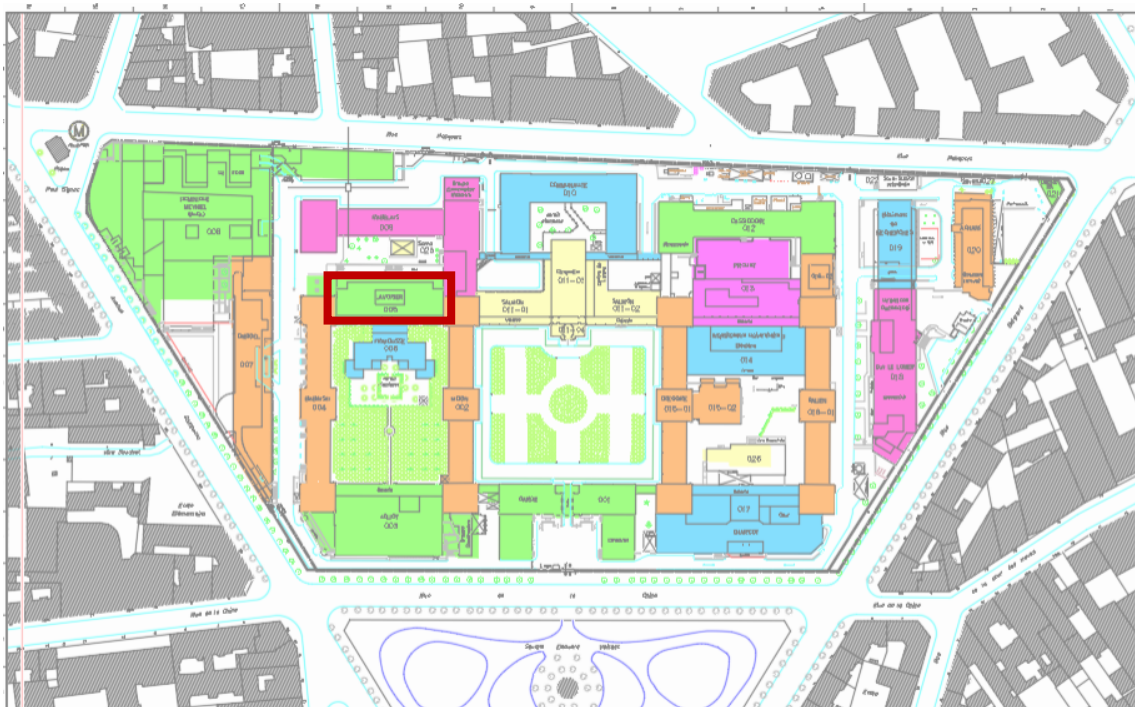


Figure 2 - Plan de masse du site



Figure 3 - Photo de la façade NORD-EST du bâtiment Lavoisier

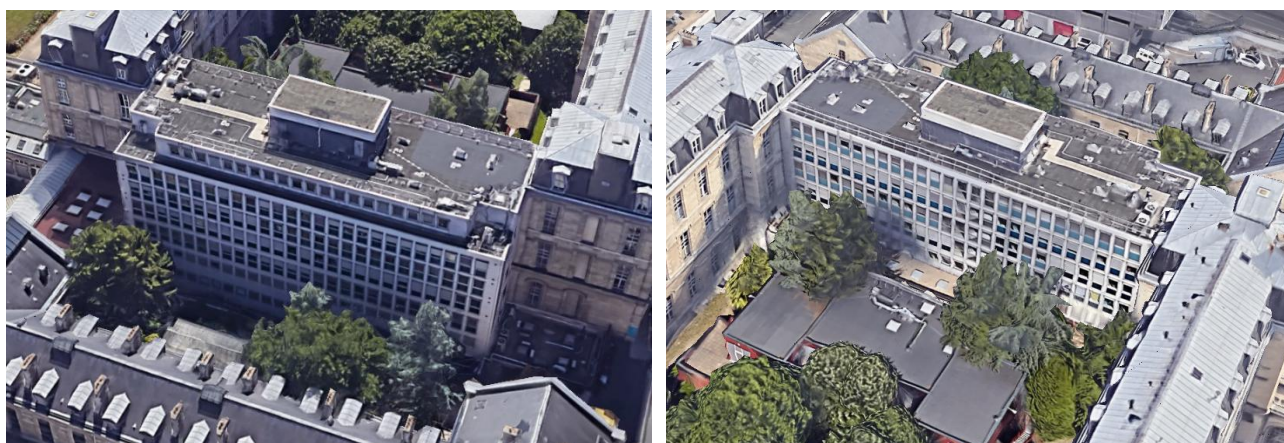


Figure 4 – Vue Google Earth du bâtiment Lavoisier

1.6.2. Vues et plans du bâtiment Frimousse

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 4 - Vue aérienne du site

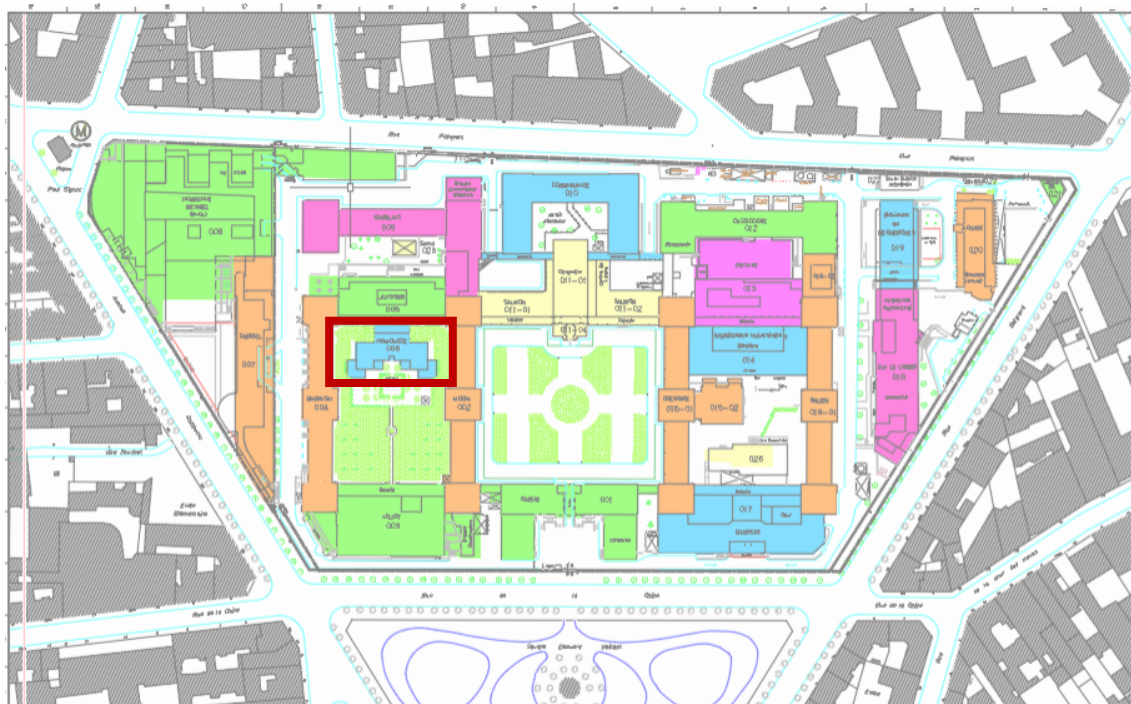


Figure 5 - Plan de masse du site



Figure 6 - Photo de façades du bâtiment Frimousse – bâtiment Lavoisier en arrière-plan



Figure 7 - Vue Google Earth du bâtiment Frimousse

1.7. Caractéristiques principales

Les tableaux suivants synthétisent les caractéristiques générales du site de Tenon et des bâtiments Lavoisier et Frimousse.

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 des bâtiments

Bâtiment <u>Lavoisier</u>	
Typologie	Hospitalisation
Bâtiment classé	Non
Année de construction	Années 70
Surface totale	5357 m ²
Surface chauffée*	~3698 m ²
Surface refroidie*	437 m ²
Horaires d'occupation des locaux	24h/24 Lundi au dimanche

Bâtiment <u>Frimousse</u>	
Typologie	Crèche
Bâtiment classé	Non
Année de construction	Entre 1983 et 1987
Surface totale	743 m ²
Surface chauffée*	~743 m ²
Surface refroidie*	430 m ²
Horaires d'occupation des locaux	6h30-21h45 Lundi au vendredi

*Les surfaces totales renseignées ici et provenant de l'APHP sont légèrement inférieures aux surfaces recensées lors de l'audit et prises en compte dans la suite des analyses.

1.8. Occupation

Le bâtiment Lavoisier abrite en grande majorité des espaces d'hospitalisation de nuit dans le cadre du service oncologie et pneumologie (R+2 / R+3 / moitié du R+4). Un service d'hépatogastroentérologie est présent au R+5, tandis que quelques chambres sont dédiées à de l'hospitalisation de jour au R+4. Le R+1 est composé de box de consultations et de salles d'examen dans le cadre de l'exploration fonctionnelle respiratoire, ainsi que de salle de surveillance (fibroscopie) et d'un laboratoire climatisé dans lequel se trouvent des réfrigérateurs (-80°C/-20°C/+5°C), des sorbonnes et une centrifugeuse. Le RDC est la partie consultations du service oncologie et pneumologie. Enfin, le R-1 est composé de magasins (matériel médical et technique) et de bureaux majoritairement inoccupés, tandis que le R-2 est destiné aux vestiaires, à des archives et stockages et à d'éventuels locaux techniques (sous-station CPCU par exemple).

L'activité sur le site est continue, avec un fonctionnement 24h/24, 7j/7. Ceci est notamment vérifié sur les étages comportant de l'hospitalisation de nuit. L'activité est plus importante en jours ouvrés sur le bâtiment étant donné la présence de services ouverts seulement sur ces périodes-là.

Le bâtiment Frimousse abrite la crèche destinée à l'accueil des enfants du personnel hospitalier du site de Tenon. Le bâtiment accueille du public de 6h30 à 21h45 du lundi au vendredi (fermeture les WE et jours fériés). Les enfants peuvent arriver n'importe quand sur ces créneaux-là. Le bâtiment est composé de dortoirs, salles de jeux, vestiaires, sanitaires, petite cantine, bureaux et stockages ; chaque espace est occupé à une heure différente de la journée en fonction des activités. Par exemple, les enfants mangent à midi dans la cantine puis vont faire la sieste dans un dortoir. Après la sieste, la pièce est ventilée et les enfants s'occupent dans les salles de jeux. Une distinction des zones est réalisée en fonction de l'âge des enfants (« bébés », « moyens » et « grands »).

1.9. Détail des surfaces du site

Ce tableau se base sur la segmentation par zones thermiques réalisée dans la STD.

Tableau 4 - Répartition des surfaces suivant les typologies

Typologie	Surface (m²)	Correspondance DEET
Ambulatoire - hospitalisation de jour	163	Hospitalisation Ambulatoire
Bureaux - réunion	361	Bureaux standards / administration
Circulations horizontales	1085	Réparties dans les autres zones STD par ratio mètre
Circulations verticales	351	Réparties dans les autres zones STD par ratio mètre
Consultations - examens - imagerie	594	Consultation
Consultations - examens – imagerie climatisée	84	Consultation
Crèche	430	Crèche
Hospitalisation	1233	Hospitalisation Conventionnelle
Hospitalisation climatisée	289	Hospitalisation Conventionnelle
Imagerie - locaux climatisés	40	Imageries médicales
Laboratoires	25	Laboratoires courants
Local tampon non traité	574	Valeur par défaut
Locaux Techniques	99	Valeur par défaut
Offices alimentaires	120	Hospitalisation Conventionnelle
Stockage - archives	472	Bureaux standards / administration
Vestiaires	181	Vestiaires

Synthèse de l'état des lieux

2



2. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX

2.1. État des lieux enveloppe thermique – bâtiment Lavoisier

Construit au début des années 1970, le bâtiment Lavoisier n'est concerné par aucune réglementation thermique (date de dépôt de permis de construire antérieure à 1976).

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

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

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

Planchers bas (et intermédiaires) : Le bâtiment est composé de plusieurs planchers bas. Seul le plancher bas du deuxième sous-sol est en contact avec le terre-plein. Cet étage est dédié à du stockage, des locaux techniques, des vestiaires, et est donc assez peu occupé. Aucun plancher bas n'est isolé.

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

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

Planchers hauts (toitures) : Composé de plusieurs zones de toiture, le bâtiment Lavoisier présente néanmoins une unique typologie de toiture. N'ayant pas pu contrôler la composition de la toiture sans examen destructif, il est supposé que cette dernière soit isolée légèrement (car son étanchéité est refaite fréquemment, et en vertu des Réglementations Thermiques, les éléments du bâtiment doivent respecter certaines conditions de résistances thermiques au fur et à mesure des travaux de rénovation). La performance thermique de ces parois est donc estimée moyenne. Celle-ci est composée de faux plafonds en liège d'environ 2 cm d'épaisseur, d'une dalle béton d'environ 20 cm d'épaisseur, d'une isolation type polystyrène expansé de 10 cm, d'une couche de membrane bitumeuse d'environ 1 cm d'épaisseur assurant l'étanchéité de la toiture.

Murs extérieurs : Lavoisier est constitué de murs extérieurs en béton lourd de 20cm, non isolés. Ces murs sont soit mitoyens avec d'autres bâtiments du site, soit en partie enterrés ou totalement en contact avec l'extérieur. Lorsqu'ils sont en contact avec l'extérieur, ces murs sont revêtus de carreaux céramique et d'un enduit intermédiaire (environ 1cm d'épaisseur). En raison de leur faible performance thermique et de leur surface importante, les murs constituent la deuxième zone de déperdition thermique du bâtiment, représentant 33 % des pertes.

Menuiseries : Doté d'une surface vitrée élevée, le bâtiment Lavoisier présente des menuiseries de performances thermiques très basses, en simple vitrage. Certaines infiltrations d'air ont lieu au niveau des ouvrants, qui peuvent avoir des joints d'étanchéité détériorés.

On distingue 2 modules de vitrage distincts : le premier possède une allège vitrée, tandis que le second est une allège murée. Ces modules vitrés intègrent des stores manuels type volets roulants intégrés au cadre des ouvrants. Ces derniers s'ouvrent à l'italienne/soufflet manuellement, et sont régulièrement ouverts par les occupants pour ventiler les locaux, étant assez peu ventilés mécaniquement et les températures étant élevées en plein été.

Les cadres des menuiseries sont en aluminium (absence de rupture de pont thermique), augmentant les ressentis de froid en plein hiver lorsque les occupants sont proches des parois. Cette configuration (simple vitrage + cadre aluminium sans rupteurs) est la plus défavorable d'un point de vue performance énergétique et confort d'occupation.

Les menuiseries de la galerie non chauffée située entre Lavoisier et Frimousse sont également en simple vitrage (4mm), cadre aluminium sans rupteur thermique. Cet espace est considéré comme un espace thermique tampon (non chauffé, non refroidi, espace de circulation).

Renouvellement d'air : Outre les infiltrations d'air importantes liées à la qualité de l'enveloppe (menuiseries vétustes), le bâtiment Lavoisier présente quelques équipements de renouvellement d'air permettant en majorité d'extraire l'air vicié des espaces tels que les sanitaires des chambres d'hospitalisation. Le renouvellement d'air du bâtiment représente une part non négligeable de la consommation d'énergie de chauffage.

Les infiltrations d'air sont également importantes et engendrent des consommations importantes de chauffage. Ces infiltrations sont dues à la vétusté des menuiseries et à l'ouverture récurrente des fenêtres pour ventiler (la CTA double-flux ne fonctionne plus et ne permet plus d'apporter d'air neuf aux occupants, les infiltrations par les fenêtres et parois ne suffisent pas toujours à renouveler correctement l'air intérieur).

Quelques équipements de ventilation simple-flux sont également utilisés pour extraire l'air de locaux techniques et spécifiques, tels que le laboratoire, la sous-station de chauffage...

Conclusion : La performance de l'enveloppe thermique du bâtiment 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 et la présence d'importantes infiltrations d'air. Une attention toute particulière à l'enveloppe et au pilotage des équipements de ventilation est à porter dans le cadre de la démarche d'amélioration de la performance énergétique.

2.2. État des lieux enveloppe thermique – bâtiment Frimousse

Le bâtiment Frimousse, construit entre les années 83 et 87, n'a pas fait l'objet lors de sa construction de réglementation thermique spécifique (les RT existantes s'appliquant aux bâtiments neufs résidentiels).

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

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

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

Planchers bas (et intermédiaires) : Le bâtiment Frimousse est composé de deux planchers bas, dont les compositions sont distinctes. Le plancher bas (sous le RDC) est en contact en grande partie avec un vide-sanitaire sain. Une couche d'isolation de type PSE (15cm) est disposée sous la dalle béton d'environ 25cm d'épaisseur. Cette isolation semble relativement récente car elle est en bon état. Seule la partie sous vide-sanitaire est isolée, la dalle béton est à nue entre les locaux techniques du sous-sol et le RDC.

Le plancher bas intermédiaire entre le RDC et le R+1, aussi qualifié de « plancher intermédiaire », est composé de faux plafonds en liège d'environ 2 cm d'épaisseur, d'une dalle béton lourd d'environ 20 cm d'épaisseur, d'une couche de mortier d'environ 2 cm d'épaisseur surplombée par du carrelage d'environ 1 cm d'épaisseur.

Planchers hauts (toitures) : Composé de plusieurs zones de toiture, le bâtiment Frimousse présente néanmoins une unique typologie de toiture. N'ayant pas pu contrôler la composition de la toiture sans examen destructif, il est supposé que cette dernière soit isolée légèrement (car son étanchéité est refaite fréquemment, et en vertu des Réglementations Thermiques, les éléments du bâtiment doivent respecter certaines conditions de résistances thermiques au fur et à mesure des travaux de rénovation). La performance thermique de ces parois est donc estimée moyenne. Celle-ci est composée de faux plafonds en liège d'environ 2 cm d'épaisseur, d'une dalle béton d'environ 20 cm d'épaisseur, d'une isolation type polystyrène expansé de 10 cm, d'une couche de membrane bitumeuse d'environ 1 cm d'épaisseur assurant l'étanchéité de la toiture.

Murs extérieurs : Ayant été construit en dans les années 80 (existence de Réglementations Thermiques portées sur les bâtiments résidentiels, pas d'obligation sur les bâtiments tertiaires neufs) et étant donné les observations réalisées lors de la visite sur certains points du mur abîmés, il est supposé que les murs extérieurs soient légèrement isolés par l'intermédiaire de plaques de PSE fines (de l'ordre de 5cm), disposés contre des parpaings en béton de 20cm d'épaisseur. Un bardage en composite rouge permet de limiter les entrées d'eau sur l'isolant. Cette isolation permet de respecter les valeurs de résistance thermique des murs imposées sur les bâtiments résidentiels de l'époque (via la RT1982).

Menuiseries : Le bâtiment Frimousse est assez vitré, notamment par l'intermédiaire de baies vitrées toute hauteur. Ces baies sont de type Double Vitrage 4/6/4 (premiers types de DV, déclassés aujourd'hui car de nouvelles technologies assurent une meilleure isolation), majoritairement utilisés à l'époque de construction du bâtiment. Les cadres en bois limitent les ressentis de paroi froide. Des stores (volets roulants extérieurs dans les dortoirs, pilotés par interrupteur / manuels extérieurs ailleurs) permettent de limiter les apports solaires en été et de créer des ambiances tamisées ou sombres en fonction des activités de chaque espace (lors des siestes par exemple).

Seule la porte d'entrée côté jardin (en rouge sur la photo en bas à gauche) est en simple vitrage et cadre aluminium, sans rupteur thermique.

Renouvellement d'air : Une VMC simple-flux permet de réaliser l'extraction d'air vicié du bâtiment, par l'intermédiaire de bouches de reprises disposées dans les bureaux, dortoirs, circulations, sanitaires... Toutefois, des ressentis d'humidité importants sont ressentis dans certains espaces (par exemple dans les bureaux ou dans la laverie où le linge humide et les appareils électroménagers dégagent chaleur et humidité). De plus, la densité forte d'occupation de certains espaces,

comme les dortoirs, durant des temps assez longs, favorise la montée en température et en hygrométrie de ces pièces : les assistants maternels ouvrent donc les fenêtres régulièrement pour ventiler les lieux, et se plaignent d'un renouvellement d'air limité dans ces espaces. Les infiltrations d'air sont donc importantes dans ce bâtiment, du fait de son usage.

Conclusion : La performance de l'enveloppe thermique du bâtiment est assez faible, mais meilleure que le bâtiment Lavoisier, par sa date de construction plus récente et la mise en place de légères isolations et de menuiseries plus performantes que du simple vitrage. L'ouverture des fenêtres induit des déperditions thermiques importantes, la mise en place d'un système de ventilation piloté sur sonde de CO2 permettrait d'apporter l'air neuf et de retirer l'air vicié des espaces à fort taux d'occupation, tout en limitant la consommation électrique.

2.3. État des lieux systèmes – Bâtiment Lavoisier

2.3.1. Chauffage

Le site de Tenon est raccordé au réseau de chaleur de la ville de Paris (CPCU) via une sous-station principale alimentée par le réseau vapeur basse température. Un réseau secondaire interne assure ensuite la distribution vers les différentes sous-stations du site.

Le bâtiment Lavoisier est approvisionné par la sous-station SST n°13, située au niveau S-2 de ce dernier. Cette sous-station est équipée de deux échangeurs thermiques de 433 kW unitaire.

La diffusion du chauffage au sein du bâtiment s'effectue par des radiateurs en acier à têtes thermostatiques.

Bien que le réseau soit correctement isolé, des manquements ont été relevés sur le réseau d'eau chaude, notamment sur l'isolation au niveau de la sous-station.

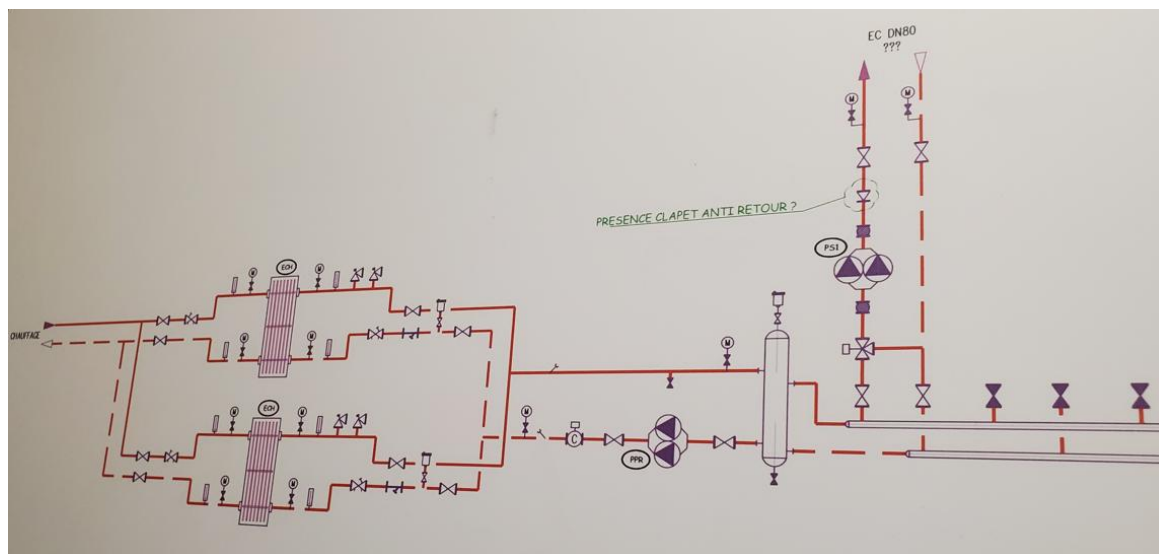


Figure 8 – Schéma sous-station n°13, Lavoisier

2.3.2. ECS (Eau Chaude Sanitaire)

La production d'eau chaude sanitaire (ECS) est directement assurée par le réseau de chaleur urbain, depuis le réseau secondaire de la sous-station de chauffage par deux Ballon de 300 L avec échangeur EC à épingle, relié au réseau secondaire.

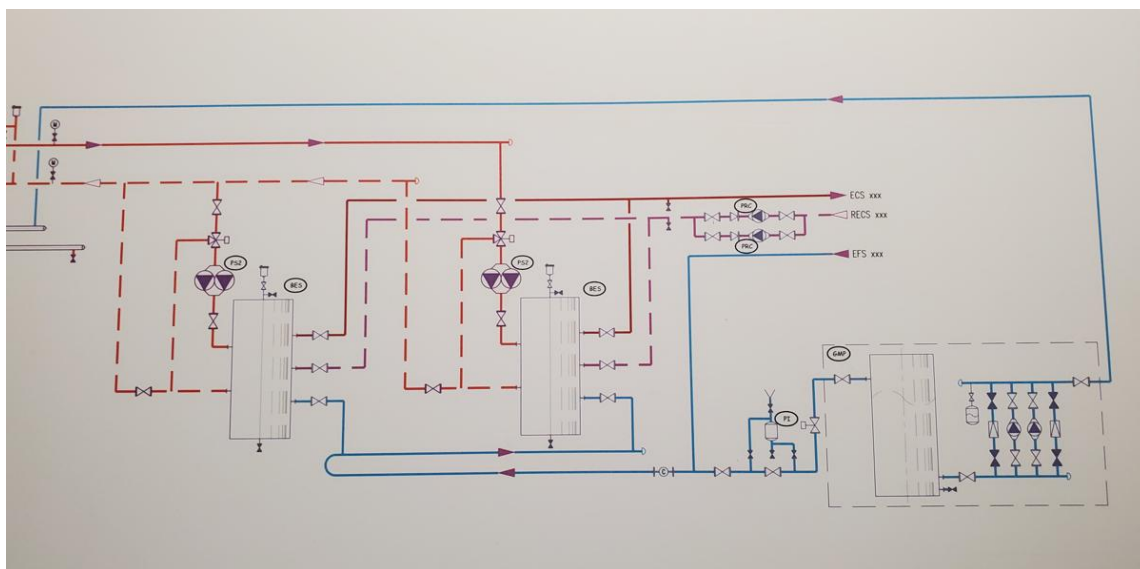


Figure 9 - Schéma sous-station n°13, Lavoisier ECS

2.3.3. Climatisation

Le bâtiment Lavoisier est équipé de quinze groupes à détente directe réversibles (VRV/DRV), installés pour la plupart en toiture ou sur terrasse, et desservant des espaces variés : laboratoires, locaux informatiques, salles de surveillance, onduleurs et zones de R&D.

La puissance thermique cumulée atteint environ 140 kW en mode chauffage et 120 kW en refroidissement, avec des puissances électriques unitaires maximales comprises entre 0,95 kW et 9 kW selon les modèles.

Malgré leur réversibilité, ces systèmes sont principalement utilisés pour la climatisation ; le chauffage reste assuré par le réseau de radiateurs du bâtiment.

Les rendements (EER) sont très variables, de 2,00 à 4,21, reflétant l'hétérogénéité des installations. Un pilotage global centralisé n'a pas été observé : chaque VRV est régulé localement.

2.3.4. Eclairage

L'éclairage intérieur du bâtiment Lavoisier est très majoritairement assuré par des systèmes de type LED dans les chambres d'hospitalisation, les box de consultation et les circulations. Seuls quelques éclairages fluocompacts subsistent dans une circulation du R-2 et quelques autres espaces peu significatifs. Ces éclairages sont pilotés sur détection dans les lieux de passage (circulation et sanitaire), et sur interrupteurs marche/arrêt classiques.

La performance globale des systèmes d'éclairage est bonne, et pourrait être améliorée par une régulation plus fine, comme de la gradation d'intensité par exemple (sur commande manuelle).

2.3.5. Ventilation

La ventilation générale de Lavoisier repose sur une CTA France Air POWERBOX 80 EL 1500 V GTC (484 W), posée en 2017 sur terrasse R01, dont les filtres sont mal dimensionnés et qui était hors service lors de la visite. Trois caissons de désenfumage (396 W chacun) sont installés en R05, ainsi qu'un caisson de soufflage Aldes AXEO II (1,5 kW), également inactif au moment du relevé.

Côté extraction, un extracteur Aldes EASYVEC MW 3000 IP (0,7 kW) en fonctionnement et un caisson France Air MODULYSECO 500 I + P (0,122 kW) ont été identifiés. Il est probable que d'autres caissons similaires et plusieurs hottes de laboratoire soient répartis dans le bâtiment, mais leur nombre et leurs puissances n'ont pas pu être confirmés.

2.3.6. 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.

Les équipements concernés par cette étude sont remontés sur la GTB Iconics.

2.3.7. Usages spécifiques

Hormis les équipements classiques liés à de l'hospitalisation de nuit et des salles de consultations, on trouve sur le bâtiment Lavoisier un laboratoire équipé d'un congélateur, de 2 centrifugeuses ainsi que d'une sorbonne.

2.3.8. Conclusion

Globalement, le bâtiment Lavoisier est considéré comme moyennement performant, avec une densité d'équipements de CVC faible. Cependant, les systèmes techniques ne sont pas tous optimisés et sont en partie vieillissants.

Le site, dédié à des activités médicales exigeantes, nécessite des régulations spécifiques, notamment pour la ventilation, la climatisation et les températures intérieures, afin de répondre aux normes sanitaires et aux besoins des patients et du personnel. Ces exigences incluent une ventilation contrôlée dans les zones sensibles ainsi que l'utilisation d'équipements spécifiques qui, bien que nécessaires, contribuent à une augmentation significative de la consommation énergétique.

De plus, la performance particulièrement faible de l'enveloppe thermique associée à une température intérieure très élevée en période chauffage (entre 22°C et 24°C) induit de même des déperditions élevées et donc une consommation d'énergie thermique (réseau de chaleur) particulièrement élevée.

2.4. État des lieux systèmes – Bâtiment Frimousse

2.4.1. Chauffage

Le site de Tenon est raccordé au réseau de chaleur de la ville de Paris (CPCU) via une sous-station principale alimentée par le réseau vapeur basse température. Un réseau secondaire interne assure ensuite la distribution vers les différentes sous-stations du site.

Le bâtiment Frimousse est approvisionné par la sous-station SST n°19, située au niveau S-2 de ce dernier. Cette sous-station est équipée de deux échangeurs thermiques de 47 kW unitaire.

Bien que le réseau soit correctement isolé, des manquements ont été relevés sur le réseau d'eau chaude, notamment sur l'isolation au niveau de la sous-station.

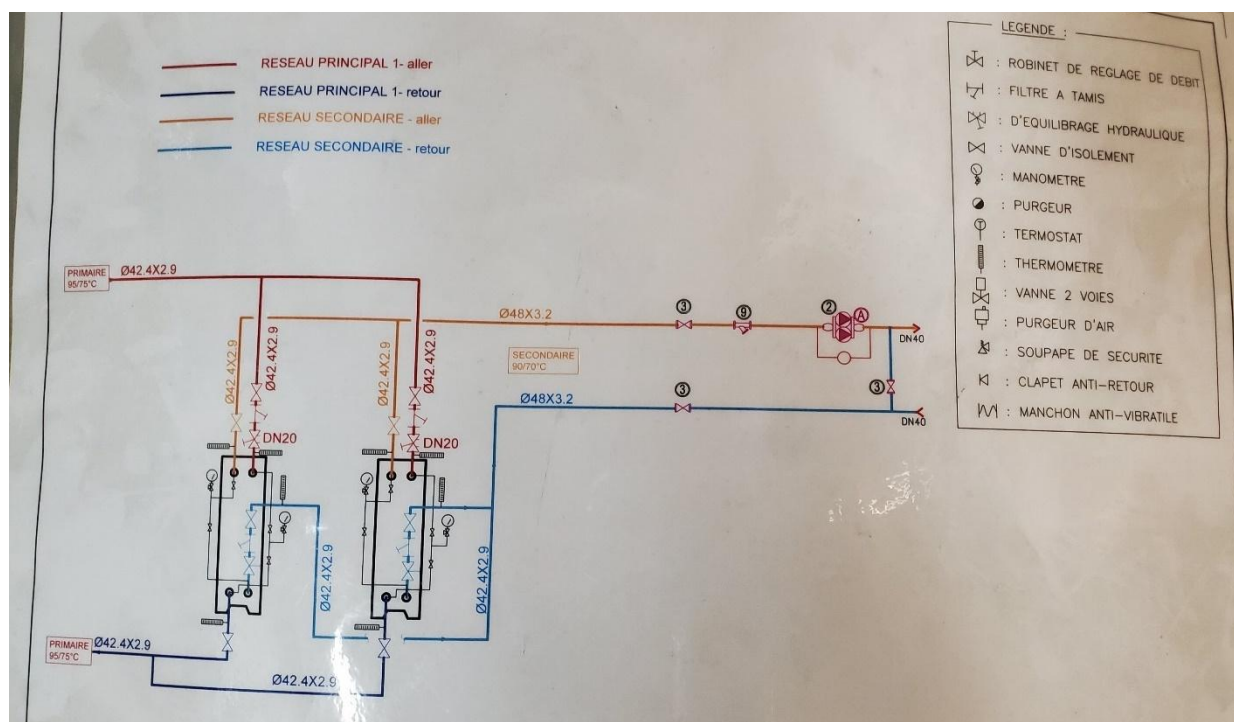


Figure 10 – Schéma sous-station n°19 Frimousse

La diffusion du chauffage au sein du bâtiment s'effectue par des radiateurs en fonte, sans têtes thermostatiques, disposés dans tous les espaces : bureaux, sanitaires, dortoirs, salles de jeux... Ces radiateurs sont protégés afin que les enfants ne se brûlent pas : des coffrages en bois avec grilles sont disposés tout autour des radiateurs.

2.4.2. ECS (Eau Chaude Sanitaire)

La production d'eau chaude sanitaire (ECS), située dans la sous-station de chauffage, est constituée d'un Ballon de 300L. Ce dernier est bien isolé. Une résistance électrique de 6 kW est présente au sein du ballon.



Figure 11 - Ballon ECS Frimousse

2.4.3. Climatisation

De même, on retrouve 4 groupes à détente directe réversibles (mono/multi-splits) pour les différentes zones du bâtiment Frimousse. Ces unités extérieures sont installées en rez-de-jardin autour du bâtiment.

La puissance thermique cumulée atteint environ 40kW en mode chauffage et 32kW en refroidissement, avec des puissances électriques unitaires maximales comprises entre 1,35 kW et 2,8 kW selon les modèles

Malgré leur réversibilité, ces systèmes sont principalement utilisés pour la climatisation; le chauffage reste assuré par le réseau de radiateurs du bâtiment.

Les rendements (EER) sont très variables, de 3,2 à 4, reflétant des installations efficace et récentes (2019 ou plus). Un pilotage global centralisé n'a pas été observé : chaque VRV est régulé localement.

2.4.4. Eclairage

L'éclairage intérieur du bâtiment Frimousse est entièrement assuré par des systèmes d'éclairage de type LED, notamment via des pavés LED 60x60 commandés par interrupteurs manuels marche/arrêt, sans gradation. Seul l'éclairage des sanitaires est piloté sur détection de présence. Quelques anciens éclairages fluo peuvent subsister dans certains espaces peu fréquentés, comme certains sanitaires.

La performance globale des systèmes est bonne, et pourrait être améliorée par une régulation plus fine, comme de la gradation d'intensité par exemple (sur commande manuelle).

2.4.5. Ventilation

La ventilation du bâtiment Frimousse est assurée par un extracteur en toiture, dédié à l'extraction d'air vicié. La reprise d'air se fait au niveau des sanitaires et de certaines circulations utilisées comme zone de jeu. Certaines zones du bâtiment ne sont pas ventilées, ce qui engendre une humidité relative importante (dans la laverie par exemple) ou la nécessité d'ouvrir les fenêtres pour ventiler (dans les dortoirs après les siestes par exemple). Aucune centrale de traitement d'air (CTA) avec soufflage ou récupération de chaleur n'est présente. De plus, aucune régulation spécifique ni programmation horaire optimisée n'a été identifiée.

2.4.6. 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.

Les équipements concernés par le bâtiment Frimousse ne sont remontés sur les GTB.

2.4.7. Usages spécifiques

Le bâtiment Frimousse ne contient pas d'équipement à usage spécifique particulier.

2.4.8. Conclusion

Globalement, le bâtiment Frimousse est considéré comme moyennement performant. Les systèmes techniques ne sont pas tous optimisés et sont en partie vieillissants, principalement sur le chauffage.

Le bâtiment n'a pas de besoin complexe dû à ses activités : les seuls équipements qui peuvent être amenés à fonctionner sont relatifs à la cuisine (lave-vaisselle / réchauffe plat...) et à la lessive. La consommation électrique surfacique est donc relativement faible. Toutefois, la présence de climatisation dans les zones de vie augmente légèrement les consommations du bâtiment en été (de manière modérée, car le couvert végétal proche limite les besoins, et la climatisation ne peut pas être utilisée de manière trop intensive pour ne pas rendre malades les enfants).

La performance thermique de l'enveloppe étant relativement moyenne (toutefois meilleure que celle de Lavoisier), les températures dans le bâtiment étant assez élevées (présence d'enfants en bas âge donc température d'ambiance entre

22 et 24°C), et l'utilisation du bâtiment nécessitant des ouvertures régulières des fenêtres pour ventiler, la consommation d'énergie thermique (réseau de chaleur) est assez élevée

Etat des lieux

3



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 énergétique - enveloppe

L'évaluation des éléments constitutifs de l'enveloppe sera définie selon les niveaux suivants :

Tableau 5 - Indicateurs de performance de l'enveloppe

	PERFORMANCE RT existant	VETUSTE
5	Conforme au niveau RT 2012 ou supérieur	Neuf sous GPA ou décennale (moins de 10 ans)
4	Conforme à la RT existant	Bon état sans désordres apparents
3	Niveau d'isolation proche de la RT existant	En état correct mais réputé vétuste
2	Isolé faiblement (inférieur ou égale à 50% de la RT existant)	Quelques désordres apparents
1	Non isolé	En mauvais état et/ou vétusté avancée

3.2. Indicateurs énergétique - équipements

L'évaluation des équipements techniques sera définie selon les niveaux suivants :

Tableau 6 - Indicateurs de pérennité et de performance des équipements

	PERENNITE	PERFORMANCE
5	15 ans Neuf et/ou sans dysfonctionnement	Très bonne adéquation au besoin et réglé correctement
4	10 ans récent et sans dysfonctionnement	Bonne adéquation au besoin
3	5 ans Faible dégradation et/ou dysfonctionnement non récurrent	Moyenne Fonctions manquantes ou inadaptées
2	2 ans Vétusté avancée et/ou dysfonctionnements majeurs	Mauvaise Matériels non utilisés à plus de 70% de ses capacités ou pouvant être remplacé par un choix plus fonctionnel
1	A remplacer dans les plus brefs délais	Très mauvaise Inutilisé et /ou totalement inadapté
Sans objet	Sans objet	Sans objet

3.3. Barème énergétique général – bâtiment Lavoisier

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. Barème énergétique – bâtiment Lavoisier

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 hospitalisation	Aucun équipement ou équipements dysfonctionnels induisant l'ouverture de menuiseries	VMC simple flux	CTA double flux sans récupération de chaleur et régulateur de débit	CTA double flux avec récupération de chaleur et régulateur de débit dédiée
Ventilation autres locaux	Ventilation naturelle et mauvaise étanchéité à l'air	Ventilation mécanique simple flux	VMC ou CTA double flux	VMC ou CTA double flux équipée de récupérateur de chaleur et de régulateur de débit Ventilation naturelle avec une bonne étanchéité à l'air

Indicateurs de performance énergétique				
	1	2	3	4
ECS			ECS Centralisée avec bouclage	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)

Tableau 7 - Barème énergétique bâtiment Lavoisier, feuille de route APHP

3.4. Barème énergétique général – bâtiment Frimousse

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 autres locaux	Ventilation naturelle et mauvaise étanchéité à l'air	Ventilation mécanique simple flux	VMC ou CTA double flux	VMC ou CTA double flux équipée de récupérateur de chaleur et de régulateur de débit Ventilation naturelle avec une bonne étanchéité à l'air
ECS			ECS Centralisée avec bouclage	ECS Centralisée : Thermodynamique ou solaire
Eclairage	Halogène ou éclairage vétuste (> 10 ans)	Eclairage majoritairement fluorescent ou néon sans régulation (détection/horloge)	Eclairage majoritairement fluorescent ou néon avec régulation (détection/horloge) Eclairage LED sans régulation	Eclairage LED avec régulation (détection/horloge/sonde de luminosité/gradable)

Tableau 8 - Barème énergétique bâtiment Frimousse, feuille de route APHP

3.5. Performance de l'enveloppe

3.5.1. Parois opaques

3.5.1.1. Parois opaques Lavoisier

Localisation	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
Lavoisier - 005	Plancher bas donnant sur terre- plein	Dalle béton (béton lourd, 20 cm)	1 200	1,74	>3	>3	1	2
	Plancher bas / intermédiaire	Faux plafond (fibre minérale, 2 cm), dalle béton (béton lourd, 25 cm), mortier (matière minérale, 2 cm), carrelage (matière minérale, 1 cm)	4 296	0,34	N.C.	N.C.	Sans objet	2
	Plancher haut / toiture	Membrane bitumineuse, isolant (10 cm de polystyrène expansé), dalle béton (béton lourd, 20 cm), faux plafond (fibre minérale, 2 cm)	743	3,02	>4.5	>6	2	3
	Mur extérieur	Mur béton (béton lourd, 25 cm), plaquage (placoplâtre, environ 1 cm)	1 665	0,4	>3.7	>3.7	1	2



Figure 12 – Toitures haute et basse / façade du bâtiment Lavoisier

L'examen non destructif des parois opaques du bâtiment Lavoisier met en évidence une absence généralisée d'isolation thermique, à l'exception d'une isolation présumée faible au niveau de la toiture. Cette déficience engendre des pertes thermiques significatives, générant des inconforts thermiques marqués en période estivale comme hivernale. Ces constats permettent d'identifier des leviers prioritaires de travaux visant à améliorer la performance énergétique globale et le confort thermique des occupants.

3.5.1.2. Parois opaques Frimousse

Localisation	Type de paroi	Composition (Extérieur vers l'intérieur)	Surface (m ²)	Résistance thermique surfactive (m ² .K/W)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté
Frimousse - 006	Plancher bas donnant sur vide- sanitaire	Dalle béton (entrevous béton, 25 cm), isolant (plaque polystyrène expansé, 15cm)	433	3,46	>3	>3	4	2
	Plancher bas / intermédiaire	Dalle béton (béton lourd, 20 cm)	292	0,11	N.C.	N.C.	Sans objet	2
	Mur extérieur	Bardage (bois, 0.5cm), isolant (plaque de polystyrène expansé, 5cm), béton (parpaing, 20cm), plaquage (placoplâtre, 1cm)	561	1,88	>3.7	>3.7	2	2
	Plancher haut / toiture	Membrane bitumineuse, isolant (5 cm de polystyrène expansé), dalle béton (béton lourd, 20 cm), faux plafond (fibre minérale, 2 cm)	439	1,27	>4.5	>6	2	3



Figure 13 – Façade et isolation, toiture haute et isolation en sous-face de plancher bas bâtiment Frimousse

L'examen non destructif des parois opaques du bâtiment Frimousse, corroboré par sa date de construction, révèle une isolation légère des murs et de la toiture, ainsi qu'une isolation renforcée récente en polystyrène expansé (PSE) en sous-face de la dalle. Cette isolation limitée engendre des déperditions thermiques significatives, néanmoins moins importantes que celles constatées sur le bâtiment Lavoisier, qui demeure prioritaire dans le cadre des travaux de rénovation.

3.5.2. Menuiseries extérieures

3.5.2.1. Menuiseries extérieures Lavoisier

Localisation	Type de vitrage	Composition (mm)	Protection solaire	Surface (m²)	Conductance thermique surfacique (W/K.m²)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté	Durée de vie résiduelle
Lavoisier - 005	Cadre aluminium, Simple vitrage, absence de rupteur thermique, vitrage opaque sur la partie basse (pas d'allège)	4	Store extérieur	178	5,39	1.9	1.5	1	1	0 ans
	Cadre aluminium, Simple vitrage, absence de rupteur thermique (avec allège)	4	Store extérieur	685	4,62	1.9	1.5	1	1	0 ans
	Porte d'entrée opaque non isolée	/	/	71	3,50	1.9	1.5	2	2	20 ans
	Skydome galerie piétonne	/	/	7	3,14	1.9	1.5	2	2	20 ans
	Cadre aluminium, Simple vitrage, absence de rupteur thermique (galerie piétonne)	/	/	53	5,57	1.9	1.5	1	1	0 ans



Figure 14 – Menuiseries simple vitrage et cadres aluminium non ruptés bâtiment Lavoisier

L'examen des menuiseries, montre une typologie de composition homogène, en simple vitrage à cadre aluminium sans rupteur thermique. Cette composition induit des déperditions particulièrement élevées ainsi qu'un ressenti de parois froides important. Ce constat soulève la nécessité de remplacer les ouvrants et dormants afin de bénéficier des normes les plus récentes concernant les performances thermiques des menuiseries.

3.5.2.2. Menuiseries extérieures Frimousse

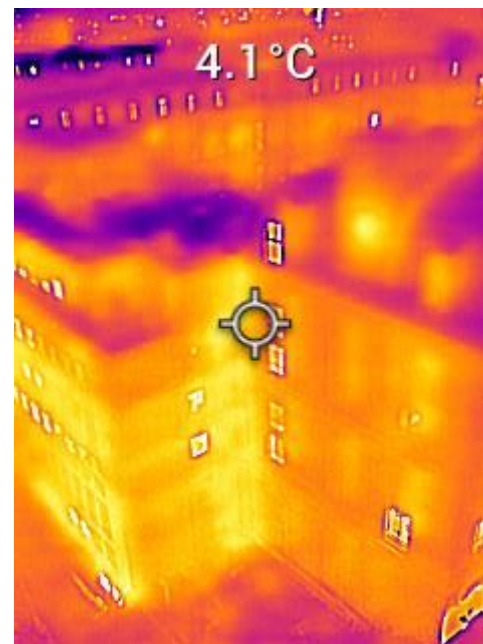
Localisation	Type de vitrage	Composition (mm)	Protection solaire	Surface (m²)	Conductance thermique surfacique (W/K.m²)	Norme RT élément par élément	Norme pour CEE	Performance	Vétusté	Durée de vie résiduelle
Frimousse - 006	Cadre bois, double vitrage, ouverture à la française au milieu des modules	4/6/4	Store extérieur mécanique ou électrique	160	2,91	1.9	1.5	2	2	10 ans
	Cadre bois, double vitrage (allège)	4/6/4	Store extérieur	7	2,89	1.9	1.5	2	2	10 ans
	Porte cadre bois, double vitrage, sur cour	4/6/4	/	6	2,76	1.9	1.5	2	2	10 ans



Figure 15 – Menuiseries double-vitrage et cadres bois bâtiment *Frimousse*

L'ensemble des vitrages du bâtiment Frimousse sont de type Double Vitrage 4/6/4 (premiers types de DV, déclassés aujourd'hui car de nouvelles technologies assurent une meilleure isolation), majoritairement utilisés à l'époque de construction du bâtiment. Les cadres en bois limitent les ressentis de paroi froide. Seule la porte d'entrée côté jardin (en rouge sur la photo en bas à gauche) est en simple vitrage et cadre aluminium, sans rupteur thermique.

3.5.3. Prises de vue à la caméra thermique



Les prises de vue ci-dessus ont été réalisées par 4°C extérieur, en l'absence de pollution lumineuse significative, le 08/01/2025 entre 09 et 10h.

Les deux prises de vues ont été réalisées en extérieur (façade). On constate des températures importantes au niveau des fenêtres et des murs, marquant la très faible performance thermique de ces éléments. On relève d'ailleurs un pont thermique à l'angle de contact du bâtiment Lavoisier et de son bâtiment mitoyen. Enfin, on relève des températures plus faibles sur la toiture, qui corroborent l'hypothèse de la présence d'une isolation faible en toiture.

3.6. Performance des installations énergétiques

3.6.1. Chauffage

Bâtiment	Emplacement	Nom	Qnt.	Équipement	Type	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	P chaud (kW)	P élec (kW)	Variateur	Perf.	Vétusté
LAVOISIER	SOUS STATION CHAUFFAGE	TNN-LAV-S02-148_205-ECH01/02	2	Echangeur	Echangeur à plaques	EC Lavoisier	BARRIQUA ND	BAS * 65 * 700 * C * P	2010	433	-	-	3	3
LAVOISIER	SOUS STATION CHAUFFAGE	TNN-LAV-S02-148_205-POMP01/02	2	Circulateur	Pompes	Réseau primaire	Grundfos	MAGMA3D 50-100 F 360	2010	-	1,05	oui	4	4
LAVOISIER	SOUS STATION CHAUFFAGE	TNN-LAV-S02-148_205-POMP03/04	2	Circulateur	Pompes	EC Lavoisier	Wilo	Yonos MAXO-D80/C,5-6	2021	-	0,8	oui	5	5
FRIMOUSSE	LOCAL TECHNIQUE 150_188	TNN-FRI-S01-150_185-ECH01/02	2	Echangeur	Echangeur à plaques	EC Frimousse	BARRIQUA ND	BAS*32*656* C*P	2010	47		-	3	3
FRIMOUSSE	LOCAL TECHNIQUE 150_189	TNN-FRI-S01-150_185-POMP01/02	2	Circulateur	Pompes	EC Frimousse	GRUNDFO S	UPSD 40-60/F	2010		0,25	non	3	3

3.6.1.1. Lavoisier

Le site est alimenté par le réseau de chaleur de la ville de Paris (CPCU). Il fonctionne principalement avec la valorisation des déchets ménagers (46%), au centrale gaz thermique ou de cogénération (39%) ainsi qu'en pourcentage plus faibles au charbon, à la biomasse solide, au biométhane et biocombustible liquide et à la géothermie. Son facteur d'émission de GES est de 143 g CO₂/kWh (données 2022, source : brochure CPCU).

La SST n°13 de Lavoisier comprend une colonne de découplage avec un réseau secondaire constitué de 2 départs :

- Un départ en DN80, régulé par une vanne 3 voies (V3V), alimentant le réseau de radiateurs du bâtiment.
- Deux départ ECS, régulé par deux vannes 3 voies (V3V), alimentant deux ballon ECS,

Les réseaux primaire et secondaires sont reliés par 2 échangeurs à plaques Barriquand, de puissance unitaire de 433 kW. Leur état général est jugé satisfaisant, avec une vétusté moyenne.

La régulation se fait par Trend (console située sur le TD de la chaufferie) et remonté sur la GTB Iconics.

La loi d'eau suivante est en place pour le réseau secondaire de chauffage :

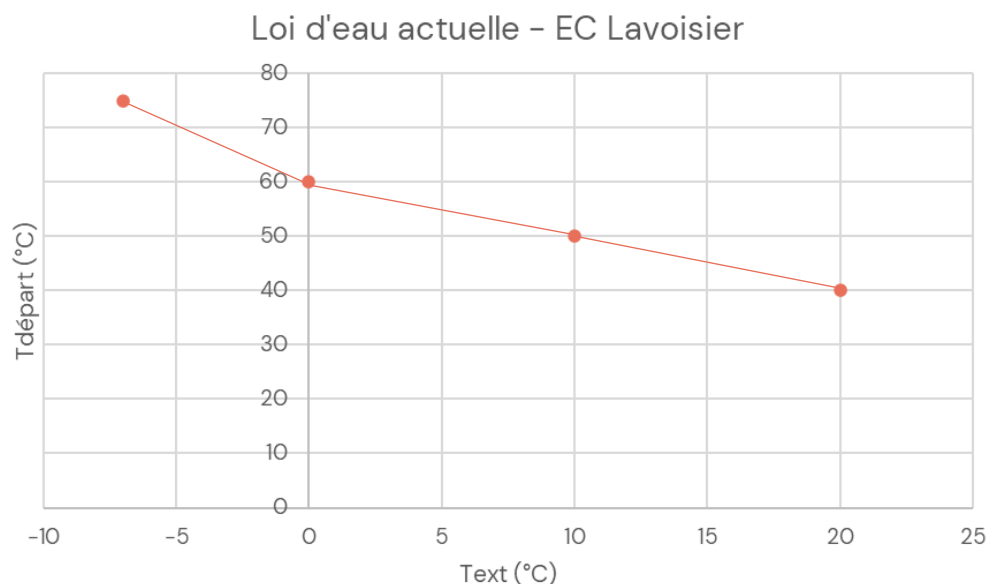


Figure 16 - Loi d'eau EC

On peut voir que la température de départ chauffage est bien régulée par une loi d'eau suivant la température extérieure sur le réseau secondaire de chauffage. Le pic au 07 mai correspond à l'arrêt du chauffage. Les pompes de circulation ont bien été éteintes.

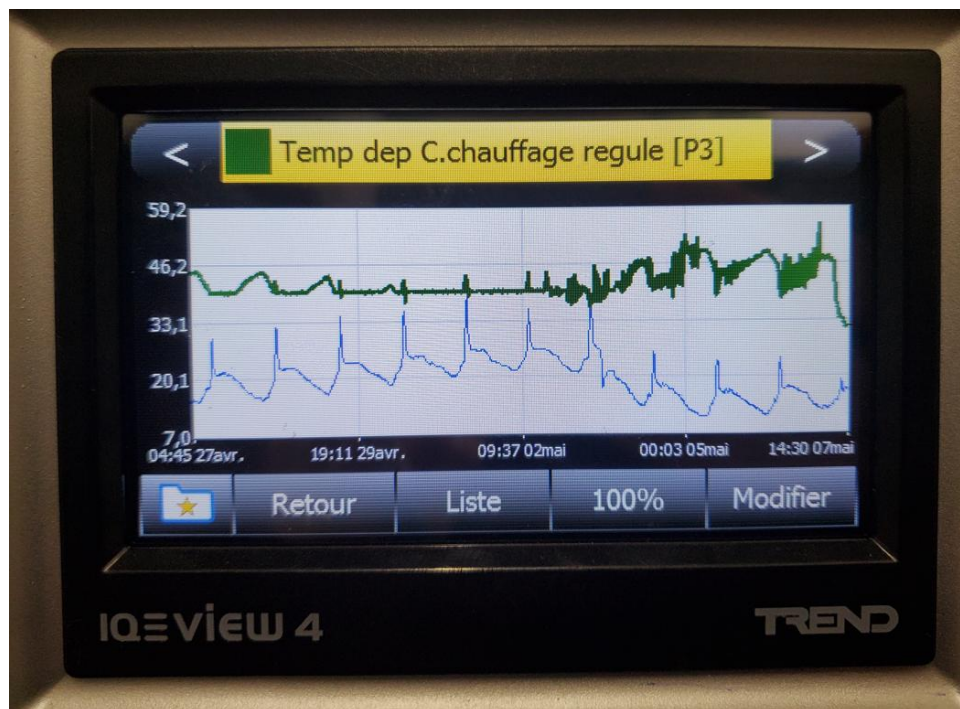


Figure 17 - Evolution des Températures réseau EC et extérieure

Aucun programme horaire avec réduit n'est en place. En effet, certaines zones nécessitent un maintien en température constant (chambres etc.), le réseau étant unique, aucun programme ne peut être mis en place.



Figure 18 - Programme horaire réseau de chauffage

L'émission est assurée par des radiateurs en fonte équipés en grande majorité de robinets thermostatiques. Lors de la visite, peu de radiateurs ont été observés dans les circulations (seulement dans l'escalier central proche des ascenseurs).

Le réseau de la sous-station, ainsi que les échangeurs ne sont pas intégralement isolés, tant au niveau des points singuliers que de certaines longueurs droites. Des matelas isolants ont été déposés dû à des fuites sur le réseau et n'ont pas été remis en place. Ce qui présente un gisement d'économies d'énergie.

De plus, lors de l'audit, les échangeurs à plaques BAS65700CP*55 (433 kW nominal, 11,8 m² de surface) ne montrait aucun pincement de température entre les circuits chaud et froid (76 °C → 78 °C sur le côté chaud et froid), ce qui signifie que l'eau chaude contourne entièrement les plaques via le by-pass et qu'aucun transfert thermique ne s'opère. Or, même en situation de très faible demande (seulement la production d'ECS), on attend toujours un écart de quelques degrés entre l'entrée et la sortie. Un ΔT égal à zéro est donc anormal : il révèle un contournement systématique de l'échangeur et une perte de capacité de chauffage, entraînant un gaspillage énergétique.

3.6.1.2. Frimousse

Le chauffage du bâtiment Frimousse est assuré par un **système de transfert thermique via échangeurs à plaques**. Deux échangeurs de marque **Barriquand (modèle BAS32656CP)**, localisés dans le local technique, ont une puissance d'apport thermique de **47 kW chacun**. Leur état général est jugé **satisfaisant**, avec une vétusté moyenne.

Lors de la visite, hors saison de chauffe, un des deux échangeurs avait été coupé, le besoin étant réduit.

Le transfert d'énergie est assuré par deux **pompes de circulation GRUNDFOS UPSD 40-60/F**, sans variateur, également situées dans le même local. Leur puissance électrique unitaire est modeste (**entre 0,155 et 0,25 kW**), leur **pilotage fixe** peut constituer un axe d'optimisation énergétique, notamment via l'ajout de variateurs.

Le réseau de la sous-station présente des manquements d'isolation, tant au niveau des points singuliers que de certaines longueurs droites. De plus, le matelas d'un des échangeurs est ouvert, il s'agit de celui coupé, il convient cependant de s'assurer qu'il est bien fermé lors de son utilisation.



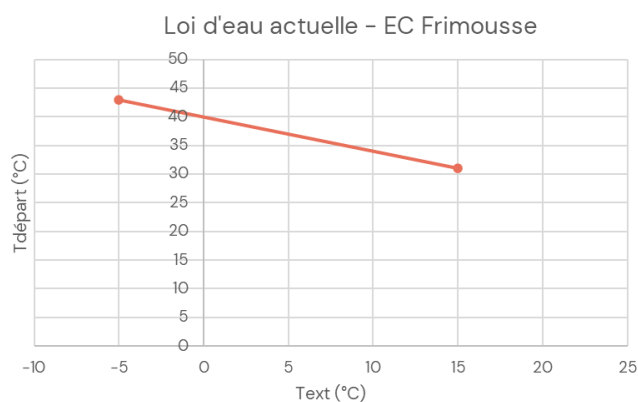
Figure 19 - Echangeur SST Frimousse

La régulation du réseau de chauffage est assurée par un **automate RVL 480**, implanté dans l'armoire électrique, pilotant une V3V positionnée en mélange. Ce système, bien qu'encore fonctionnel, est relativement ancien. Son remplacement est en cours de réflexion, avec une intégration à la GTB du site à terme.

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

- Température confort : 24°C,
- Température réduit : non renseignée.

- Programme horaire : 6h -22h, cependant sans température de réduit, le programme horaire ne peut être implémenté.
- Température de non chauffage (ECO jour) : 17°C,
- Température de non chauffage (ECO nuit) : 5°C
- Loi de chauffe :



La courbe de chauffe paramétrée semble inadaptée aux caractéristiques des émetteurs en place, probablement sous-calibrée. Par ailleurs, la configuration horaire du système présente des incohérences ; une reprogrammation des plages horaires et de la datation système est nécessaire. Enfin, aucune sonde de température ambiante n'a été détectée, ce qui limite la régulation fine de l'installation.

3.6.2. Relevés de températures ambiantes

Zones	Plage températures (°C)
Température réseau primaire	67°C
Archives / réserves / magasins	Inaccessible
Bureaux standards / administration	22-23.5°C
Circulations (verticales et horizontales)	20.5-24.5°C
Consultation (dont climatisée)	22-24°C
Crèche	22-24°C

3.6.3. Relevés d'hygrométrie

Zones	Plage températures (°C)
Archives / réserves / magasins	Inaccessible
Bureaux standards / administration	50-53%
Circulations (verticales et horizontales)	48-52%
Consultation (dont climatisée)	45-51%
Crèche	52-58%

3.6.4. ECS

Bâtiment	Emplacement	Nom	Qnt.	Équipement	Type	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	P chaud (kW)	P élec (kW)	Variat eur	Perf.	Vétusté
LAVOISIER	SOUS STATION CHAUFFAGE	TNN-LAV-S02-148_205- ECH03/04	2	Ballon ECS	Ballon ECS à échangeur à épingle	ECS Lavoisier	Viessmann	VITOCCELL 300	>2010	100	-		4	3
LAVOISIER	SOUS STATION CHAUFFAGE	TNN-LAV-S02-148_205- POMP07/08	2	Circulateur	Pompes	ECS Lavoisier	Grundfos	MAGMA3D 40-80 F 220	2010	-	0,263	oui	4	4
LAVOISIER	SOUS STATION CHAUFFAGE	TNN-LAV-S02-148_205- POMP05/06	2	Circulateur	Pompes	Retour ECS Lavoisier	Salmson	SIRIUS 32-30	2021	-	0,38	oui	4	4
LAVOISIER	SOUS STATION CHAUFFAGE	TNN-LAV-S02-148_205- POMP09/10	2	Circulateur	Pompes	ECS Lavoisier	Wilo	MAXO-D40/0,5- 12	2021	-	0,55	oui	2	5
FRIMOUSSE	LOCAL TECHNIQUE 150_190	TNN-FRI-S01-150_185- POMP03/04	1	Circulateur	Pompes	ECS Frimousse	GRUNDFOS	97993211	>2015	-	0,034	oui	4	4
FRIMOUSSE	LOCAL TECHNIQUE 150_192	TNN-FRI-S01-150_185- RES01	1	RESISTANCE BALLON ECS	RESISTANCE électrique	ECS Frimousse	EGO	29.60860.027	NC	-	6	oui	4	4

3.6.4.1. Lavoisier

L'Eau Chaude Sanitaire (ECS) du site est **produite** par l'intermédiaire du réseau de chaleur urbain, qui alimente des ballons de stockage équipés d'échangeurs thermiques à aiguille (ou à épingle), permettant ainsi le transfert de chaleur entre l'eau chaude et l'eau sanitaire.

La **distribution** se fait directement via un réseau bouclé desservant l'ensemble du bâtiment. Le réseau ECS est équipé d'un groupe de maintien en pression (GMP).

La production et la régulation de l'ECS sont pilotées par un contrôleur Trend, assurant une gestion automatisée et optimisée des consignes de température et des périodes de fonctionnement. La température de production est réglée à 62 °C pour répondre aux besoins sanitaires tout en limitant les risques de brûlures et les pertes énergétiques. Par ailleurs, une température de désinfection à 70 °C est programmée périodiquement pour prévenir le développement de légionelles dans le réseau, conformément aux exigences sanitaires en vigueur.

3.6.4.2. Frimousse

La production d'eau chaude sanitaire dans le bâtiment Frimousse repose sur un **système mixte**, combinant une **alimentation en eau chaude via les échangeurs à plaques Barriquand** et une **résistance électrique d'appoint**.

Les **échangeurs Barriquand (modèle BAS32656CP)** situés en local technique permettent de **préchauffer l'eau sanitaire** en récupérant la chaleur du réseau de production centralisée. Cette configuration permet de limiter le recours à la résistance, réduisant ainsi la consommation électrique.

L'appoint thermique est assuré par une **résistance électrique de 6 kW** (marque EGO, modèle 29.60860.027), intégrée au ballon ECS, qui permet de garantir la température minimale hygiénique (≥ 60 °C) notamment en période de faible apport du réseau ou pour la fonction anti-légionellose.

La **distribution** est assurée par une **pompe de recirculation GRUNDFOS (réf. 97993211)**, équipée d'un variateur, assurant une **circulation continue** de l'eau chaude sanitaire pour maintenir une température homogène dans les points de puisage.

La température au sein du ballon était de 75°C lors de la visite. Cette température semble correspondre à un choc thermique de désinfection.

3.6.5. Ventilation

Bâtiment	Emplacement	Nom	Qnt.	Équipement	Type	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	P élec (kW)	Variateur	Perf.	Vétusté
LAVOISIER	TERRASSE R01	NC	1	CTA	CTA simple flux	Bâtiment Lavoisier	France Air	POWER BOX 80 EL 1500 V GTC	2017	4,84	non	A l'arrêt	5
LAVOISIER	R05	NC	3	Extracteur	Désenfumage	NC	NC	NC	NC	0,4	non	4	3
LAVOISIER	R05	Soufflage L2	1	Soufflage	Caisson	NC	ALDES	AXEO II	NC	1,5	non	4	4
LAVOISIER	R05	NC	1	Extracteur	Caisson	Sanitaires	ALDES	EASYVEC MW 3000 IP		0,7	non	3	5
LAVOISIER		NC	NC	Extracteur	Caisson	NC	France Air	MODULYS ECO 500 I +P	>2015	0,122	non	5	5
FRIMOUSSE	TERRASSE R01	NC	1	CTA simple flux		Crèche	France Air	POWER BOX 80 EL 1500 V GTC	2017	0,7	non	5	5

*Les puissances en italiques sont estimées.

3.6.5.1. Lavoisier

Le bâtiment Lavoisier est équipé de plusieurs systèmes de ventilation, destinés à la fois au renouvellement d'air, à l'extraction localisée et au désenfumage.

Une **centrale de traitement d'air (CTA)** de marque **France Air**, modèle *POWER BOX 80 EL 1500 V GTC*, installée en 2017 sur la terrasse R01, assure la ventilation générale du bâtiment. Bien que cette CTA soit équipée d'un variateur et affiche une puissance électrique conséquente (484 W), elle était **à l'arrêt lors de la visite**. En effet, un **mauvais dimensionnement des filtres** a été constaté. Il convient de remettre cet équipement en marche afin de respecter les besoins de ventilation.

Trois **extracteurs de désenfumage** sont également présents sur le niveau R05. Bien qu'aucune donnée précise sur les modèles ne soit disponible, leur puissance électrique unitaire est de 396 W. Leur vétusté est moyenne, avec un niveau de performance jugé correct pour ce type d'équipements

Un système de **soufflage localisé**, de type **ALDES AXEO II**, d'une puissance électrique de 1,5 kW, est également installé sur le niveau R05. Nous ne possédons pas de précision sur son usage courant ou ses modalités de pilotage, il était cependant à l'arrêt lors de la visite.

Deux extracteurs supplémentaires sont recensés :

- Un modèle **EASYVEC MW 3000 IP** d'**Aldes**, en fonctionnement au moment de la visite, probablement dédié aux sanitaires. Sa puissance électrique est de 700 W, et il présente une bonne performance.
- Un extracteur **France Air MODULYS ECO 500 I +P**, postérieur à 2015, avec une faible puissance de 122 W. Bien qu'aucune localisation précise ne soit fournie, son état et sa performance sont jugés très bons.

Concernant l'extracteur France Air MODULYS ECO 500 I +P, bien que sa puissance soit modeste (122 W), il est probable qu'il fasse partie d'un ensemble de caissons similaires répartis dans le bâtiment, notamment pour assurer l'extraction d'air dans des zones techniques ou spécifiques. Cependant, leur nombre exact n'a pas pu être confirmé lors de la visite.

Par ailleurs, des hottes d'extraction spécifiques aux laboratoires sont également présentes, mais elles ne figurent pas dans le relevé des équipements de ventilation. Ces systèmes peuvent avoir un impact significatif sur les débits d'air extraits, les renouvellements d'air et les consommations associées.

Ces équipements montrent une hétérogénéité d'usage, de performance et d'état. L'arrêt de certaines unités et les défauts de maintenance (filtres mal dimensionnés, systèmes non utilisés) suggèrent un besoin de **recalibrage des besoins en ventilation**, voire de **remise en service optimisée ou d'automatisation** pour limiter les consommations inutiles et garantir une qualité d'air adaptée à un environnement hospitalier.



Figure 20 - Filtre CTA (gauche) et caisson d'extraction (droite)

3.6.5.2. Frimousse

Le bâtiment dispose d'un **extracteur de toiture** dédié à la ventilation de la crèche. Sa **puissance électrique est estimée à 0,7 kW**. Bien qu'aucune donnée détaillée ne soit disponible sur la régulation ou la marque de l'équipement, il s'agit probablement d'un extracteur permanent de type hygiénique. Un contrôle de son fonctionnement horaire ou en fonction d'un taux de CO₂ pourrait permettre des gains énergétiques et de confort.

3.6.5. Mesures de débit de ventilation

Zones	Débits de ventilation (m ³ /h)
Archives / réserves / magasins	Inaccessible
Bureaux standards / administration	0
Circulations (verticales et horizontales)	0
Consultation (dont climatisée)	0
Crèche	10 m ³ /h par bouche
Hospitalisation Ambulatoire	0
Hospitalisation Conventiennelle (dont climatisée)	15 m ³ /h par bouche
Laboratoire courant	216
Locaux Non Chauffés	0
Locaux Techniques Climatisés	0
Vestiaires	Inaccessible
Zone d'accueil au public	0

Les relevés de débits de ventilation ont mis en évidence une très faible ventilation mécanisée sur les bâtiments. Celle-ci conduit les occupants à ouvrir les fenêtres pour ventiler, y compris en période de chauffage (notamment dans la crèche).

3.6.6. Climatisation

Bâtiment	Emplacement	Nom	Qnt.	Type	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	P chaud (kW)	P froid (kW)	P élec (kW)	Variate ur	Perf.	Vétusté
LAVOISIER	R05	TNN_005_CLIM09	1	Détente directe - unité extérieure	R05, R04	DAIKIN	RXYQ12T	2009	37,5	33,5	9,07	oui	4	3
LAVOISIER	R05	TNN_005_CLIM07	1	Détente directe - unité extérieure	Lavoisier R04	MITSUBISHI ELECTRIC	PUMY- P140YHMB	2009	15,5	14,3	5,32	oui	3	3
LAVOISIER	EXTERIEUR S01	TNN_005_CLIM12	1	Détente directe - unité extérieure	R01	DAIKIN	3MXS68G3 V1B2	2016	7,5	6,8	1,95	oui	5	4
LAVOISIER	EXTERIEUR LAVOISIER	TNN_005_CLIM13	1	Détente directe - unité extérieure	Local onduleur RDC	ATLANTIC	5U 036 NBB.UE	2022	10	9,5	3,4	oui	3	5
LAVOISIER	EXTERIEUR LAVOISIER	TNN_005_CLIM14	1	Détente directe - unité extérieure	TGBT R03	CARRIER	30AWH006 HD	2017	7,04	5,8	1,90	oui	5	5
LAVOISIER	EXTERIEUR LAVOISIER	TNN_005_CLIM15	1	Détente directe - unité extérieure	RDC	FUJITSU GENERAL LIMITED	AOYG18LA C2	2015	5,6	5	1,55	oui	5	4
LAVOISIER	TERRASSE R07	TNN_LAV_R01_CLIM16	1	Détente directe - unité extérieure	Salle surveillance / R01-165_205, R01-162_205, R01-159_206, R01-156_205 R01	MITSUBISHI ELECTRIC	PUMY- SP112VKM 2	2023	14	12,5	4,46	oui	4	5
LAVOISIER	TERRASSE R06	TNN_LAV_R01_CLIM17	1	Détente directe - unité extérieure	R01-160_196 R01 / Labo GRC n°2	DAIKIN	RXM35RSV 189	2021	5,2	4	0,95	oui	5	5
LAVOISIER	TERRASSE R05	TNN_LAV_R01_CLIM18	1	Détente directe - unité extérieure	R00 - Labo GRC n°2	DAIKIN	RXM35R5V 1B9	2021	5,2	4	0,95	oui	5	5
LAVOISIER	TERRASSE R04	TNN_LAV_R01_CLIM19	1	Détente directe - unité extérieure	R01 - Local informatique	DAIKIN	RXS35K2V1 B	2013	4	3,4	1	oui	4	3
LAVOISIER	TERRASSE R03	TNN_LAV_R01_CLIM20	1	Détente directe - unité extérieure	R01	AIRWELL	GC 9 DC INV R410	2006	5	3,6	1,6	oui	3	2
LAVOISIER	TERRASSE R02	TNN_LAV_R01_CLIM21	1	Détente directe - unité extérieure	R01	AIRWELL	GC 9 DC INV R410	2006	5	3,6	1,6	oui	3	2
LAVOISIER	TERRASSE R01	TNN_LAV_R01_CLIM22	1	Détente directe - unité extérieure	R01	AIRWELL	GC 9 DC INV R410	2006	5	3,6	1,8	oui	2	2
LAVOISIER	TERRASSE R00	TNN_005_CLIM18/19	2	Détente directe - unité extérieure	R01 - EFR	ATLANTIC	AOYG36LBL A5	2019	12	10	2,44	oui	5	5

Audit Énergétique APHP – TENON – LAVOISIER & FRIMOUSSE

Bâtiment	Emplacement	Nom	Qnt.	Type	Zone desservie	Marque	Modèle	Année	P chaud (kW)	P froid (kW)	P élec (kW)	Variate ur	Perf.	Vétusté
LAVOISIER	Salles Climatisées	-	30	Détente directe - unités intérieures	Salles Climatisées	-	-	variable	-	-	0,3	oui	4	3
FRIMOUSSE	Toiture Frimousse	TNN_006_CLIM01	1	Détente directe - unité extérieure	Crèche	ATLANTIC	AOYG18LA T3	2019	6,8	5,4	1,35	oui	4	4
FRIMOUSSE	EXTERIEUR PDR	TNN_006_CLIM02	1	Détente directe - unité extérieure	Crèche	ATLANTIC	AOYG36LBL A5	2019	12	10	2,44	oui	4	4
FRIMOUSSE	EXTERIEUR PDR	TNN_006_CLIM03	1	Détente directe - unité extérieure	Crèche	DAIKIN	5MXS90E3V 3B2	2020	11	9	2,8	oui	4	5
FRIMOUSSE	EXTERIEUR PDR	TNN_006_CLIM04	1	Détente directe - unité extérieure	Crèche	DAIKIN	5MXM90N2 V1B9	2021	10	8	2,40	oui	4	5
FRIMOUSSE	Crèche	NC	6	Détente directe - unités intérieures	Crèche	Atlantic/Daik in		2019- 2021			0,2	oui	4	5

3.6.6.1. Lavoisier

Le bâtiment Lavoisier est équipé d'un ensemble de systèmes de climatisation de type **détente directe (VRV/DRV)** à régulation variable, avec une répartition exclusive d'**unités extérieures Daikin, Mitsubishi Electric, Atlantic, Carrier, Fujitsu, et Airwell**. Ces systèmes desservent l'ensemble des niveaux du bâtiment, ayant des besoins en froid, incluant les salles de soins, laboratoires, locaux informatiques et onduleurs.

Au total, **14 unités extérieures individuelles** sont recensées, représentant une puissance thermique cumulée de **140 kW en chaud** et de **120 kW en froid**. Bien que ces systèmes soient réversibles, leur usage principal concerne le **rafraîchissement des locaux**, le chauffage du bâtiment étant assuré par des radiateurs à eau chaude. Il est toutefois essentiel de veiller à ce que ces équipements ne fonctionnent pas simultanément avec les systèmes de chauffage dans une même zone, au risque de générer des conflits thermiques, avec des apports de froid et de chaud contradictoires.

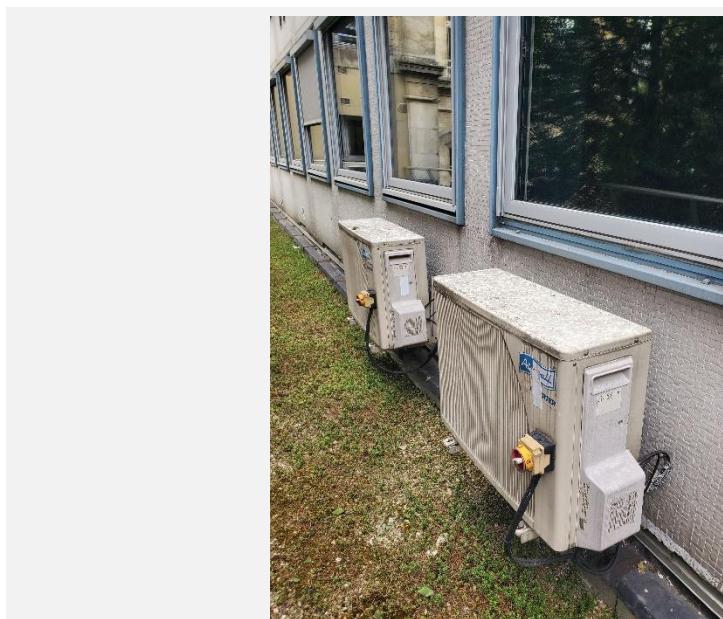
Ces équipements sont couplés à **des unités intérieures** et des consoles permettant une régulation locale dans chaque pièce desservie. Le nombre total d'unités intérieures n'est pas connu, nous avons estimé une moyenne de 2 unités intérieures par unités extérieure.

Tous les systèmes disposent de variateurs, ce qui favorise un fonctionnement partiel optimisé et un meilleur rendement énergétique.

Les performances des équipements varient selon l'âge et le fabricant, avec des EER compris entre **2,00** et **4,21**. Les unités les plus récentes (installées entre 2019 et 2023) présentent des rendements énergétiques plus élevés.

Certaines unités installées sur le bâtiment Lavoisier alimentent également des zones situées dans les bâtiments voisins **Babinski** et **Morin** (par exemple, le laboratoire GRC ou des espaces de R&D), ces équipements sont détaillés dans les fiches des bâtiments correspondants.

Une **gestion décentralisée par zone** est en place. Cependant, un **pilotage global** ou une **supervision technique centralisée**, permettrait d'optimiser davantage les consommations énergétiques en fonction des besoins réels.



3.6.6.2. Frimousse

La climatisation de la crèche Frimousse repose exclusivement sur des **systèmes à détente directe** réversibles, permettant également un apport de chaleur ponctuel en intersaison.

- Une unité **ATLANTIC AOYG18LAT3 (2019)** est installée en toiture pour la crèche principale. Elle offre une puissance de **6,8 kW chaud / 5,4 kW froid**, avec un bon niveau de performance.
- Deux unités **ATLANTIC AOYG36BLA5 (2019)** desservent la **section bébés**, avec une puissance combinée de **12 kW chaud / 10 kW froid**.

- Trois unités **DAIKIN 5MXS90E3V3B2 (2020)** et quatre unités **DAIKIN 5MXM90N2V1B9 (2021)** assurent le reste de la climatisation dans les autres zones, avec des puissances respectives de **11/9 kW** et **10/8 kW**.

Les performances des équipements varient selon l'âge et le fabricant, avec des EER compris entre **3,2** et **4**.

Une **gestion décentralisée par zone** est en place. Cependant, un **pilotage global** ou une **supervision technique centralisée**, permettrait d'optimiser davantage les consommations énergétiques en fonction des besoins réels.

3.6.7. Eclairage intérieur

Équipement	Quantité	Performance	Pérennité	Durée de vie résiduelle
Lavoisier – Ampoule fluocompacte	Estimé à 200	3	3	10 ans
Lavoisier – Dalle LED	Estimé à 400	5	5	10 ans
Lavoisier – Tube néons T5	Estimé à 40	2	2	10 ans
Frimousse – Dalle LED	Estimé à 80	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 20 %.

3.6.8. Relevés d'intensité lumineuse intérieure

Zones	Intensité (cd)
Archives / réserves / magasins	Inaccessible
Bureaux standards / administration	250-550 lux
Circulations (verticales et horizontales)	100-300 lux
Consultation (dont climatisée)	250-400 lux
Crèche	250-500 lux
Hospitalisation Ambulatoire	300-500 lux

3.6.9. Eclairage extérieur

Aucun éclairage extérieur n'a été relevé sur les bâtiments Lavoisier et Frimousse.

3.7. Gestion Technique Centralisée – Bâtiment Lavoisier

Sur le bâtiment, la GTB Iconics (Axima) permet de piloter le système de chauffage, repris sur la gestion locale Trend. Lors de la visite, la GTB n'était pas en fonctionnement.

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

3.8. Gestion Technique Centralisée – Bâtiment Frimousse

Les systèmes de régulation du bâtiment Frimousse ne sont pas remontés sur GTB en l'état.

Analyse de performance thermique, énergétique et paramétrage



4. ANALYSE DE LA PERFORMANCE THERMIQUE ET ENERGETIQUE

4.1. Analyse de la courbe de charge Smart Impulse

4.1.1. Contexte

L'instrumentation du départ électrique du bâtiment Lavoisier et Frimousse du 14/04/25 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 38 kWh/m²/an soit 220 MWh/an, ce qui est dérisoire compte-tenu de l'activité du bâtiment. La consommation attendue pour ce bâtiment se situe autour de 76 kWh/m²/an, soit 2 fois plus que les résultats observés.

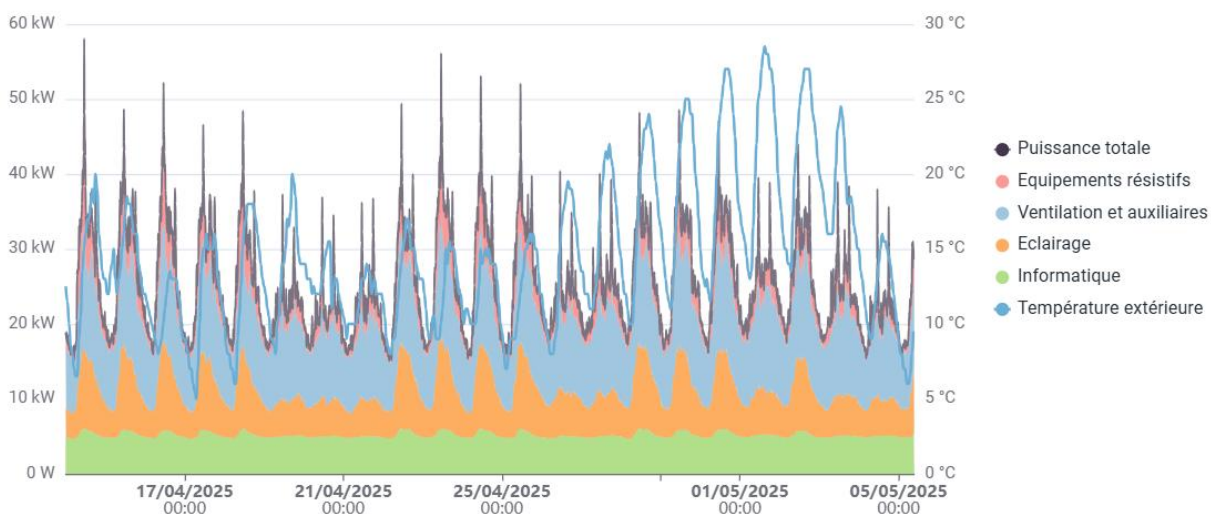
Pendant la période de mesure, l'activité du bâtiment a suivi son fonctionnement normal et aucune coupure électrique n'a été constatée sur les relevés. L'instrumentation a été validée à distance par la société Smart Impulse, fournisseur des équipements de mesure sur ce projet. On peut donc poser l'hypothèse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

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

4.1.2. Analyse de la courbe de charge électrique

TNN - TGBT Tesla - Bâtiment Lavoisier & Frimousse

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 :

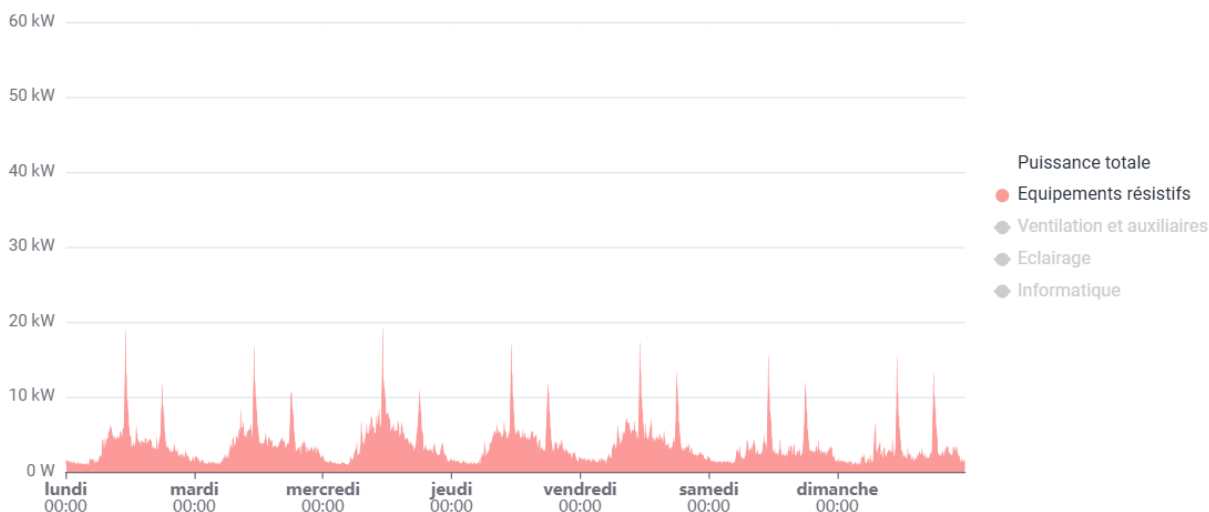
- Puissances plus élevées atteintes en journée en semaine, sur des plages horaires qui semblent correspondre aux horaires d'occupation intensives du bâtiment (6h30-20h).
- Puissance maximale de 58 kW atteinte en journée à 11h10.
- Talon de consommation autour de 16 kW atteint en période nocturne.

4.1.2.1. Equipements résistifs

On remarque des appels de puissance d'équipements résistifs entre 9 et 12 kW, tous les jours à 11h10 et 18h10, le pic de 11h10 présentant des puissances plus élevées. Ces appels semblent correspondre à des fours pour réchauffer les plateaux-repas. On observe une baisse des consommations le week-end, l'occupation étant restreinte.

TNN - TGBT Tesla - Bâtiment Lavoisier & Frimousse

Semaine type - Du 14/04/2025 au 05/05/2025



4.1.2.2. Ventilation & auxiliaires

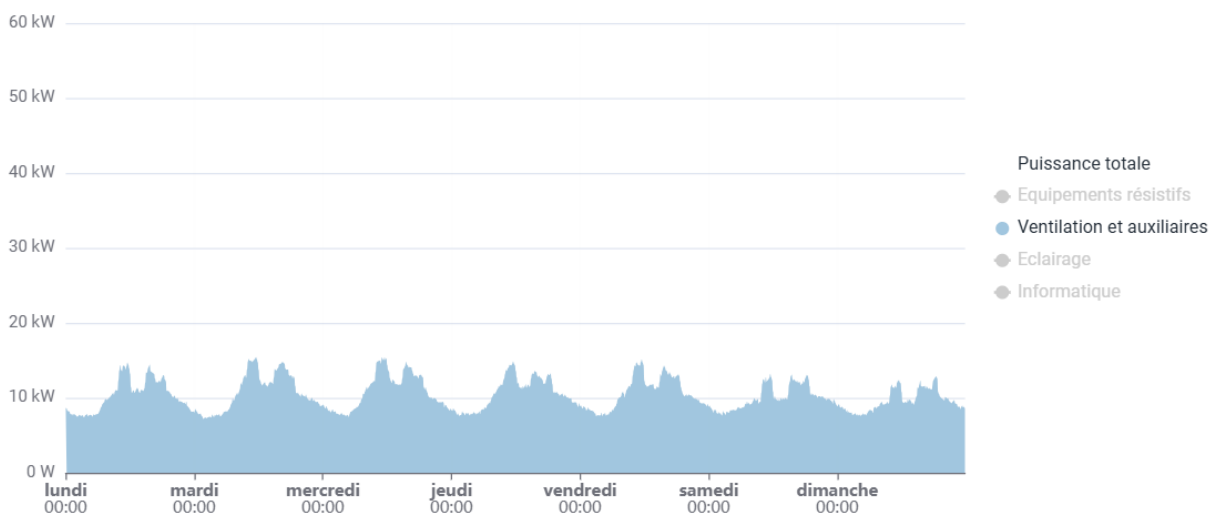
On remarque une augmentation des consommations entre 10h et 12h et 15h et 18h30, ce qui semble correspondre aux périodes d'activité intense dans le bâtiment Salmon, possiblement liées à l'utilisation de laboratoires ou d'autres installations techniques.

Le talon de consommation est rarement atteint, même pendant la nuit. La baisse de consommation s'effectue assez tardivement en soirée, et une reprise progressive est observable dès 6h du matin. Cela suggère la présence d'équipements fonctionnant en continu, tels que ceux utilisés dans les chambres, ou une activité nocturne liée au personnel soignant (passage des infirmières, équipements médicaux en fonctionnement permanent, etc.).

Enfin, la catégorie « Ventilation et auxiliaires », ici affichée, englobe probablement une part importante d'équipements spécifiques au bâtiment, expliquant ce profil de consommation relativement stable, y compris en dehors des heures de pointe. On pense notamment aux différents systèmes de climatisation (mono ou multi-splits) présents sur les bâtiments et qui étaient d'ores-et-déjà en fonctionnement lors de l'instrumentation réalisée par Smart Impulse.

TNN - TGBT Tesla - Bâtiment Lavoisier & Frimousse

Semaine type - Du 14/04/2025 au 05/05/2025



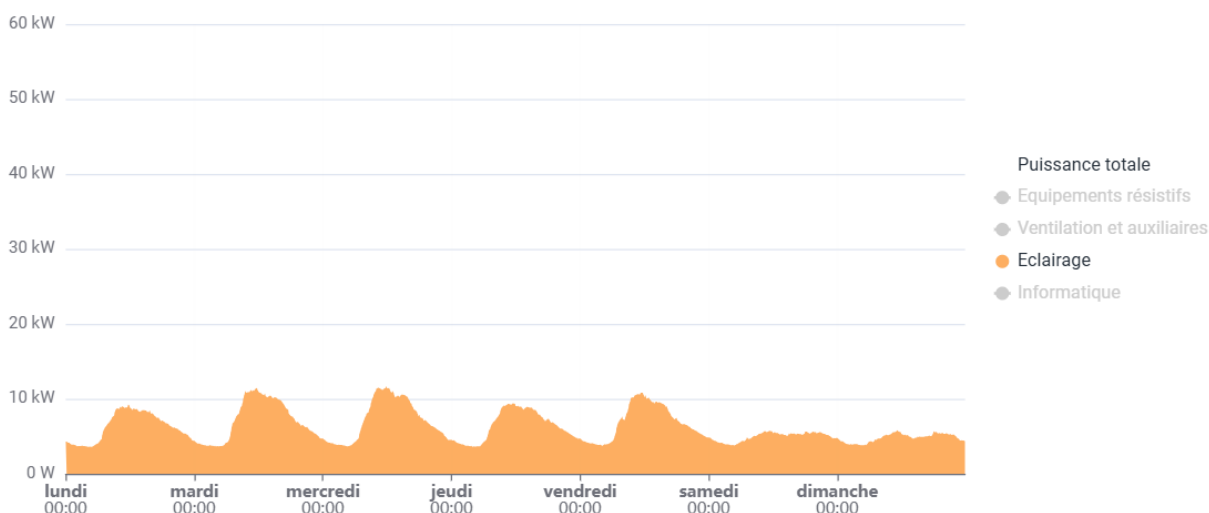
4.1.2.3. Eclairage

La consommation d'éclairage débute chaque jour vers 6h30, ce qui correspond probablement à l'arrivée progressive du personnel et à la mise en service des zones communes. Une baisse progressive s'amorce à partir de 16h, traduisant sans doute la fin des activités principales. Le talon est atteint aux alentours de 4h du matin.

On note également une forte diminution de la consommation d'éclairage durant le week-end, ce qui confirme une activité nettement réduite dans le bâtiment pendant ces journées.

TNN - TGBT Tesla - Bâtiment Lavoisier & Frimousse

Semaine type - Du 14/04/2025 au 05/05/2025



4.1.2.4. Informatique

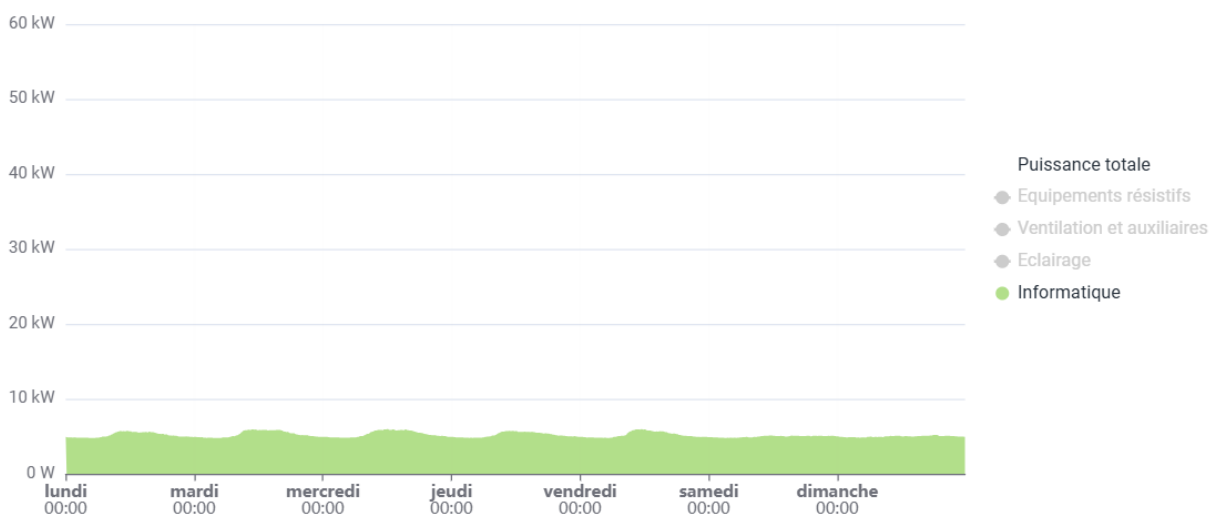
On observe une augmentation d'environ 1 kW entre 9h et 18h, avec un talon nocturne autour de 5 kW, ce qui reste relativement élevé par rapport aux puissances appelées en journée.

Le levier d'action principal sur cette catégorie est la sensibilisation des occupants sur l'extinction des équipements hors utilisation, tant sur l'informatique que sur les équipements hospitaliers le permettant.

Une extinction automatique des équipements (ordinateurs, imprimantes, écrans...) non utilisés la nuit pourrait également être réfléchi en lien avec la DSI.

TNN - TGBT Tesla - Bâtiment Lavoisier & Frimousse

Semaine type - Du 14/04/2025 au 05/05/2025

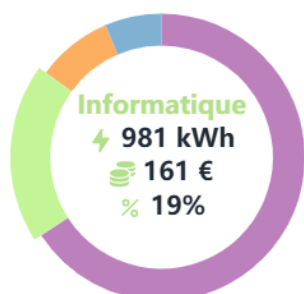


4.1.3. Analyse de la répartition d'usage de la consommation électrique

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 réseau de chaleur

En l'absence de données de consommation à l'échelle du bâtiment, un calcul de consommation au mètre (ratio de surface) a été effectué, permettant une estimation de la consommation du bâtiment à partir de la consommation totale du site.

- Consommation réelle totale Tenon (2023) = 17 543 800 kWh
- Surface totale occupée (2023) = 115 527 m²
- Surface occupée bâtiment (2023) = 5657 m²
- Consommation calculée bâtiment (2023) = 859 000 kWh

Cependant, considérant l'état de l'enveloppe thermique du bâtiment et les températures mesurées lors de la visite, cette consommation ne peut correspondre à l'état existant. En effet, l'ensemble Lavoisier + Frimousse est moins bien isolé

que la plupart des autres bâtiments. Les consommations de chauffage sont donc théoriquement plus importantes que sur des bâtiments plus récents comme Meyniel. Ainsi, cette estimation de consommation obligerait à fausser les paramètres de simulation pour correspondre à l'état existant, elle n'est donc pas retenue pour le calage de la maquette.

4.3. 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 partiel 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)
- Diverses informations récupérées lors de la visite du bâtiment sur site (enveloppe thermique, systèmes énergétiques)

Tel que mentionné précédemment 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.



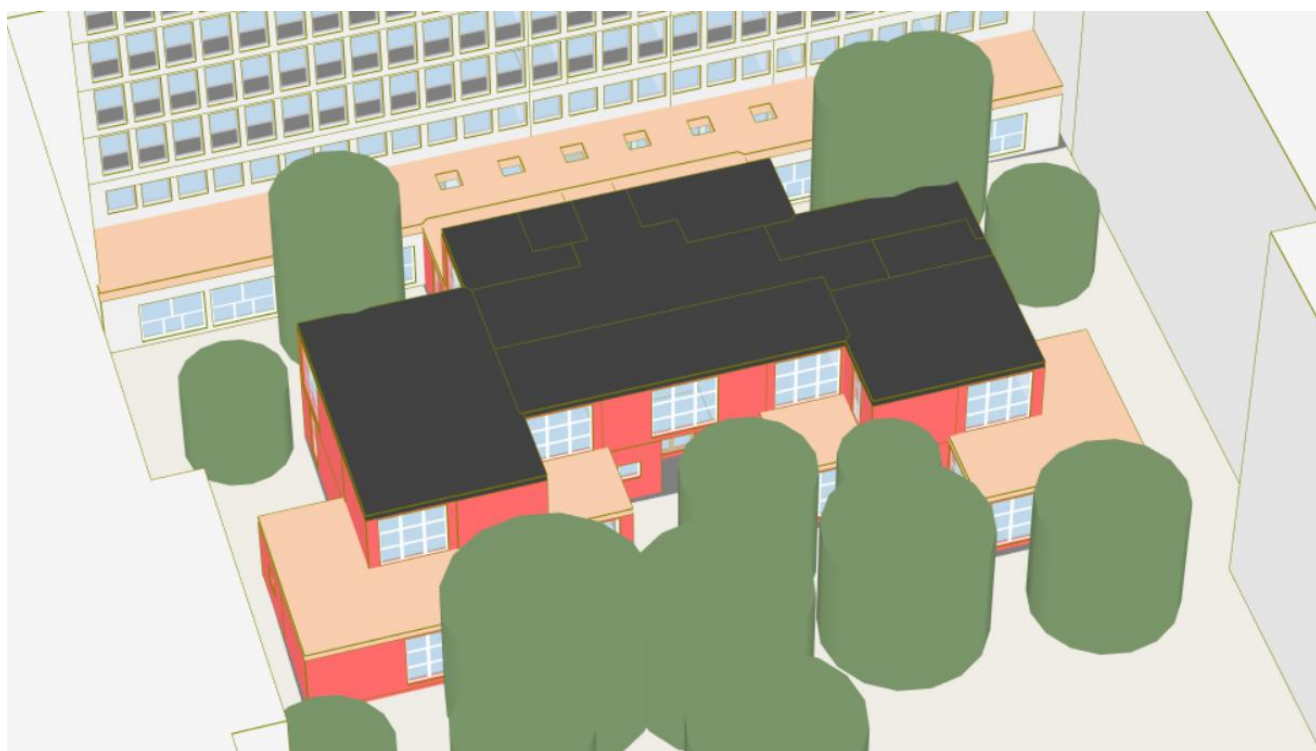
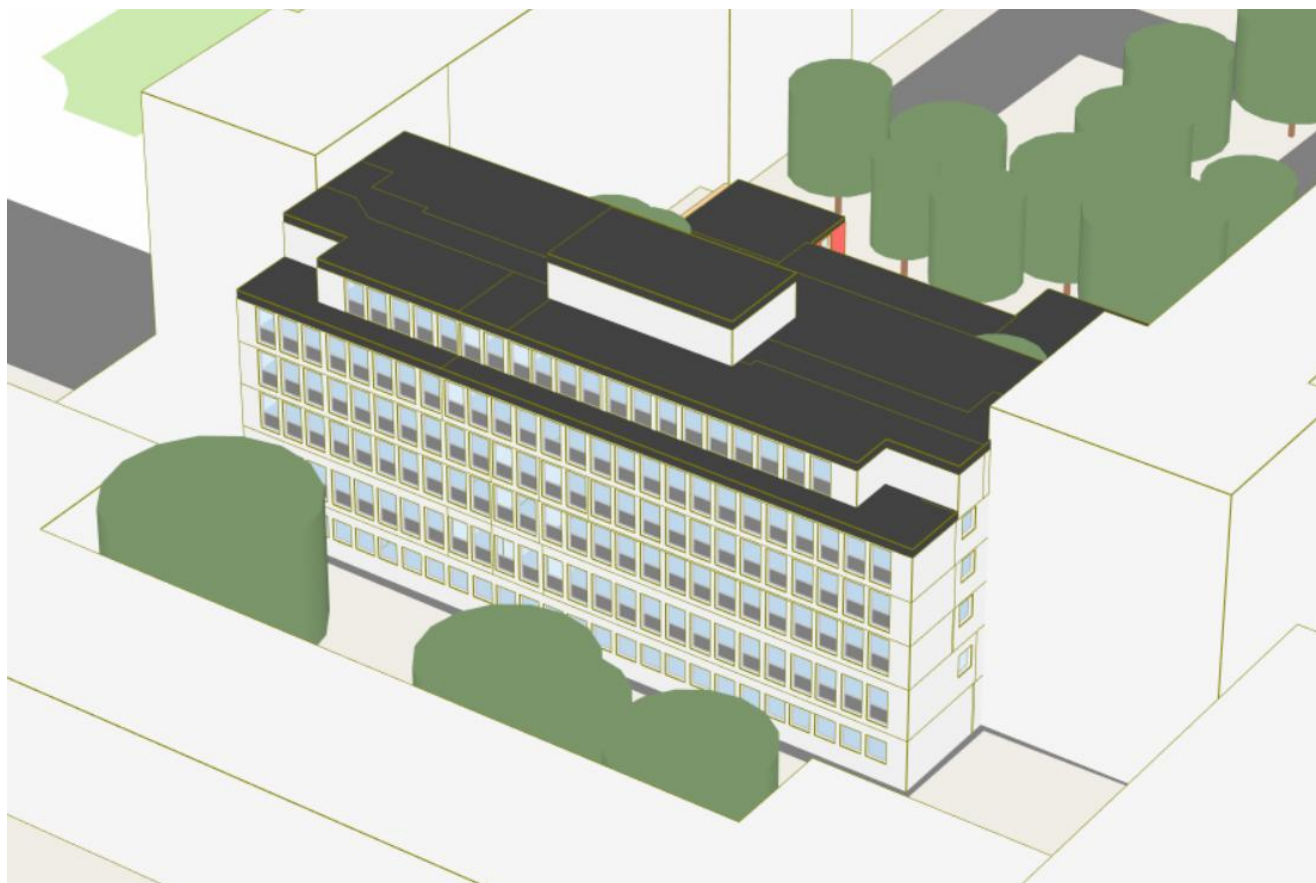


Figure 21 – Maquette STD/SED bâtiments Lavoisier et Frimousse

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.

4.4. Notes méthodologiques

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 :

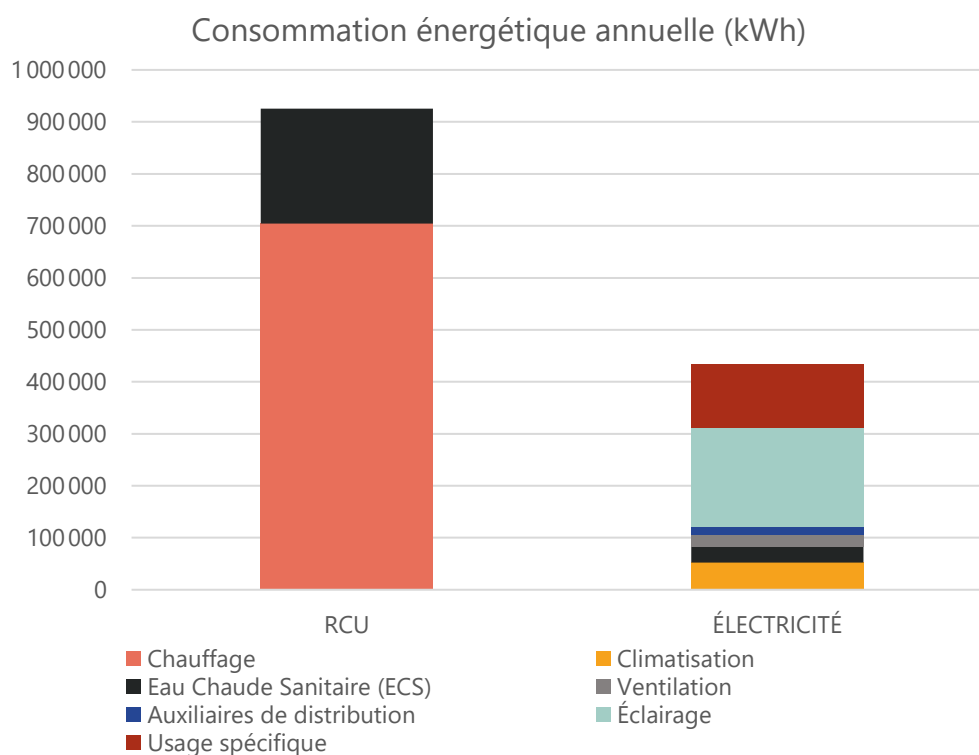
- Les consommations prises en compte pour la validation du modèle numérique sont les consommations d'énergie à l'échelle du site de l'année 2023 et les données de consommation d'énergie électriques fournies par l'étude de Smart Impulse.
- Les fiches techniques des luminaires n'ayant pas été transmises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

4.5. Détails de consommations issues de la STD

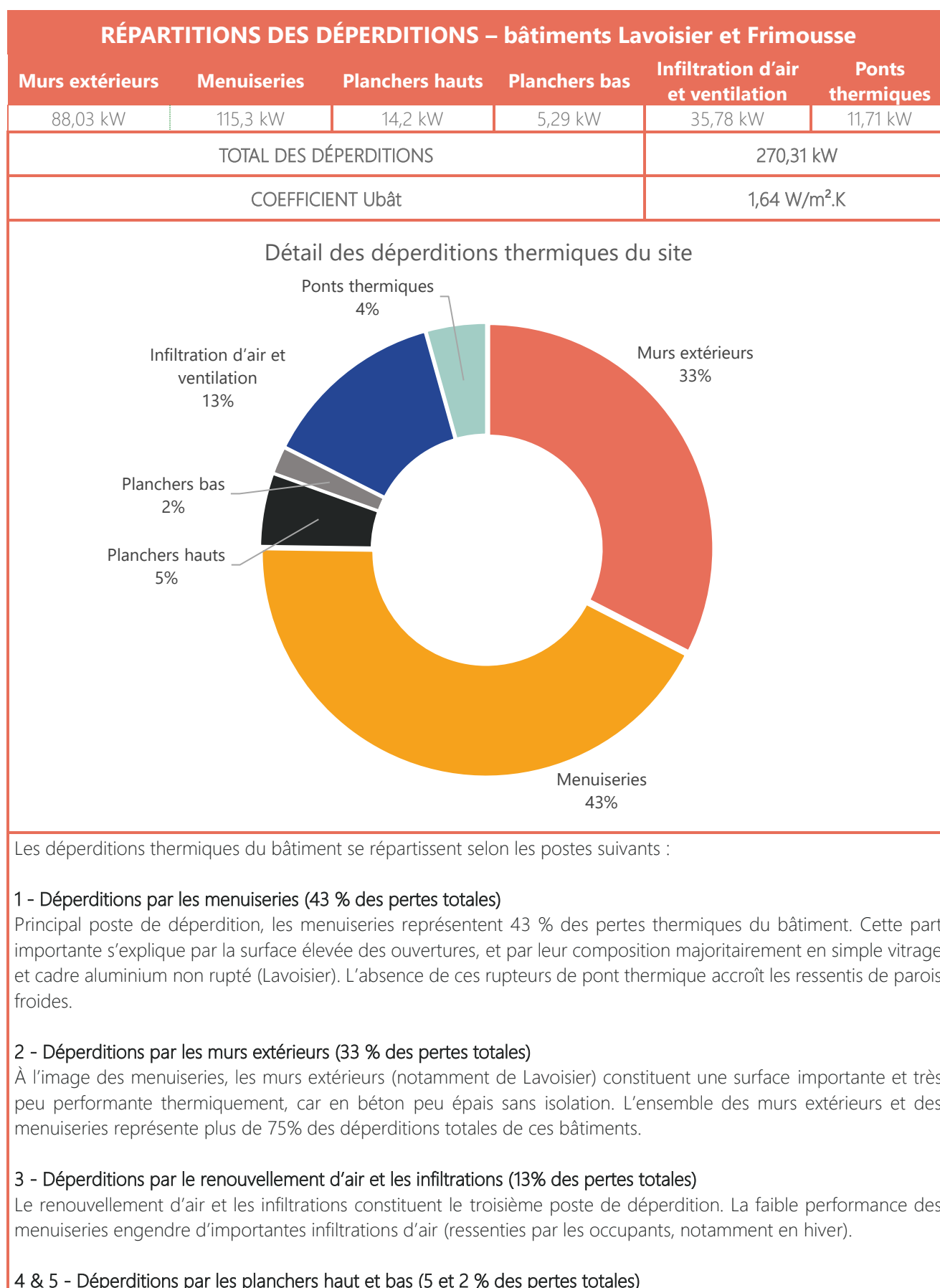
La Simulation Thermique Dynamique et la Simulation Energétique Dynamique ont permis de réaliser le calcul des consommations du site.

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

	RCU		ÉLECTRICITÉ		TOTAL	
	kWh	%	kWh	%	kWh/m2.SDP	%
Chauffage	704 531	76%	-	0%	115	52%
Climatisation	-	0%	52 090	12%	9	4%
Eau Chaude Sanitaire (ECS)	220 835	24%	31 194	7%	41	18%
Ventilation	-	0%	22 040	5%	4	2%
Auxiliaires de distribution	-	0%	16 092	4%	3	1%
Éclairage	-	0%	190 617	44%	31	14%
Usage spécifique	-	0%	122 583	28%	20	9%
Production d'énergie renouvelable	-	0%	-	0%	0	0%
TOTAL	925 366	100%	434 616	100%	223	100%



4.6. Déperditions thermiques



Légèrement isolé et avec une surface déperditive moins importante que les façades, les planchers hauts de type toiture terrasse ne représentent que 5% des déperditions totales.

Les planchers bas, eux, ne sont responsables que de 2% des déperditions.

6 - Déperditions par les ponts thermiques (dernier poste de perte)

Les parois n'étant pas isolées, les ponts thermiques les plus importants se situent surtout au niveau des dormants des huisseries. Si les façades étaient traitées thermiquement, la part des ponts thermiques augmenterait et il faudrait alors les traiter lors de l'isolation (une ITE permet d'éviter plus de ponts thermiques qu'une ITI).

4.7. Besoin des locaux

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

	PUissance À INSTALLER (NF EN 12831)	PUissance INSTALLÉE (sur site)	ÉCART
CHAUFFAGE	373 kW	960 kW chaud (avec ECS et secours)	+ 61 %
REFROIDISSEMENT	83 kW	152 kW froid	+ 45 %

La puissance de chauffage active installée est de 960 kW. Cette puissance prend en compte la production d'ECS et les échangeurs de secours qui sont aussi utilisés en cascade pour la production d'eau chaude au secondaire.

La puissance de refroidissement installée est de 152 kW. Cette puissance est légèrement surdimensionnée, mais ce constat est courant dans le milieu hospitalier.

4.8. Données météorologiques

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

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

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

4.9. Consommations d'électricité

Étant donné l'incomplétude des données de consommation réelles sur l'électricité, ces dernières n'ont pas été utilisées pour recalculer le modèle.

5. ETAT DES LIEUX DECRET TERTIAIRE

5.1. Détermination de la référence 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	92
Surface totale (m ²)	6 100 m ²
Surface chauffée (m ²)	4441 m ²
Surface refroidie (m ²)	867 m ²
Station météo	Paris Montsouris
Zone	H1a

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

Sous-catégorie	Surface	Valeur absolue associée (kWhDT/m ² . an)
Hospitalisation Ambulatoire	213	182
Hospitalisation Conventionnelle	2146	201
Bureaux standards / administration	1089	87
Consultation	887	85
Imageries médicales (mammographie, tomographie, échographie, radiographie, IRM...)	52	534
Laboratoire courant	32	223
Vestiaires	237	111
Crèche	563	82
Valeur par défaut	881	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)
155	188

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 encore atteint (18% d'effort à réaliser).

Contact



CONTACT

SIMPLET Léo

Auditeur énergétique

Tél

leo.simplet@advizeo.io

Clarisse MANTEAU

Directrice de projet

Tél

Clarisse.manteau@advizeo.io

PLUYAUD Zoé

Auditrice énergétique

Tél

Zoe.pluyaud@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

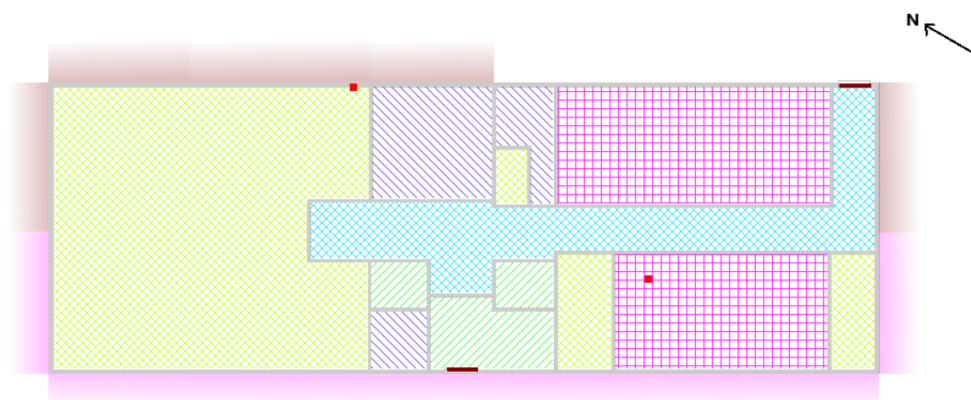


ANNEXE

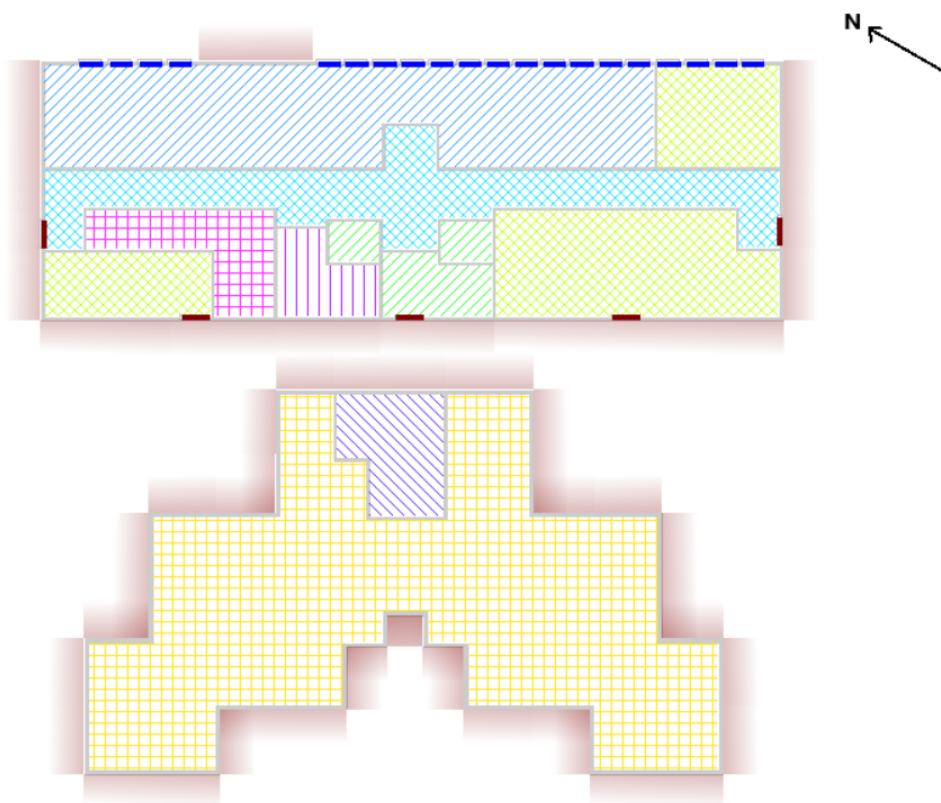
5.2. Répartition des zones

Voici comment sont décomposées les différentes zones des bâtiments Lavoisier et Frimousse :

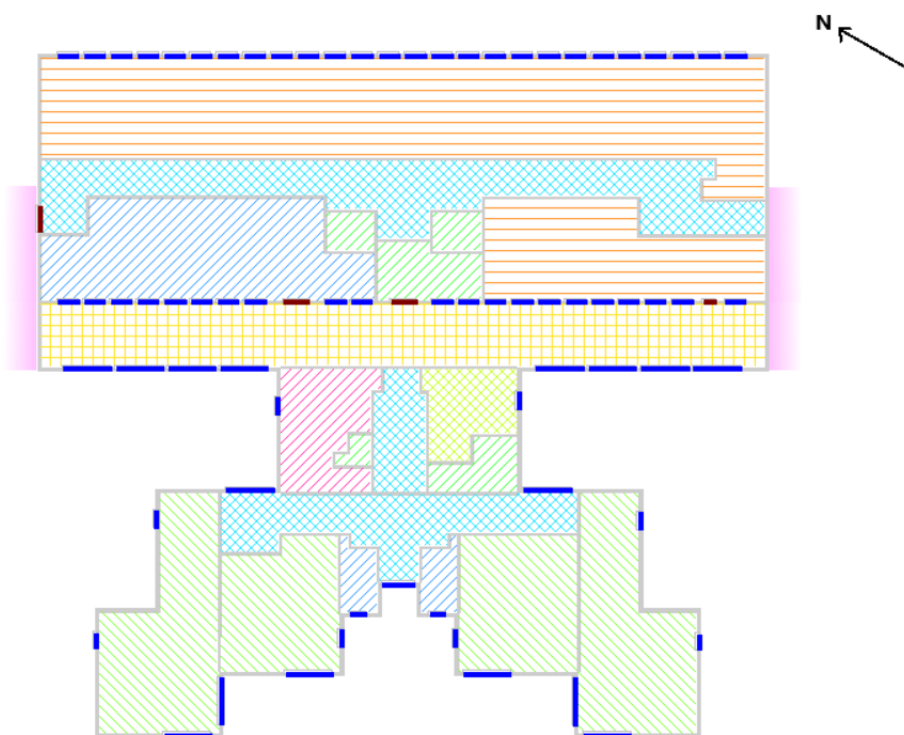
	Nom	R-S	Importance
	Circulations verticales		
	LT		
	Consultations - examens - imagerie		
	Hospitalisation		
	Vestiaires		
	Stockage - archives		
	Bureaux - réunion		
	Laboratoires		
	Ambulatoire - hospit de jour		
	Imagerie - locaux climatisés		
	Local tampon non traité		
	Circulations horizontales		
	Offices alimentaires		
	Crèche		
	Hospitalisation_climatisée		
	Consultations - examens - imagerie_climatisée		



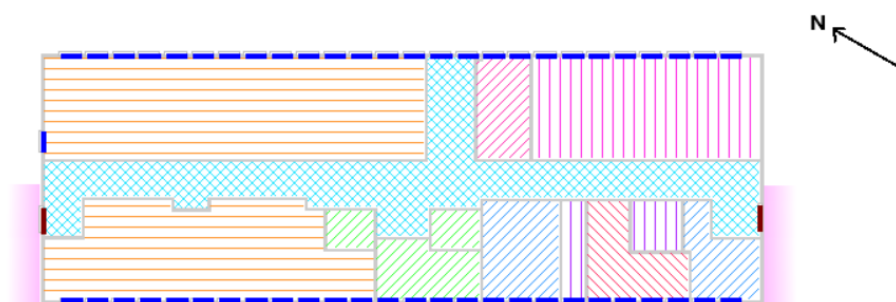
R-2



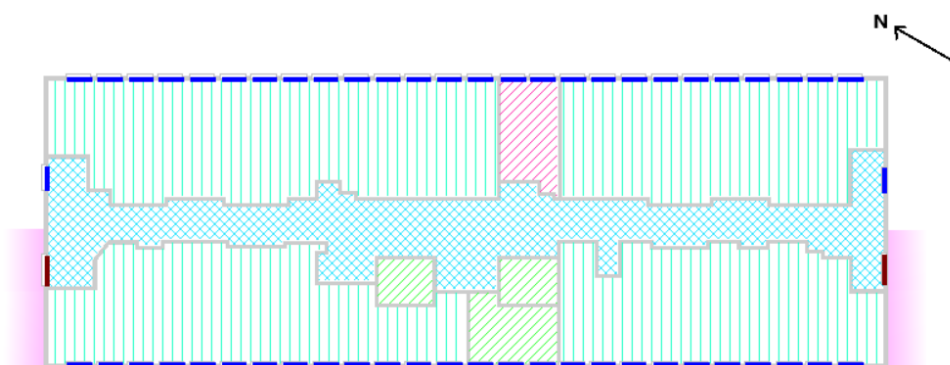
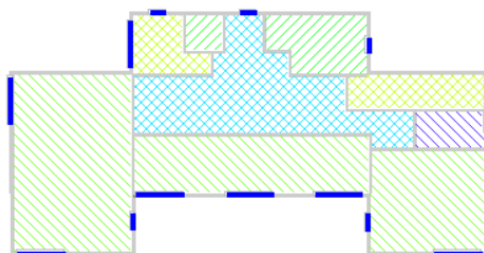
R-1



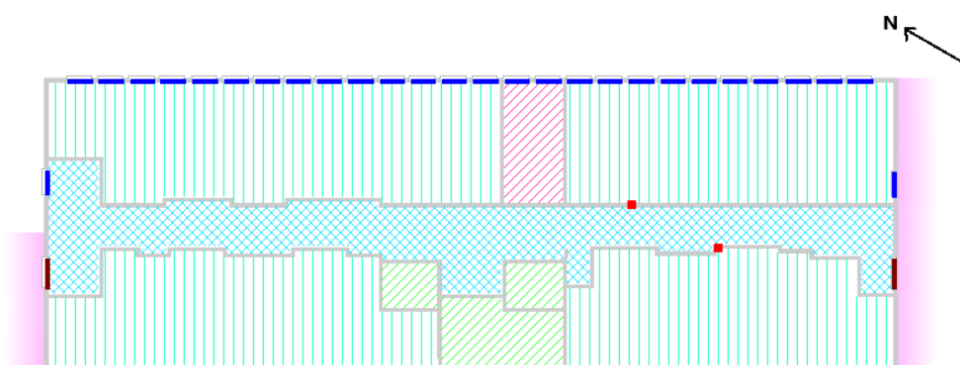
RDC

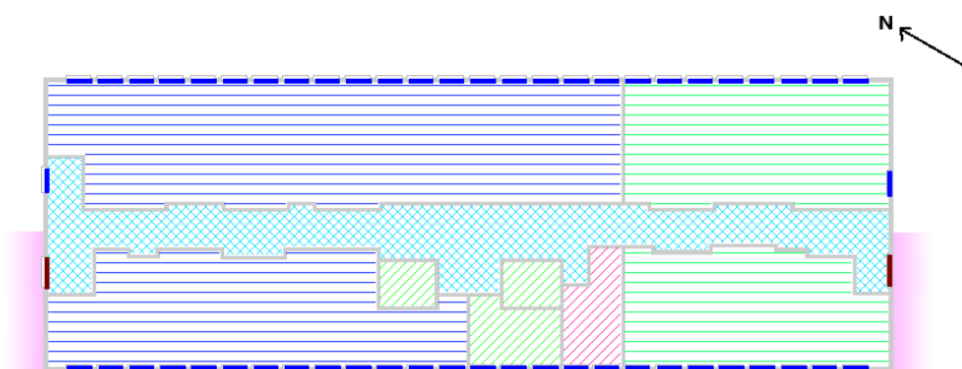


R+1

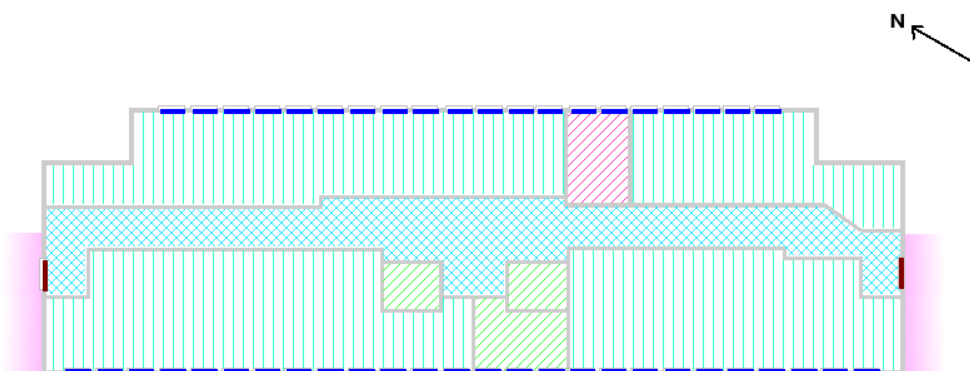


R+3

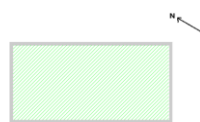




R+4



R+5



R+6

5.3. Surfaces des différentes zones thermiques

Zone thermiques STD	Surface de Plancher (m ²)
Ambulatoire - hospitalisation de jour	163
Bureaux - réunion	361
Circulations horizontales	1085
Circulations verticales	351
Consultations - examens - imagerie	594
Consultations - examens – imagerie climatisée	84
Crèche	430
Hospitalisation	1233
Hospitalisation climatisée	289
Imagerie - locaux climatisés	40
Laboratoires	25
Local tampon non traité	574
Locaux Techniques	99
Offices alimentaires	120
Stockage - archives	472
Vestiaires	181