

Pitié Salpêtrière

91 – 105 boulevard de l'Hôpital
75 013 Paris

AUDIT ENERGETIQUE

UPMC – Pitié Salpêtrière

05/12/2017



Le sens de la performance énergétique

SIÈGE

35 chemin du Vieux Chêne
38240 MEYLAN
04 76 41 88 66

AGENCE ÎLE DE FRANCE

6 rue Abel
75012 PARIS
01 46 20 22 85

AUTRES AGENCES

LYON
FORT-DE-FRANCE
STRASBOURG
MARSEILLE

www.h3c-energies.fr

➤ **AUDIT ENERGETIQUE**

UPMC – Pitié Salpêtrière

Auteur(s) : ALP

Vérificateur : -

Version : V1

Date : 05/12/2017

Ce document a un caractère confidentiel et ne peut être réutilisé sans l'accord préalable des parties concernées

Sommaire

1. Contexte et objectifs de l'étude.....	3
2. Informations générales.....	3
2.1. Le site	3
2.2. Localisation et exposition	4
3. Analyse du site	5
3.1. Examen du bâti.....	5
3.1.1. <i>Parois</i>	5
3.1.2. <i>Ouvrants</i>	8
3.1.3. <i>Ponts thermiques</i>	10
3.2. Audit des systèmes techniques.....	11
3.2.1. <i>Production de chaleur</i>	11
3.2.2. <i>Distribution de chaleur</i>	18
3.2.3. <i>Emission de chaleur</i>	20
3.2.1. <i>Eau Chaude Sanitaire</i>	21
3.2.2. <i>Production de froid</i>	23
3.2.3. <i>Ventilation</i>	23
3.2.4. <i>Eclairage</i>	23
4. Analyse des consommations réelles	24
4.1. Préambule	24
4.2. Alimentation en CPCU	26
4.2.1. <i>Contrat</i>	26
4.2.2. <i>Consommations réelles</i>	26
4.3. Alimentation en électricité	29
4.3.1. <i>Contrat</i>	29
4.3.2. <i>Consommations réelles</i>	29
5. Étude réglementaire	32
5.1. Bâtiment 91	33
5.1. Bâtiment 105	35

1. Contexte et objectifs de l'étude

Dans le cadre d'un projet de rénovation, l'Université Pierre et Marie Curie souhaite mener un audit énergétique sur le campus médical de la Pitié Salpêtrière.

L'audit patrimonial doit renseigner la nature et l'importance des gisements d'économies d'énergie mobilisables et sur les actions à réaliser pour les obtenir. Cet audit est un outil d'aide à la décision pour la campagne de rénovation qui pourrait être entreprise.

Le rapport ci-après présente les éléments suivants :

- Des informations générales sur les données climatologiques du lieu, la vocation et l'occupation du site,
- Les descriptifs et l'analyse du bâti, des systèmes techniques, de l'utilisation, des consommations d'énergie, des contrats de fourniture et d'exploitation-maintenance,
- Les résultats de l'étude réglementaire réalisée avec le logiciel U48Win
- La mise en place d'un plan d'actions dans le but de réduire les consommations énergétiques du site et d'améliorer le confort des occupants.

2. Informations générales

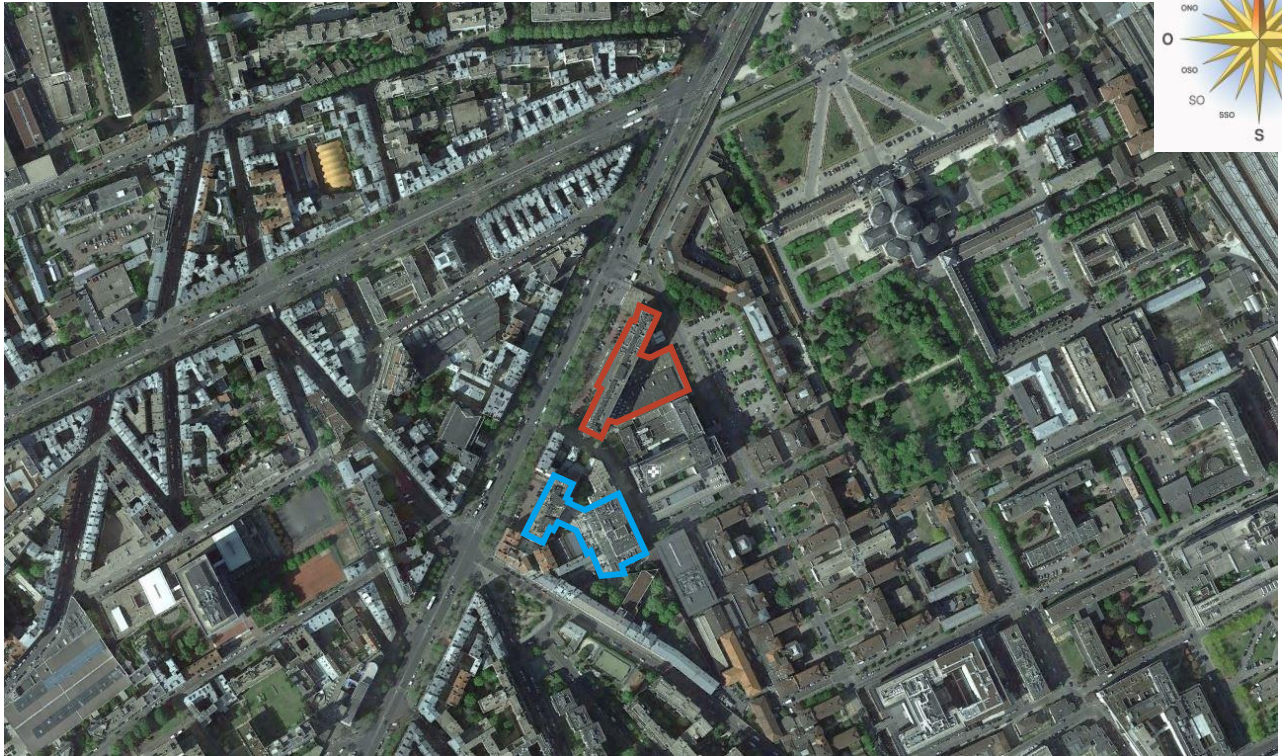
2.1. Le site

Adresse	UPMC – Pitié Salpêtrière 91 et 105 boulevard de l'Hôpital 75013 Paris
Surface SHON	91 : 17 935 m ² _{SHON} 105 : 12 582 m ² _{SHON}
Surface chauffée*	91 : 17 187 m ² _{chauffée} * 105 : 8 002 m ² _{chauffée} *
Etages	91 : R+7 / Sous-sol 105 : R+6 / Sous-sol
Année de construction	1965
Statut juridique	ERP type R et W
Vocation	Etablissement d'enseignement, d'administration et de recherche
Occupation	91 : 2389 personnes 105 : 1763 personnes

**Surface estimée*

2.2. Localisation et exposition

Voici une vue aérienne des bâtiments universitaires de la Pitié Salpêtrière :



Bâtiment n°91



Bâtiment n°105

Les bâtiments sont situés au 91 (rouge) et 105 (bleu) boulevard de l'Hôpital à Paris.

Les bâtiments dans leur ensemble (les rez-de-chaussée étant des cas particuliers par leur configuration) sont orientés nord-ouest (côté rue) et sud-est. L'exposition à la lumière naturelle est bonne sur les bâtiments.

Les masques lointains sont quant à eux négligeables.



Façade Ouest (91)



Façade Ouest (105)

3. Analyse du site

3.1. Examen du bâti

3.1.1. Parois

Les compositions des éléments du bâti ont été obtenues après mesures sur site. Les deux bâtiments ayant été conçus au même moment possèdent les mêmes compositions.

- **La structure** des bâtiments est composée de poteaux/poutres béton avec deux trames :

- Une principale de 55x60 cm de part et d'autre des couloirs (et au niveau du rez-de-chaussée),
- Une secondaire de 28,5x19 cm pour les façades principales.

- **Les murs** extérieurs des bâtiments sont composés de (extérieur vers intérieur) :

- Façades au rez-de-chaussée :
 - Plaques minérales collées aux plots de mortier (6,5 cm) ou mosaïques collées aux poteaux béton,
 - Béton plein armé (28,5 cm),
 - Enduit intérieur.
- Pignons et cages d'escaliers :
 - Plaques minérales collées aux plots du mortier (6,5 cm),
 - Murs support en béton banché (28,5 cm),
 - Enduit intérieur.
- Façades principales étage :
 - Cassettes en métal,
 - Lame d'air (5,5 cm),
 - Briques plâtrières (7 cm),
 - Enduit intérieur.

Remarque :

Lors de la visite des traces de carbonatation du béton et des épaufrures ont été constatées sur les façades extérieures. Ces phénomènes sont dus à la vétusté et l'usure normale du bâtiment mais devront être traités en amont si une isolation par l'extérieur est envisagée.



Façade extérieure – dégradée

- La toiture est composée de (extérieur vers intérieur) :

- Gravillons ou dalles ciment (pour la circulation),
- Etanchéité,
- Laine de roche (hypothèse : 5cm),
- Pare-vapeur,
- Dalle béton banché posée sur des poutres béton (20 cm),
- Plénum,
- Faux-plafonds chauffants, cassettes métalliques (salles non rénovées) ou placo démontable (salles rénovées).

Remarque :

La toiture terrasse est dans un mauvais état général, notamment couvert de nombreux végétaux.



Toiture terrasse (91)



Toiture terrasse (105)

- Le plancher bas est composé (haut vers le bas) :

- Sur vide-sanitaire non ventilé, hauteur inférieur à 1,80 m (emprise des couloirs) :
 - Revêtement de sol dalles vinyle,
 - Dalle béton banché (20 cm) sur poutres.
- Sur terre-plein :
 - Revêtement de sol dalles vinyle,
 - Dalle béton (13 cm).



Sur vide-sanitaire et dalle sur terre-plein

Tableau récapitulatif des parois

TYPE	DESIGNATION	COMPOSITION	SURFACE (m ²)	COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE (W/m ² .K)	OBLIGATION RT2005 (W/m ² .K)
Mur extérieur	Façades rez-de-chaussée	Plaques minérales (6,5 cm) Béton plein armé (28,5 cm) Enduit intérieur	1063,4	2,9	0,45
Mur extérieur	Pignons/cages d'escaliers	Plaques minérales (6,5 cm) Béton banché (28,5 cm) Enduit intérieur	1563,5	2,9	0,45
Mur extérieur	Façades étages	Cassettes métalliques Lame d'air (5,5 cm) Briques plâtrières (7 cm) Enduit intérieur	7764,6	2,3	0,45
Mur extérieur	Murs enterrés	Béton plein armé (28,5 cm) Enduit intérieur	1264,8	3,3	0,45
Mur intérieur	Mur isolé sur local non chauffé	Béton plein (20 cm) Polystyrène expansé (4 cm) BA 13 (1,3 cm)	29,7	0,9	0,45
Mur intérieur	Mur non isolé sur local non chauffé	Béton plein (20 cm)	40,6	2,8	0,45
Plancher intérieur	Plancher bas sur local non chauffé	Dalle béton (20 cm) Linoléom	4659,6	1,6	0,36
Plancher extérieur	Plancher bas sur terre-plein	Dalle béton (13 cm) Linoléom	1810,5	2,6	0,45
Toiture	Toiture terrasse	Etanchéité Laine de roche (5 cm) Dalle béton (20 cm) Faux-plafond	7091,2	0,6	0,34

3.1.2. Ouvrants

Le bâtiment possède une surface vitrée importante qui maximise les apports solaires internes, mais aggrave également ses déperditions thermiques.

Le bâtiment est équipé de trois types de menuiseries différents :

- En majorité : ensemble menuisé en aluminium, simple vitrage au rez-de-chaussée et double-vitrage dans les étages,
- Dans les cages d'escaliers : verre alcalin coulé en forme de U, type Pilkington Profilit, système de verre autoportant,
- En toiture-terrasse : skydômes polycarbonates sur costière non isolée.

Sur la majorité des menuiseries a été relevée une très mauvaise étanchéité à l'air, ce qui augmente les pertes thermiques et l'inconfort en hiver.

Globalement, les locaux sont majoritairement équipés de stores roulants extérieurs ou de persiennes intérieures, permettant d'occulter le rayonnement solaire.

Cette partie de l'enveloppe représente donc une part importante des déperditions statiques et est source majeure d'inconfort estival et hivernal pour les occupants.



Défaut d'étanchéité



Cage d'escaliers



Skydôme

Tableau récapitulatif des ouvrants

DIMENSION	CARACTERISTIQUE	SURFACE (m²)	COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE Uw/Ujn (W/m².K)	OBLIGATION RT2005 (W/m².K)
1,1x2	Fenêtre métal Vitrage double 6 mm Sans fermeture	3020,6	3,9	2,6
1,1x3	Porte plein bois surmontée d'un vitrage simple	9,9	4	2,6
4,9x4,4	Baie, vitrage simple Sans fermeture	43,1	5,55	2,6
4,9x2,1	Porte vitrée surmontée d'un vitrage simple	20,6	5,55	2,6
8,2x2	Baie, vitrage simple Sans fermeture	65,2	5,55	2,6
2,3x2	Baie, vitrage simple Sans fermeture	18,4	5,55	2,6
0,8x0,4	Fenêtre bois Vitrage simple Sans fermeture	7	4,95	2,6
0,7x0,4	Verre alcalin (cages d'escaliers)	17,9	5,55	2,6
2,2x2,7	Baie, vitrage simple Sans fermeture	11,9	5,55	2,6
1,8x2,1	Porte pleine bois	7,6	3,5	2,6
5,3x3,7	Porte vitrée surmontée d'un vitrage simple	19,6	5,55	2,6
1,6x2	Fenêtre métal Vitrage double 6 mm Sans fermeture	54,4	3,9	2,6
Skydôme carré	Fenêtre métal Vitrage double 6 mm Sans fermeture	61,4	5,55	2,6
Skydôme rond	Fenêtre métal Vitrage double 6 mm Sans fermeture	34,1	5,55	2,6

3.1.3. Ponts thermiques

Les principaux ponts thermiques se situent à la jonction entre deux parois (angles d'un bâtiment, liaison mur extérieur plancher intermédiaire...).

Tableau récapitulatif des ponts thermiques

TYPE	DESIGNATION	LONGUEUR (m)	VALEUR LINEIQUE Ψ (W/m.K)	OBLIGATION RT2005 (W/m.K)
Angle de deux murs extérieurs	Angle sortant	119,8	0,02	0,65
Angle de deux murs extérieurs	Angle rentrant	144,3	0,17	0,65
Angle mur extérieur / Refend	Mur refend	171,3	0,8	0,65
Mur extérieur / Plancher extérieur	Plancher bas sur local non chauffé	167,3	0,7	0,65
Mur extérieur / Plancher extérieur	Plancher bas sur terre-plein	173,4	0,49	0,65
Mur extérieur / Plancher intermédiaire	Plancher intermédiaire	2885,8	0,97	0,65
Mur extérieur / Toiture terrasse	Toiture terrasse	446,4	0,82	0,65

3.2. Audit des systèmes techniques

3.2.1. Production de chaleur

Les bâtiments sont alimentés en vapeur par le réseau urbain parisien de la CPCU, utilisé pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. La chaufferie est située dans le bâtiment 91, et alimente ce bâtiment ainsi qu'une sous-station au 105 via une gaine technique reliant les deux bâtiments.

La chaufferie ainsi que la sous-station ont été rénovées au début des années 2000.

Un descriptif des équipements de la chaufferie est présenté dans les paragraphes suivants.

Implantation – Chaufferie CPCU	
Localisation	Sous-sol du bâtiment n°91
Accès	Intérieur
Surface disponible	334 m ²

La production de chaleur est assurée par quatre échangeurs tubulaires, dont un de secours. Ils alimentent les différents départs de cette chaufferie ainsi que les préparateurs d'eau chaude sanitaire.

Le détail des équipements ainsi que leur disposition sont rappelés ci-dessous.

Remarque 1 :

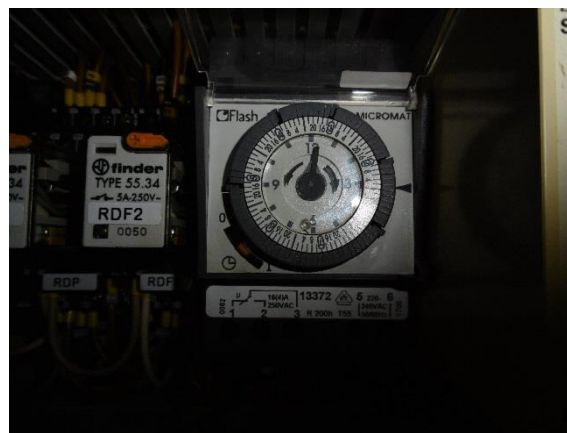
Un embouage des installations a été constaté, le module de désembouage ne semblant pas suffisant comparé au volume d'eau circulant. De plus, l'horloge de réglage est mal paramétrée (pas au bon jour ni à la bonne heure, pas de traitement programmé les weekends).

Actuellement, Cofely injecte des produits de traitement dans les réseaux après analyse. Nous ne sommes pas en mesure de vérifier la régularité de ces interventions, le livret de chaufferie étant absent du site.

Il est important de mettre en place, dans un premier temps, un désembouage des installations avec l'appui d'un laboratoire agréé par le CSTB. Une intervention trop violente dégraderait fortement les installations.



Module de désembouage



Horloge mal réglée

Remarque 2 :

Actuellement, l'adoucisseur et le bac de traitement filmogène anticorrosion sont à l'arrêt. Il n'y a donc aucun traitement de l'eau utilisée pour le réseau de chauffage et pour la production d'eau chaude sanitaire.

Les installations thermiques sont abîmées par ces eaux dures et non traitées, il est important de remettre en état ces systèmes.



Adoucisseur



Bac traitement filmogène

3.2.1.1. Equipements de production de chaleur

La production de chaleur est assurée par quatre échangeurs :

	Echangeurs sur CPCU			
Zone	Ensemble du site			
Nom	Echangeur 1	Echangeur 2	Echangeur 3	Echangeur 4
Marque	URANUS	URANUS	BAELZ	BAELZ
Type	URA 300 12	URA 300 12	106-555-45-FN	106-555-45-FN
Puissance	970 kW	970 kW	900 kW	900 kW
Fonctionnement	Saison de chauffe	Secours	Toute l'année	Toute l'année

Remarque :

A l'origine, le site ne disposait que de trois échangeurs. L'échangeur 4 a été rajouté récemment et contrairement aux trois autres, dont la régulation se fait sur la vapeur, celui-ci régule sur les condensats.

3.2.1.2. Equipements réglementaires de sécurité

Dans une chaufferie, différents équipements réglementaires sont obligatoires pour la sécurité des personnes. Ceux-ci sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	Présence	
	OUI	NON
Ventilation haute	x	
Ventilation basse	x	
BAES	x	
Barre anti-panique	x	
Organe de coupure	x	
Coupure électrique (force + éclairage)	x	
Extincteur	x	
Siphon de sol	x	
Eclairage	Suffisant	

Remarque 1 :

H3C-énergie n'est pas un bureau de contrôle, par conséquent la liste ci-dessus n'est pas exhaustive et n'est présentée qu'à titre indicatif.

Remarque 2 :

Une forte chaleur est présente dans la chaufferie. Celle-ci endommage certains organes, comme par exemple les servomoteurs, contrôlant l'arrivée de vapeur aux échangeurs, qui surchauffent.

Une ventilation mécanique composée d'un caisson amenant de l'air neuf et d'un ventilateur permettant l'extraction de l'air chaud de la chaufferie est présente mais non utilisée. Au cours de notre visite, nous avons constaté que le thermostat associé à sa mise en route ne fonctionne plus.

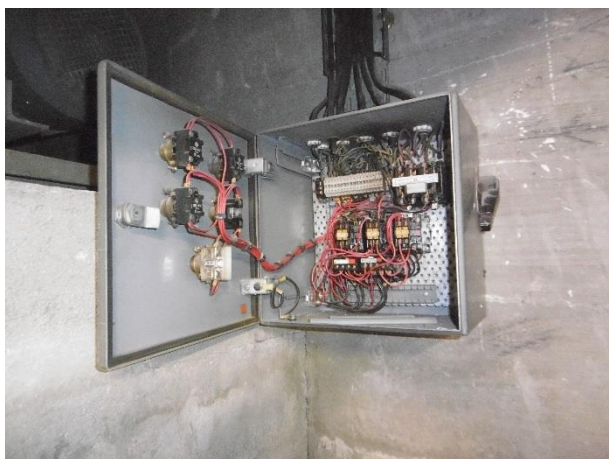
Avec le technicien de Cofely, nous avons remis en marche le ventilateur d'extraction afin d'abaisser la température dans la chaufferie. A contrario, l'armoire électrique associée au caisson d'amenée d'air neuf est vétuste, nous n'avons donc pas remis ce caisson en marche.



Amenée d'air neuf



Extraction



Armoire électrique vétuste



*En bleu : caisson d'amenée d'air neuf
En rouge : ventilateur d'extraction*

Remarque 3 :

La chaufferie possède deux issues équipées de porte coupe-feu :

- L'une donnant sur le couloir principal du sous-sol du bâtiment 91,
- L'autre dans le fond de la chaufferie, donnant sur une circulation rejoignant le couloir principal.

Cette deuxième issue donne d'abord un local dans lequel sont entreposés divers objets. Une partie de ceux-ci bloque la porte ce qui ne permet pas d'assurer la sécurité.



Sortie de chaufferie obstruée

3.2.1.3. Equipements annexes

Les bâtiments possèdent des sondes extérieures, orientées au Nord :



Sondes extérieures du bâtiment 91

Remarque :

Les descriptifs des différents systèmes ont été établis suite aux visites et aux observations faites lors de celles-ci.

Concernant la chaufferie, les livrets de chaufferie et schémas hydrauliques des installations sont absents (au 91 et au 105), bien qu'étant dus par l'exploitation. Ainsi, ces éléments manquants ne permettent pas de vérifier la bonne tenue des systèmes, ainsi que la régulation mise en place, qui influe les consommations d'énergie. Selon le cahier des charges fourni, cette régulation devrait être paramétrée telle que :

- Laboratoires :
 - 20°C en température de confort,
 - 17°C les nuits de 20h à 8h et du vendredi 20h au lundi 8h pour les weekends,
- Amphithéâtres :
 - 19°C en température de confort,
 - 16°C en dehors des plages d'occupation (10,5 heures/jour, 6 jours/semaine hors vacances scolaires),
- Autres espaces d'enseignement :
 - 20°C en température de confort,
 - 17°C les nuits de 20h à 8h et du vendredi 20h au lundi 8h pour les weekends et lors des vacances universitaires,
- Bureaux :
 - 20°C en température de confort,
 - 17°C les nuits de 19h à 8h et du vendredi 18h au lundi 8h pour les weekends,
- Autres :
 - 20°C en température de confort,
 - 17°C les nuits de 20h à 8h et du vendredi 18h au lundi 8h pour les weekends.

Or actuellement la régulation se fait « manuellement » par le technicien de la société Cofely en fonction des demandes des occupants, bien que six modules type « Sygmagyr RVL55 » soient présents pour réguler les circuits.

Les circuits tels qu'ils existent ne permettent pas de respecter les instructions de températures du cahier des charges. En effet, il n'y a pas de distinction entre les différents types d'utilisation, hormis les amphithéâtres.



Régulateur et les différents circuits associés

Même constant dans la sous-station du bâtiment 105. A la différence que la régulation est assurée par des régulateurs communicants, permettant un réglage plus précis.



Régulateur pour les circuits du 105

3.2.2. Distribution de chaleur

Cinq circuits de distribution irriguent l'ensemble du bâtiment 91 depuis la chaufferie et six circuits le bâtiment 105 depuis la sous-station. Deux départs sont alimentés en 80°C constants : celui alimentant le bâtiment 105 et l'animalerie du bâtiment 91. Même constat pour la station du 105, l'animalerie étant alimentée en 80°C constants.

3.2.2.1. Bâtiment n°91

Zone	Circuit bâtiment 105	Animalerie	Est	Radiateur	Amphithéâtres	Ventilation
Pompes	-	Marque : Salmson Type : JRE 204-13/3	Marque : Salmson Type : JRE 206-12/1,5	Marque : Salmson Type : JRE 206-12/1,5	Marque : Salmson Type : JRE 204-11/0,55	Marque : Salmson Type : JRE 205-11/0,75
	-	A débit variable (3900 W)	A débit variable (2100 W)	A débit variable (2100 W)	A débit variable (865 W)	A débit variable (1200 W)
V3V	Siemens Landis & Stefa SQL 33 (ouverte à 100%)	Siemens Landis & Stefa SQL 33 (ouverte à 100%)	Siemens Acvatix SQL 33 (mélange)	Siemens Landis & Stefa SQL 33 (mélange)	Siemens Landis & Stefa SQL 33 (mélange)	Siemens Landis & Gyr SQK 33 (mélange)
Programmation horaire	24h/24 toute l'année	24h/24 toute l'année	NC	NC	NC	NC

Remarque 1 :

Il existe un autre réseau appelé « Locaux étudiants » qui n'est pas en service.

Remarque 2 :

Il n'y a pas d'équilibrage des réseaux.

3.2.2.2. Bâtiment n°105

Zone	Amphithéâtres	Bâtiment 105	Appartements	Cafétéria	Animalerie
Pompes	Marque : Salmson Type : JRE 204-11/0,55	Marque : Salmson Type : JRE 204-13/3	Marque : Salmson Type : JRE 203-16/1,1	Marque : Salmson Type : JRE 203-16/1,1	Marque : Salmson Type : AF 112M
	A débit variable (865 W)	A débit variable (3900 W)	A débit variable (1535 W)	A débit variable (1535 W)	A débit variable (4000 W)
V3V	Siemens Landis & Stefa SQL 33 (mélange)	Invensys ALI 1576 (mélange)	Invensys ALI 1576 (mélange)	Invensys ALI 1576 (mélange)	- (ouverte à 100%)
Programmation horaire	NC	NC	NC	NC	24h/24 toute l'année

Remarque 1 :

Il existe deux autres réseaux appelé « Aérothermes » et « Convecteurs » qui ne sont pas en service.

Remarque 2 :

Il n'y a pas d'équilibrage des réseaux.

3.2.3. Emission de chaleur

Le tableau suivant synthétise l'ensemble des équipements d'émission de chaleur du site :

	Radiateurs acier anciens	Radiateurs acier récents	Plafonds chauffants	Bouches de soufflage	Convecteurs électriques anciens	Convecteurs électriques récents
Localisation	Cages d'escaliers et circulations	Ensemble du site	Ensemble du site	Amphithéâtres et quelques laboratoires	Quelques laboratoires et bureaux	Quelques laboratoires et bureaux
Rendement d'émission théorique	90%	95%	95%	95%	90%	95%
Photos						

Aucun défaut particulier n'a été recensé sur les émetteurs de chaleur du bâtiment.

Les radiateurs sont équipés, pour la plupart, de robinets thermostatiques et les bouches de soufflage ne sont pas encrassées.

3.2.1. Eau Chaude Sanitaire

La production d'eau chaude sanitaire du site est réalisée d'abord par un préchauffage de l'eau de ville par les condensats, puis est montée à température de consigne par quatre préparateurs d'eau chaude de 330 litres chacun.

Le tableau ci-dessous décrit le système de production d'eau chaude sanitaire du bâtiment :

	ECS	
Localisation	Chaufferie	
Zone desservie	Ensemble du site	
Type de production	Préchauffage de l'eau de ville par les condensats	Puis chauffage de l'eau par les préparateurs d'eau chaude
Marque	Viessmann	Viessmann
Modèle	Verticell-bivalent	Verticell
Année d'installation	2001	2001

Remarque 1 :

De nombreuses fuites ont été observées à différents points des circuits. En plus d'endommager le sol et éventuellement d'autres organes, cela provoque des pertes d'eau et financières.



Fuites constatées sur les réseaux

Remarque 2 :

Au niveau du système de préchauffe de l'ECS par les condensats, la vanne de sécurité, qui permettrait de shunter le circuit lorsque l'eau dans les ballons de préchauffage est à température, est tout le temps ouverte. Ainsi, les condensats ne passent pas dans l'échangeur des ballons et sont directement rejetés.

Par conséquent, le système tel qu'il existe actuellement est inutilisé. Le problème provient du régulateur qui est inadapté.

Remarque 3 :

Il n'existe pas de thermomètre sur le réseau de bouclage ECS. La température ne peut pas être vérifiée. En effet, afin d'éviter tout risque de légionellose, la température d'ECS doit être supérieure à 50°C en tout point du réseau. Cette vérification est importante, de par la longueur du circuit de distribution (alimentant aussi bien le bâtiment 91 que le 105 à travers la galerie technique) et par l'état du calorifugeage qui est d'origine, dont les capacités thermiques se sont dégradées avec le temps.

Sur le retour du bouclage, il existe une vanne 3 voies motorisée ayant pour fonction d'optimiser le circuit de récupération de chaleur sur les condensats :

- Si la température de bouclage est supérieure à la température à l'intérieur des ballons de récupération de chaleur sur les condensats, alors l'eau provenant du bouclage est directement envoyée aux ballons pour la production d'ECS,
- Si la température de bouclage est inférieure à la température à l'intérieur des ballons de récupération de chaleur sur les condensats, alors l'eau provenant du bouclage est envoyée à ces ballons afin d'être préchauffée par les condensats avant d'aller aux ballons de production ECS.

Mais ce système ne peut pas fonctionner pour l'instant, étant donné que le préchauffage par les condensats est actuellement inutilisé et donc que la température d'eau dans ces ballons d'échange est toujours inférieure à la température de bouclage.

3.2.2. Production de froid

L'ensemble des systèmes de production de froid sont récapitulés dans le tableau joint à ce rapport.

Pour une partie de ces équipements, il n'a pas été possible de les relier à la zone qu'ils desservent, malgré l'intervention de Engie pour effectuer ces relevés. Ils sont listés dans l'onglet « Systèmes froid non identifié ».

Certains équipements fonctionnent au R22, dont la fourniture est interdite depuis le 1^{er} janvier 2015. L'exploitant doit porter une vigilance accrue sur ces systèmes. En effet, en cas de fuite sur l'installation, le R22 doit être récupéré et détruit par incinération. Le rechargement de ces appareils en R22 est alors interdit. Une fois vidangé, l'équipement pourra être soit mis en rebus, soit rechargé avec un autre fluide frigorigène autorisé si l'opération est techniquement possible.

3.2.3. Ventilation

L'ensemble des systèmes ventilation sont récapitulés dans le tableau joint à ce rapport.

Pour une partie de ces équipements, il n'a pas été possible de les relier à la zone qu'ils desservent, malgré l'intervention de Engie pour effectuer ces relevés. Ils sont listés dans l'onglet « Systèmes froid non identifié ».

3.2.4. Eclairage

En ce qui concerne l'éclairage, les bâtiments possèdent en majorité des tubes T8 de 18W. Quelques ampoules à incandescence de 100W sont encore présentes, mais seront remplacées dans le temps.

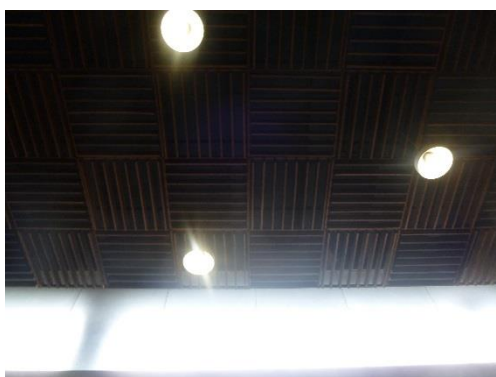
Dans certains locaux spécifiques, se trouvent des projecteurs halogènes, des néons et des tubes T12.



Néons amphithéâtre



Tubes T8



Ampoules à incandescence

4. Analyse des consommations réelles

4.1. Préambule

Les valeurs indiquées dans les paragraphes suivants (DJU, électricité et chauffage urbain) sont basées sur une période de janvier 2013 à décembre 2015.

Données climatiques de référence

Les **Degrés Jours Unifiés** (DJU) représentent la rigueur climatique pour un site donné. Ils permettent d'estimer ou de corriger les besoins en chauffage d'un site. Ils sont calculés chaque jour en faisant la différence entre la température moyenne et la température de 18°C.

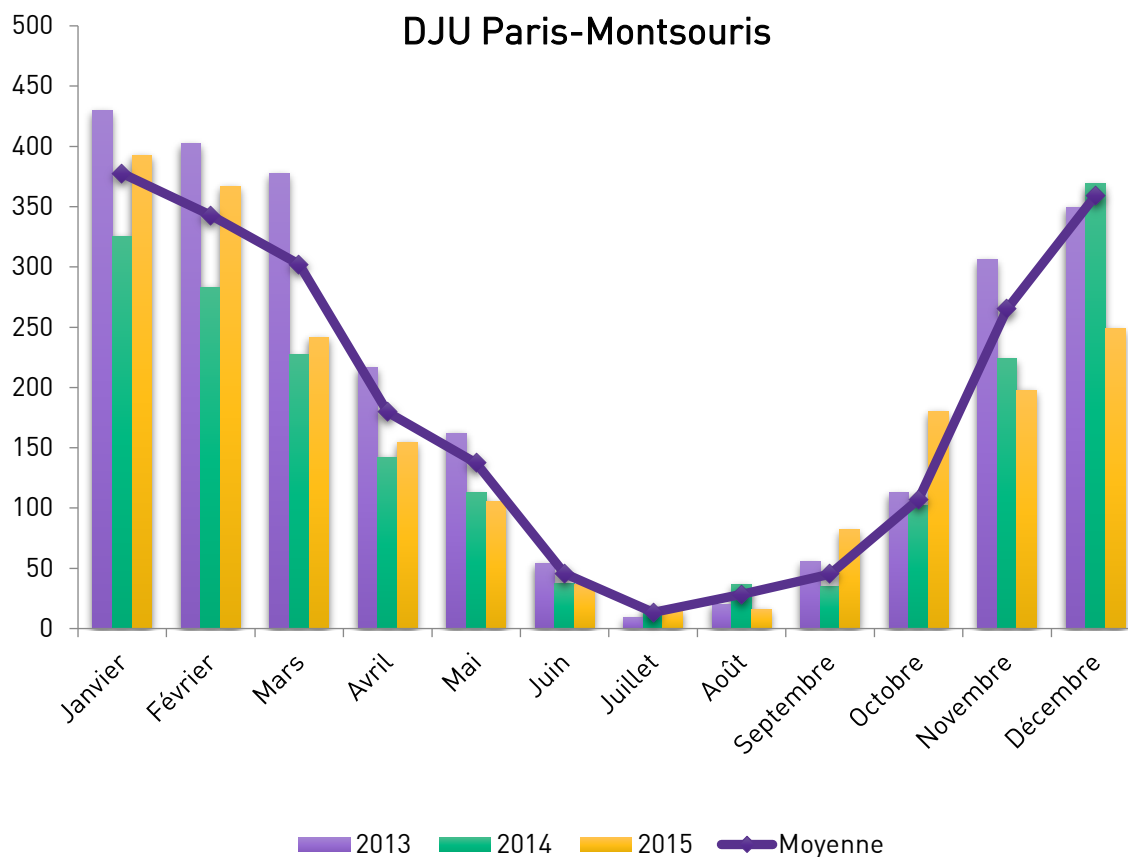
Le cumul de ces DJU journaliers permet d'estimer la rigueur climatique d'un mois ou d'une année. Plus ils sont élevés, plus les besoins de chauffage seront importants.

Les données considérées proviennent de la station météo de Paris - Montsouris. Celle-ci est située à environ 2,5 km à vol d'oiseau des bâtiments étudiés de la Pitié-Salpêtrière. Les conditions climatiques de cette station sont donc proches de celles appliquées au site étudié.

x
x
x
x
x
x
x
x
x
x
x
x

DJU Pitié Salpêtrière				
STATION METEO DE REFERENCE - Paris-Montsouris				
MOIS	2013	2014	2015	Moyenne
Janvier	430	325	393	378
Février	402	283	367	343
Mars	378	227	242	302
Avril	217	142	155	179
Mai	162	113	105	137
Juin	54	37	36	46
Juillet	9	18	16	13
Août	20	37	16	28
Septembre	56	35	82	45
Octobre	113	102	180	107
Novembre	306	224	198	265
Décembre	350	369	249	359
Total	2 496	1 911	2 038	2 203

x = mois avec chauffage



Remarque :

Valeur des DJU base 18 °C, sur les années 2013, 2014 et 2015 (Source Infoclimat).

4.2. Alimentation en CPCU

4.2.1. Contrat

La maintenance de la chaufferie alimentée en chauffage urbain est assurée par la société Cofely, qui possède un marché P2 et P3 jusqu'au 30 septembre 2018.

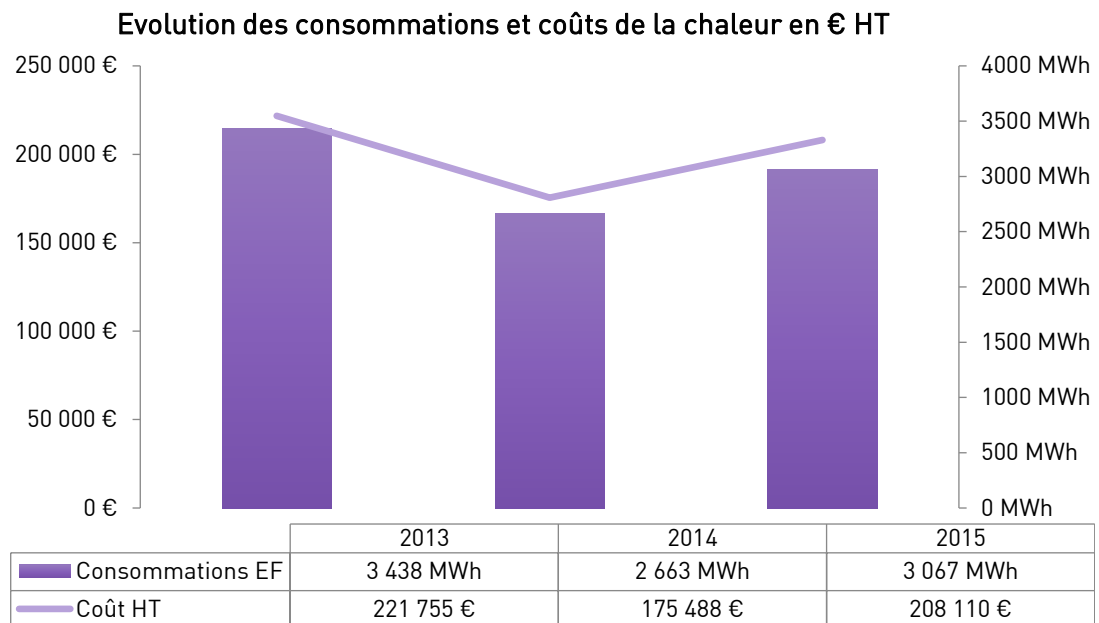
4.2.2. Consommations réelles

4.2.2.1. Evolutions annuelles

Les factures de chauffage urbain fournies permettent de reconstituer les consommations des années civiles 2013 à 2015. Le tableau suivant présente les consommations du site et les coûts associés :

Réseau de chaleur						
Année	DJU	Consommations EF	Coût HT	Ratio kWh _{EF} /m ²	Ratio kWh _{EF} /DJU	Coût €HT/MWh
2013	2496	3 438 MWh	221 755 €	110 kWh/m ²	1 378 kWh/DJU	65 €/MWh
2014	1911	2 663 MWh	175 488 €	85 kWh/m ²	1 394 kWh/DJU	66 €/MWh
2015	2038	3 067 MWh	208 110 €	98 kWh/m ²	1 505 kWh/DJU	68 €/MWh
Moyenne	2148	3 056 MWh	201 784 €	98 kWh/m ²	1 425 kWh/DJU	66 €/MWh

Le graphique ci-dessous représente l'évolution des consommations et des factures de chauffage urbain du site sur les 3 années étudiées.



Les consommations de chauffage urbain diminuent de 22,5% entre 2013 et 2014, puis augmentent de 15% 2014 et 2015. L'hiver 2014 a été plus doux que les deux autres.

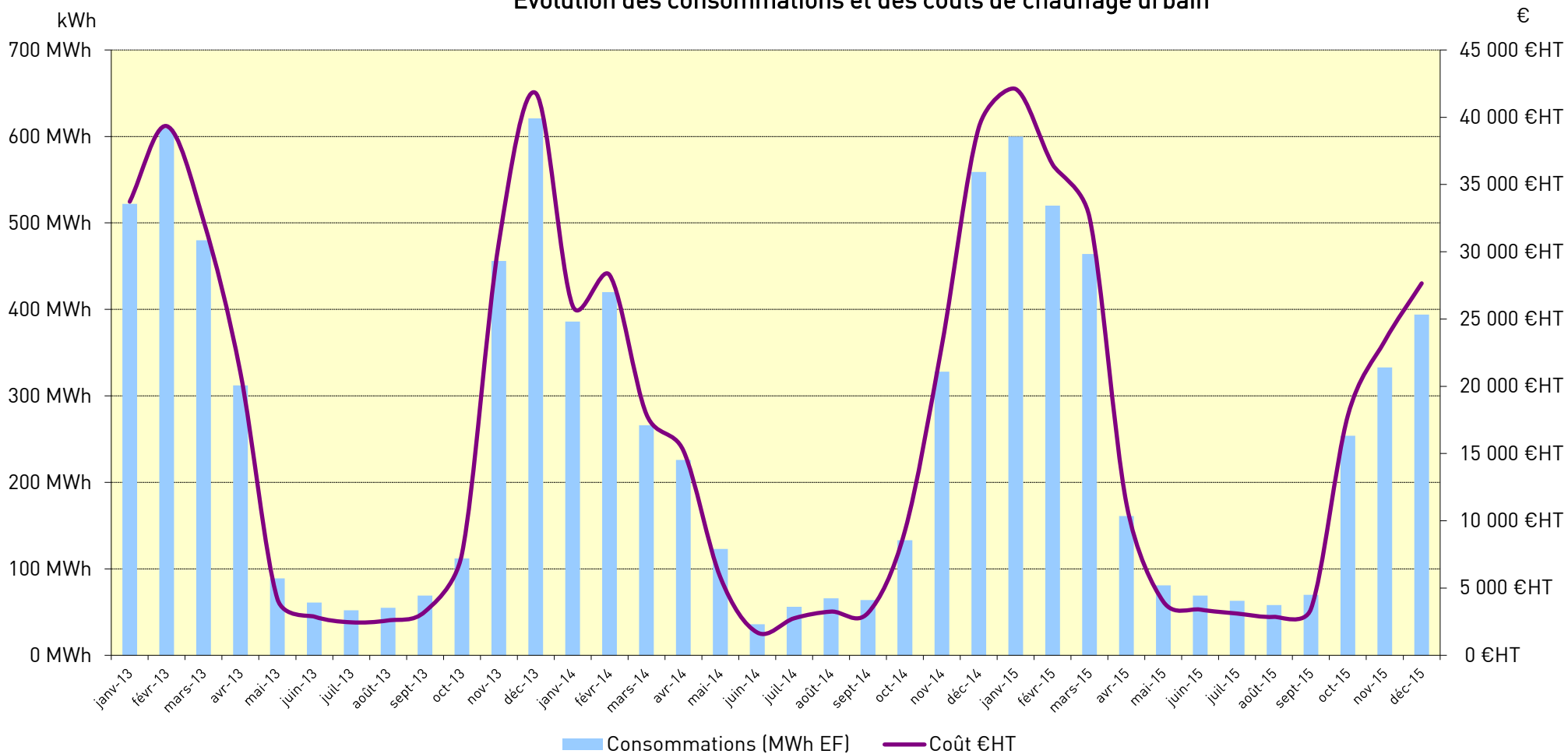
Une augmentation du coût de chauffage urbain d'environ 4% est enregistrée entre les années 2013 et 2015.

4.2.2.2. Evolutions mensuelles

Le tableau ci-dessous présente les consommations mensuelles de la CPCU sur les 3 dernières années :

	2013	2014	2015
	MWh _{EF}	MWh _{EF}	MWh _{EF}
Janvier	522 MWh	386 MWh	600 MWh
Février	609 MWh	420 MWh	520 MWh
Mars	480 MWh	266 MWh	464 MWh
Avril	312 MWh	226 MWh	161 MWh
Mai	89 MWh	123 MWh	81 MWh
Juin	61 MWh	36 MWh	69 MWh
Juillet	52 MWh	56 MWh	63 MWh
Août	55 MWh	66 MWh	58 MWh
Septembre	69 MWh	64 MWh	70 MWh
Octobre	112 MWh	133 MWh	254 MWh
Novembre	456 MWh	328 MWh	333 MWh
Décembre	621 MWh	559 MWh	394 MWh
Total	3 438 MWh	2 663 MWh	3 067 MWh

Evolution des consommations et des coûts de chauffage urbain



Les consommations suivent un profil identique sur l'ensemble des trois années étudiées. Les pics de consommations sont atteints sur les mois de décembre, ce qui s'explique par les forts besoins en chauffage.

4.3. Alimentation en électricité

4.3.1. Contrat

	CONTRAT ELECTRICITE
Fournisseur	EDF
Type de marché	Prix réglementés
Tarif	Vert A5
Option	Utilisations longues
Puissance souscrite	870 kVA

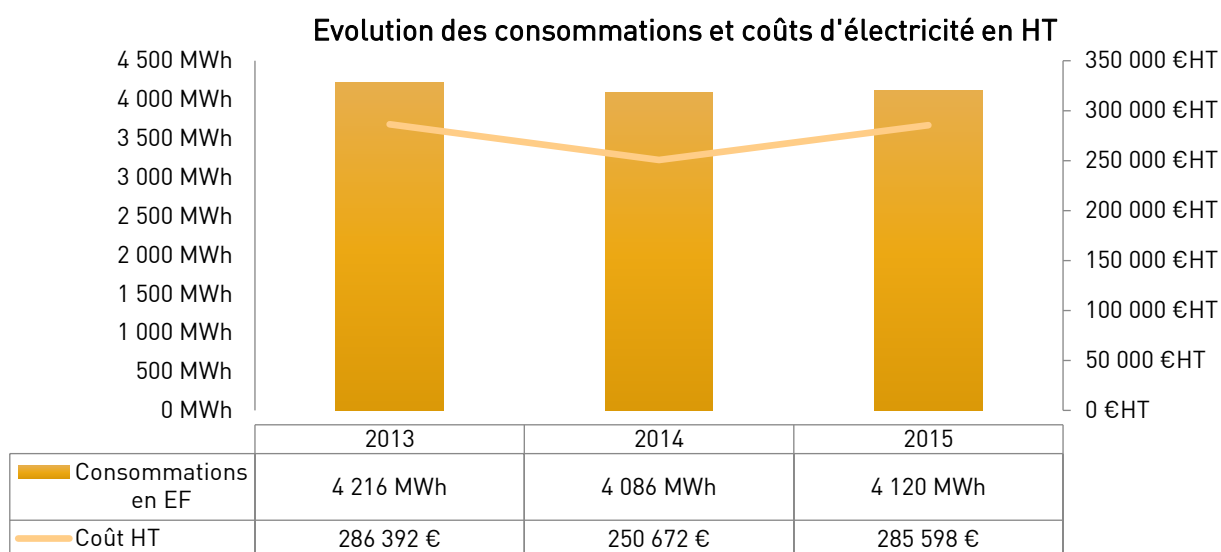
4.3.2. Consommations réelles

4.3.2.1. Evolutions annuelles

Les factures d'électricité fournies permettent de reconstituer les consommations des années civiles 2013 à 2015. Le tableau suivant présente les consommations du site et les coûts associés :

Electricité						
Année	Consommations en EF	Coût HT	Ratio kWh _{EP} /m ²	Coût €HT/MWh	Coût abonnement HT	Part de l'abonnement
2013	4 216 MWh	286 392 €	348 kWh/m ²	67,9 €/MWh	50 001 €	17,46%
2014	4 086 MWh	250 672 €	337 kWh/m ²	61,4 €/MWh	45 978 €	18,34%
2015	4 120 MWh	285 598 €	340 kWh/m ²	69,3 €/MWh	43 932 €	15,38%
Moyenne	4 141 MWh	274 221 €	342 kWh/m ²	66,2 €/MWh	46 637 €	17,01%

Le graphique ci-dessous représente l'évolution des consommations et des factures d'électricité du site sur les 3 années étudiées.



Les consommations d'électricité diminuent de 3% entre 2013 et 2014, puis augmentent de 1% entre 2014 et 2015.

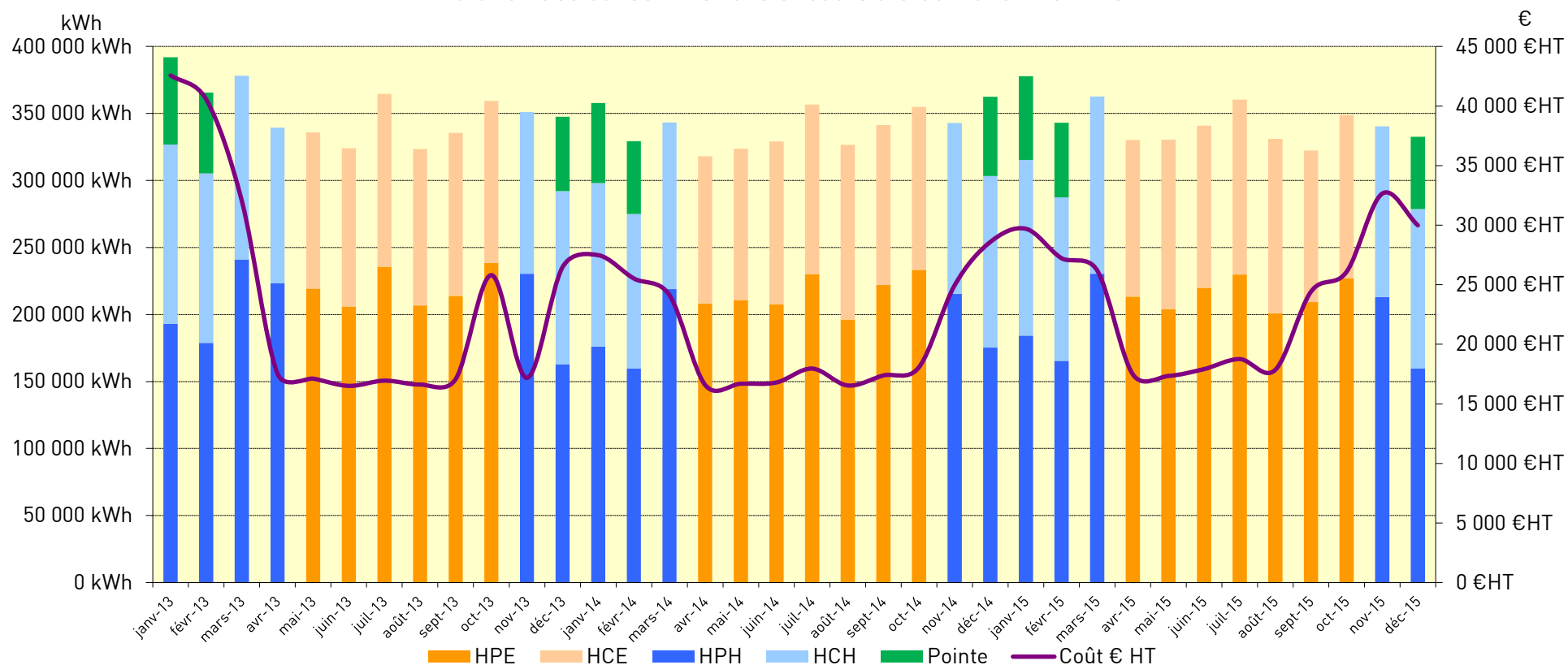
Une augmentation du coût de l'électricité d'environ 2% est enregistrée entre les années 2013 et 2015.

4.3.2.2. Evolutions mensuelles

Le tableau ci-dessous présente les consommations mensuelles d'électricité sur les 3 dernières années :

	2013	2014	2015
	MWh _{EF}	MWh _{EF}	MWh _{EF}
Janvier	392 MWh	358 MWh	378 MWh
Février	366 MWh	329 MWh	343 MWh
Mars	378 MWh	343 MWh	363 MWh
Avril	339 MWh	318 MWh	330 MWh
Mai	336 MWh	324 MWh	330 MWh
Juin	324 MWh	329 MWh	341 MWh
Juillet	365 MWh	357 MWh	360 MWh
Août	324 MWh	327 MWh	331 MWh
Septembre	336 MWh	341 MWh	322 MWh
Octobre	359 MWh	355 MWh	349 MWh
Novembre	351 MWh	343 MWh	340 MWh
Décembre	347 MWh	363 MWh	333 MWh
Total	4 216 MWh	4 086 MWh	4 120 MWh

Evolution des consommations et coûts d'électricité - Tarif Vert



Les consommations suivent un profil identique sur l'ensemble des trois années étudiées. Des pics, relativement faibles, de consommation sont observés en hiver, ce qui s'explique par la plus forte consommation d'électricité pour l'éclairage.

Le coût bondit aussi sur cette période, bien que le pic soit faible, le tarif passant en « hiver » qui est plus élevé que celui « été » (en 2015, respectivement heures pleines/creuses pour l'hiver 7,153/4,942 c€/MWh, contre pour l'été : 4,855/3,091 c€/MWh).

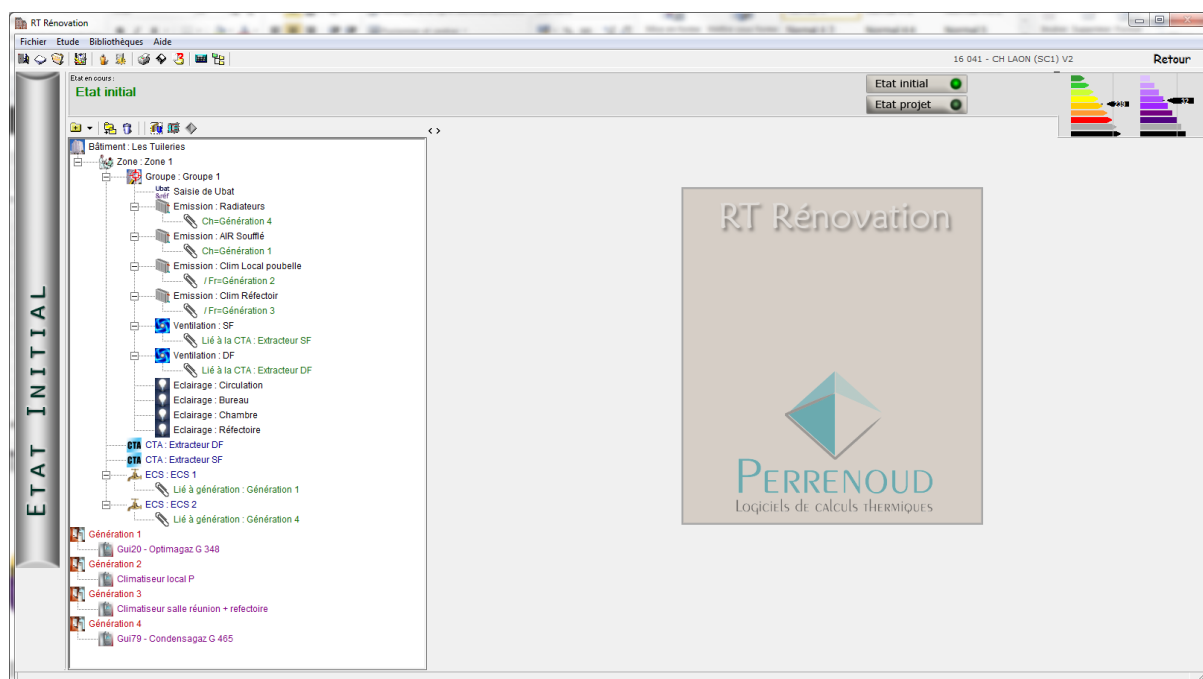
En octobre 2013, une anticipation de facturation pour le mois suivant a été effectuée, qui a été remboursé en novembre 2013, ce qui explique le creux de la courbe des coûts pour ce mois.

5. Étude réglementaire

Ce document est l'aboutissement de l'étude réalisée avec le logiciel U48Win basé sur la méthode de calcul ThCE ex adaptée à la rénovation développée par le CSTB.

La méthode de calcul TH-C-E ex 2010 a pour objet le calcul réglementaire de la consommation conventionnelle d'énergie d'un bâtiment existant pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage ainsi que le calcul réglementaire de la température intérieure conventionnelle, Tic, atteinte en été dans un bâtiment existant.

La méthode n'a pas pour vocation de faire un calcul de la consommation réelle du bâtiment, ni de sa température réelle atteinte en été compte tenu des conventions retenues notamment pour le climat, les apports gratuits, les températures de consigne et les horaires d'occupation.



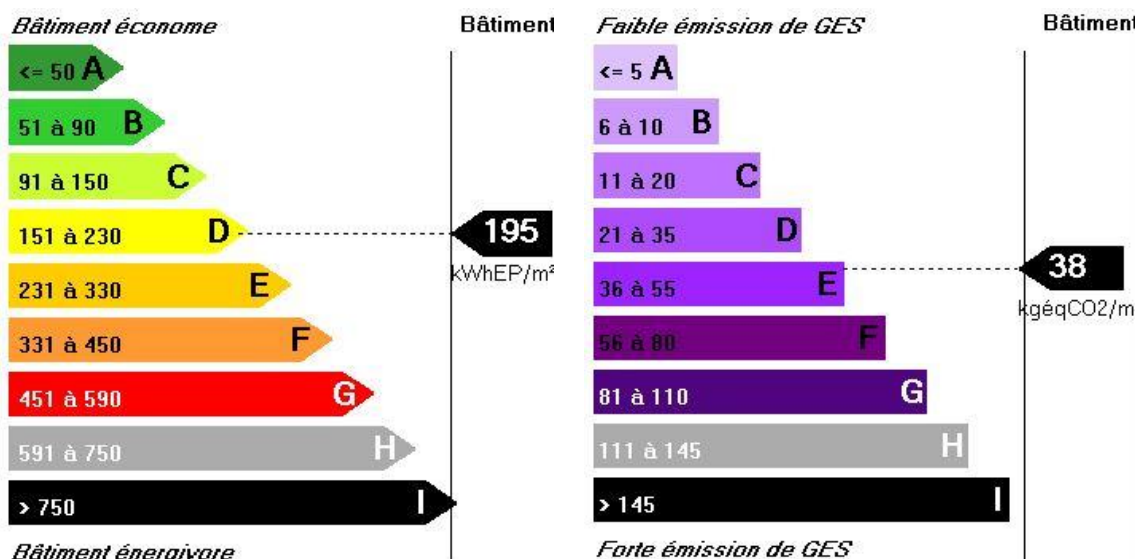
Les caractéristiques du bâtiment reprennent les données vues précédemment (Cf. Etat des Lieux).

5.1. Bâtiment 91

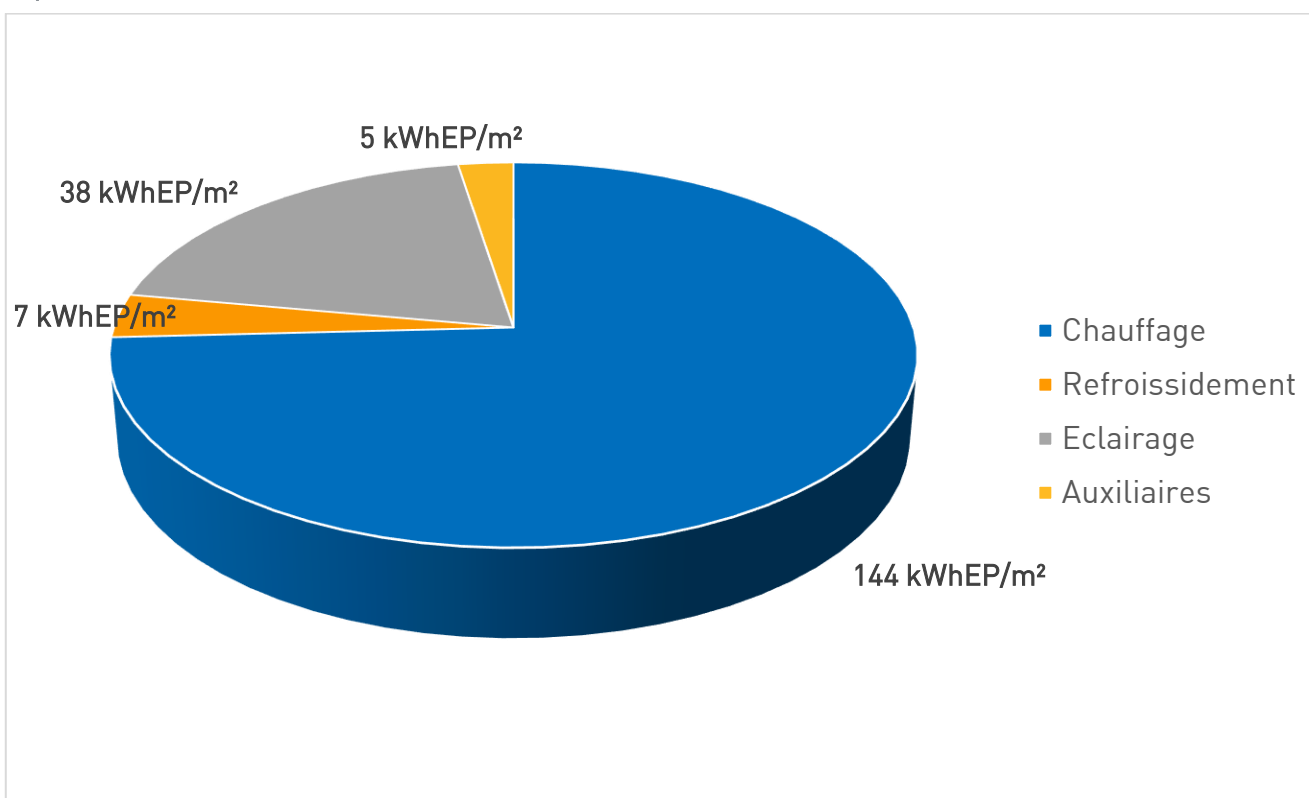
Le Ubat actuel du bâtiment 91 est de 2,53 alors que la référence en existant se situe à 0,74.

Etiquettes énergie et climat du bâtiment :

Cette étiquette correspond à la somme des consommations apparaissant dans le calcul réglementaire du site.

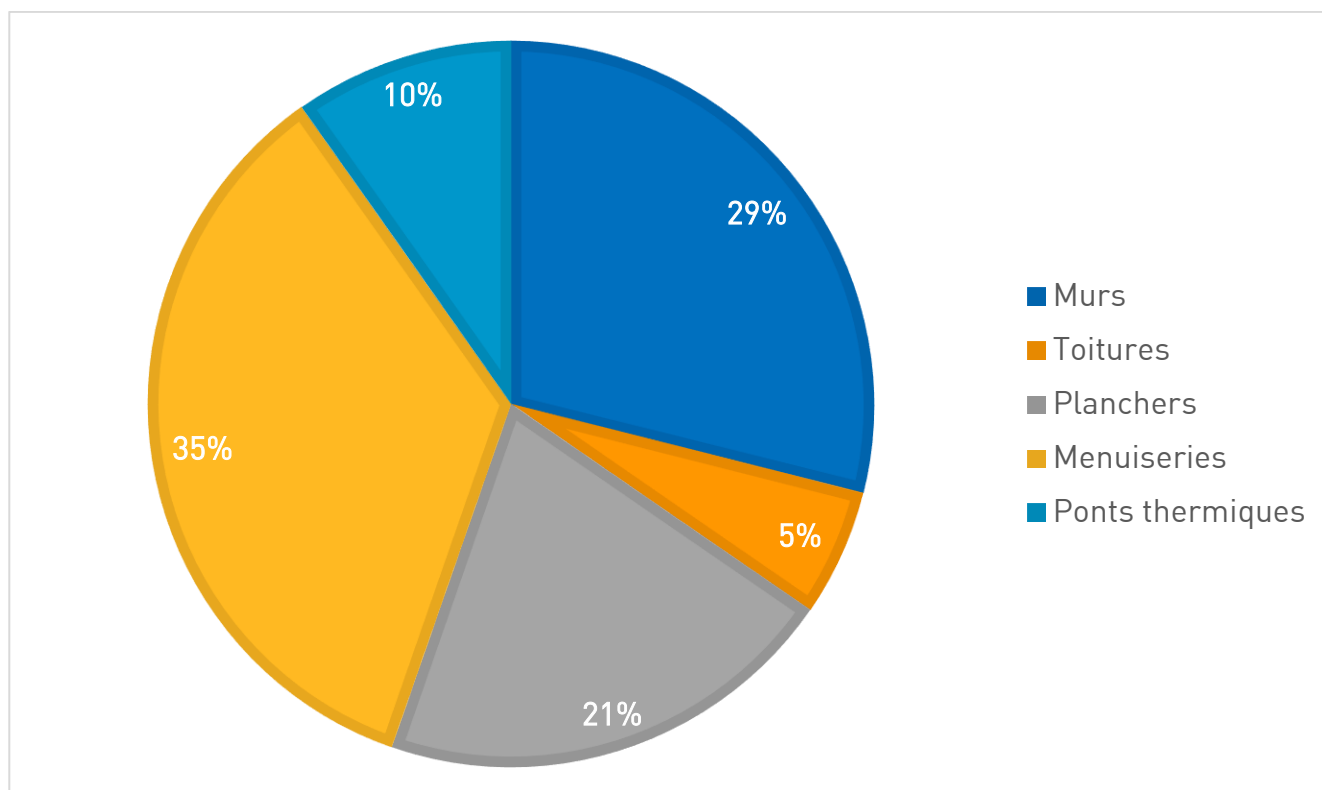


Répartitions des besoins du bâtiment 91 :



Répartitions des déperditions :

Le graphique ci-dessous renseigne la répartition des déperditions entre les différentes parois qui composent l'enveloppe du bâtiment 91.



Bilan des consommations issues du calcul réglementaire :

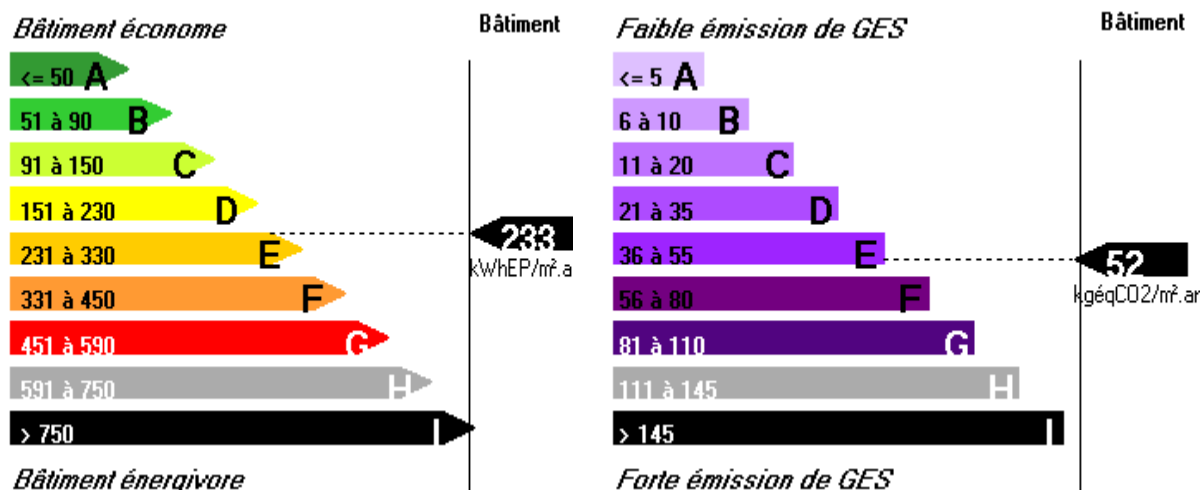
	Consommations totales	
	kWh EP/m²	kWh EP/m² SHON
Chauffage	1 652 763	144
Refroidissement	49 618	7
Eclairage	265 417	38
Auxiliaires électriques	34 349	5
Total	2 002 146	194

5.1. Bâtiment 105

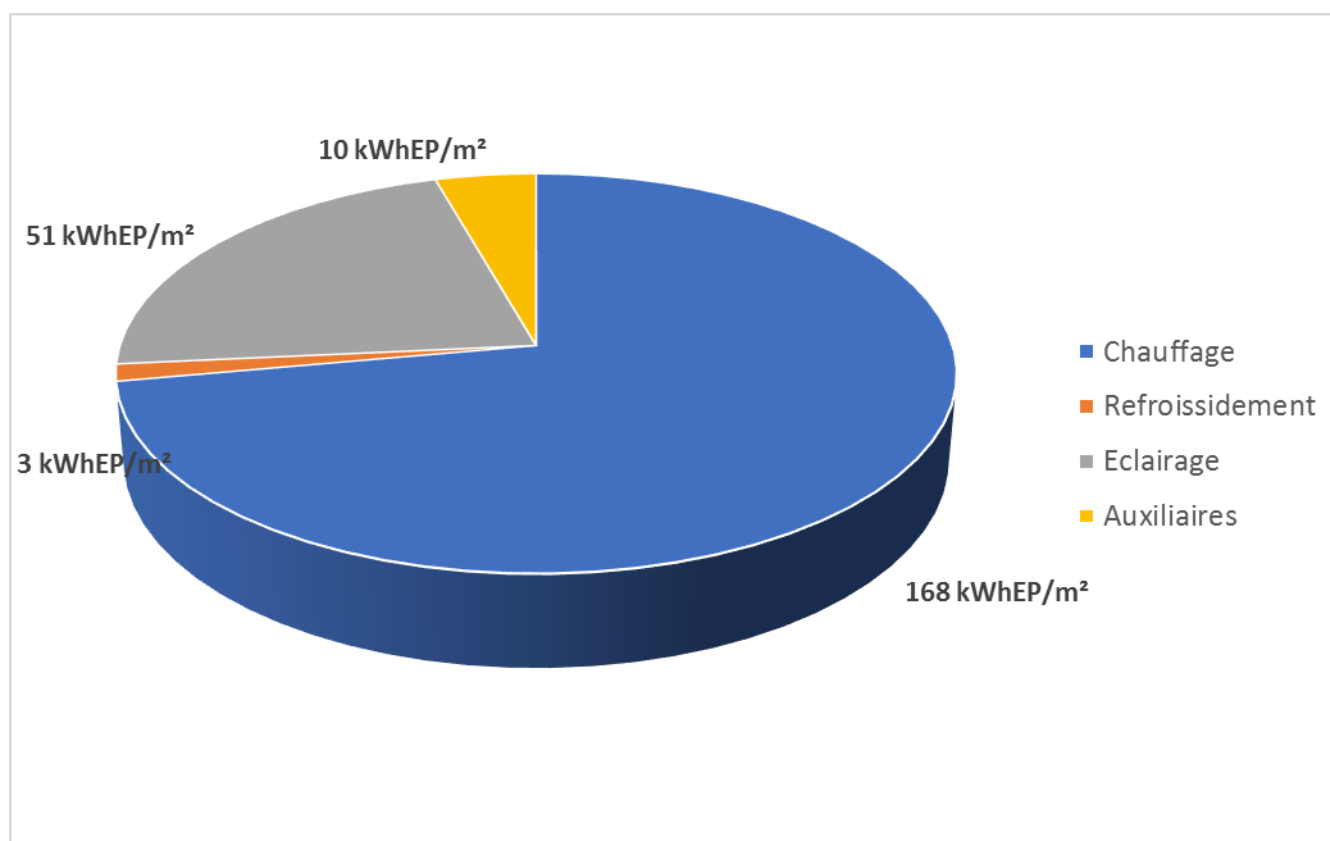
Le Ubat actuel du bâtiment 105 est de 2,03 alors que la référence en existant se situe à 0,51.

Etiquettes énergie et climat du bâtiment :

Cette étiquette correspond à la somme des consommations apparaissant dans le calcul réglementaire du site.

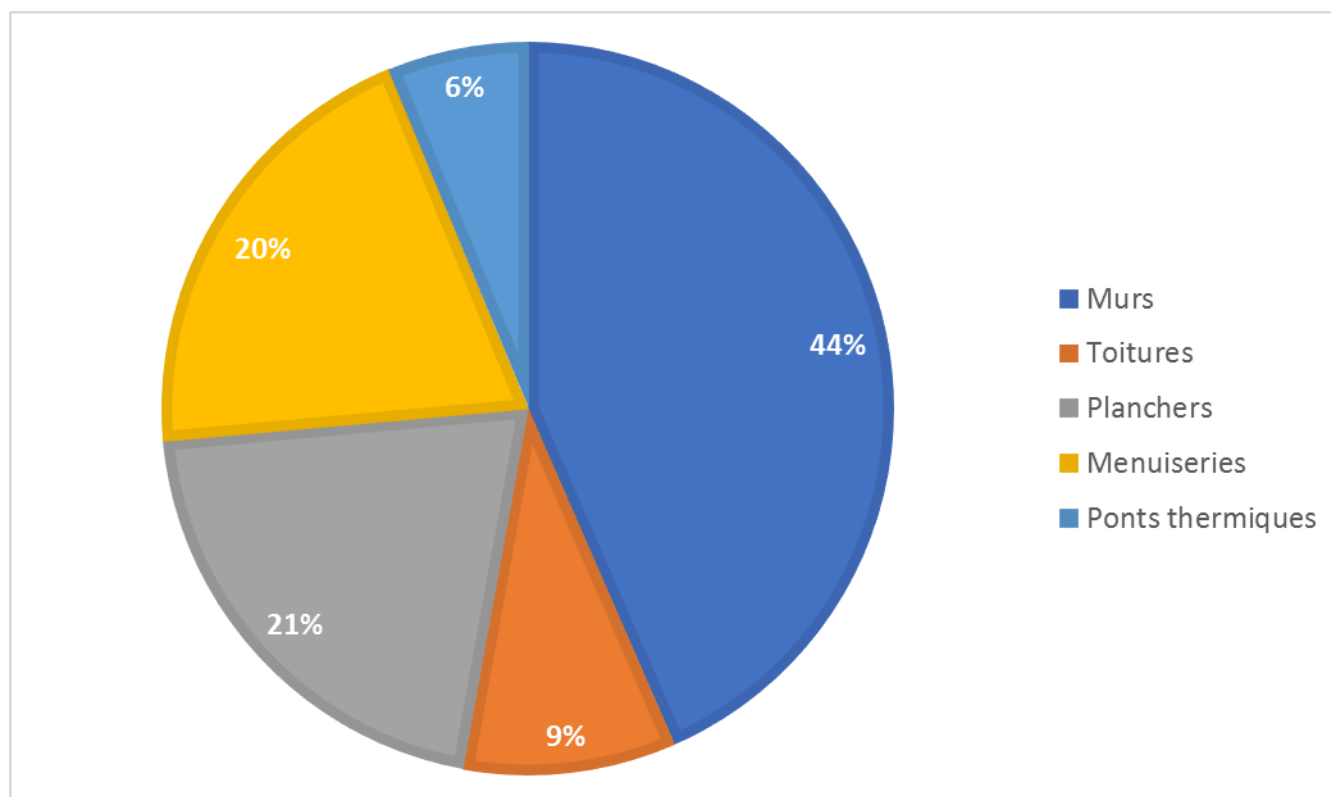


Répartitions des besoins du bâtiment 105 :



Répartitions des déperditions :

Le graphique ci-dessous renseigne la répartition des déperditions entre les différentes parois qui composent l'enveloppe du bâtiment 105.



Bilan des consommations issues du calcul réglementaire :

	Consommations totales	
	kWh EF	kWh EP/m² SHON
Chauffage	1 133 440	168
Refroidissement	9 956	3
Eclairage	159 545	51
Auxiliaires électriques	32 024	10
Total	1 334 966	233