

# Améliorer sa performance énergétique

Audit énergétique de  
deux sites hospitaliers

Retours d'expérience





Alexandra LAM, ANAP  
alexandra.lam@anap.fr

Christian BEREHOUC,  
Directeur associé, ANAP  
christian.berehouc@anap.fr

## Résumé

---

Les établissements de santé et médico-sociaux sont de gros consommateurs d'énergie. Avec la promulgation des lois Grenelle 1 et 2 et la volonté de plusieurs établissements de mettre en place une démarche de développement durable, plusieurs questions se posent à eux : comment répondre aux objectifs du Grenelle de l'environnement sans engager des opérations d'investissement importantes ? Comment mettre en œuvre cette démarche ? Quels sont les gains possibles ?

Ce document doit être lu comme l'annexe à la publication de l'ANAP présentant les démarches et pratiques organisationnelles qui peuvent être mises en œuvre par les établissements souhaitant se lancer dans une démarche d'amélioration et d'optimisation de leurs consommations énergétiques. Il est constitué de deux audits énergétiques réalisés au Centre hospitalier intercommunal Robert Ballanger (Aulnay-sous-Bois, 93) et à la Clinique du Landy (Saint-Denis, 93).

### **Mots-clés**

Énergie / eau / électricité / thermique / consommation / audit énergétique / performance énergétique / exploitation technique / développement durable / Grenelle de l'environnement

# Introduction

---

La loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement dite « loi Grenelle 1 » promulguée le 3 août 2009, précise que « tous les bâtiments de l'Etat et de ses établissements publics seront soumis à un audit d'ici à 2010. L'objectif est, à partir du diagnostic ainsi établi, d'engager leur rénovation d'ici à 2012 avec traitement de leurs surfaces les moins économes en énergie. Cette rénovation aura pour objectif de réduire d'au moins 40 % les consommations d'énergie et d'au moins 50 % les émissions de gaz à effet de serre de ces bâtiments dans un délai de huit ans ». De plus, avec la promulgation de la loi dite « Grenelle 2 » portant engagement national pour l'environnement du 12 juillet 2010, 248 articles ont été adoptés portant sur six chantiers majeurs dont l'amélioration énergétique des bâtiments et harmonisation des outils de planification avec l'accélération de la rénovation thermique du parc ancien.

L'impact de ces mesures au secteur hospitalier n'est pas négligeable au vu de l'étendu de son patrimoine de près de 60 millions de m<sup>2</sup> pour le secteur public et de 15 millions de m<sup>2</sup> pour le privé. De plus, les établissements de santé disposent d'un patrimoine très hétérogène tant sur le plan architectural que de leur vétusté, qui résulte principalement de l'évolution des modalités de prises en charge des patients, des techniques médicales et de la réglementation. L'ancienneté et l'inadaptation de leurs locaux, ainsi que la redistribution de l'offre hospitalière, les conduisent à définir et mener des opérations d'investissement, qui peuvent-être :

- des constructions / reconstructions partielles ou totales de bâtiments
- des réhabilitations de locaux ou bâtiments.

De plus, la modification du mode de financement des établissements de santé avec la mise en place progressive depuis 2002 de la tarification de l'activité (T2A), qui lie les ressources à l'activité, les a amenés à adapter leur gestion, à définir et planifier des programmes d'investissements compatibles avec leur équilibre budgétaire. L'élaboration d'un plan directeur permet à un établissement de définir et planifier ses programmes d'investissements à long terme cohérents.

La complexité de la mise en œuvre opérationnelle du Grenelle de l'environnement réside dans la définition d'une stratégie d'amélioration de la performance énergétique du patrimoine, devant être cohérente avec l'équilibre budgétaire de l'établissement et s'insérer dans le cadre d'un plan directeur déjà défini.

C'est dans ce cadre que l'ANAP – Agence Nationale d'Appui à la Performance des établissements de santé et médico-sociaux a souhaité mener cette démarche d'audit énergétique à l'échelle d'un patrimoine hospitalier. Pour ce faire, deux sites ont été retenus :

- le Centre Hospitalier Intercommunal Robert Ballanger à Aulnay-sous-Bois (93)
- la clinique du Landy à Saint-Ouen (93) de la Générale de santé.

A la fois pour l'hétérogénéité et l'étendue du patrimoine pour le cas du CHI Robert Ballanger et pour l'aspect urbain et contraint pour le cas de la Clinique du Landy.

Ces deux sites comportent des bâtiments d'années de construction s'étalant de 1933 à 2007 avec des activités diverses sur une parcelle très dense en centre ville pour la clinique du Landy et très étendue pour le CHI Robert Ballanger.

L'ANAP a souhaité publier ces audits afin de proposer aux établissements de santé publics et privés, un retour d'expériences d'établissements qui ont souhaité mener une démarche d'amélioration de leur performance énergétique. Ces documents permettent de mettre en avant les différents points à étudier lors d'un audit, le niveau de détails attendus, construire un cahier des charges pour réaliser un audit...

Ces audits ont permis d'établir un état des lieux et une appréciation du patrimoine des deux sites sur les plans énergétique et environnemental par la réalisation de diagnostics énergétiques, des usages et travaux au regard de la performance énergétique avec des propositions de solutions adaptées au site pour améliorer sa performance énergétique.

Introduction .....	3
1 Centre hospitalier Intercommunal Robert Ballanger .....	7
1.1 Présentation et description du site .....	7
1.1.1 Présentation.....	7
1.1.2 Orientation des bâtiments.....	11
1.1.3 Déperdition des bâtiments et apports énergétiques.....	12
1.1.4 Les énergies utilisées .....	24
1.1.5 Installations thermiques.....	25
1.1.6 Eclairages .....	30
1.1.7 Process.....	30
1.1.8 Gestion technique du bâtiment (GTB).....	31
1.2 Données manquantes ou extrapolées.....	32
1.3 Bilan des consommations.....	32
1.3.1 Consommations électriques .....	32
1.3.2 Consommations de gaz.....	36
1.3.3 Consommation d'eau.....	42
1.3.4 Emissions de gaz a effet de serre .....	43
1.3.5 Consommations d'énergie primaire.....	43
1.3.6 Impact budgétaire .....	44
1.3.7 Répartition des consommations par usage .....	45
1.3.8 Enregistrements des températures .....	47
1.4 Analyse des performances énergétiques .....	49
1.4.1 Bonnes pratiques déjà existantes.....	49
1.4.2 Dysfonctionnements et observations diverses .....	50
1.4.3 Pistes de progrès.....	51
2 Clinique du Landy.....	69
2.1 Présentation du site et description du site.....	69
2.1.1 Présentation.....	69
2.1.2 Orientation des bâtiments.....	72
2.1.3 État des édifices .....	73
2.1.4 Déperditions et apports internes des bâtiments.....	73
2.1.5 Les énergies utilisées .....	79
2.1.6 Installations thermiques.....	79
2.1.7 Eclairages .....	83
2.1.8 Process.....	84
2.1.9 Gestion technique.....	84
2.2 Données manquantes ou extrapolées.....	84
2.3 Bilan des consommations.....	85
2.3.1 Consommations électriques .....	85
2.3.2 Consommations de gaz.....	87
2.3.3 Consommations d'eau.....	87
2.3.4 Emissions de gaz à effet de serre .....	88
2.3.5 Consommations d'énergie primaire.....	89

2.3.6	Impact budgétaire de l'énergie et de l'eau .....	90
2.3.7	Répartition des consommations par usage .....	90
2.4	Analyse des performances énergétiques .....	93
2.4.1	Bonnes pratiques déjà existantes.....	93
2.4.2	Dysfonctionnements et Observations diverses .....	93
2.4.3	Pistes de progrès.....	96
3	Annexes .....	110
3.1	Plan masse site .....	111
3.2	Caractéristiques des bâtiments .....	114
3.3	Activité par bâtiments .....	115
3.4	Logiciel de simulation interne IOSIS conseil .....	120
3.5	Répartition des locaux par type de surface .....	124
3.6	Les surfaces de la clinique du Landy .....	125
1.	<b>Remerciements</b> .....	129

# Centre hospitalier Intercommunal Robert Ballanger

---

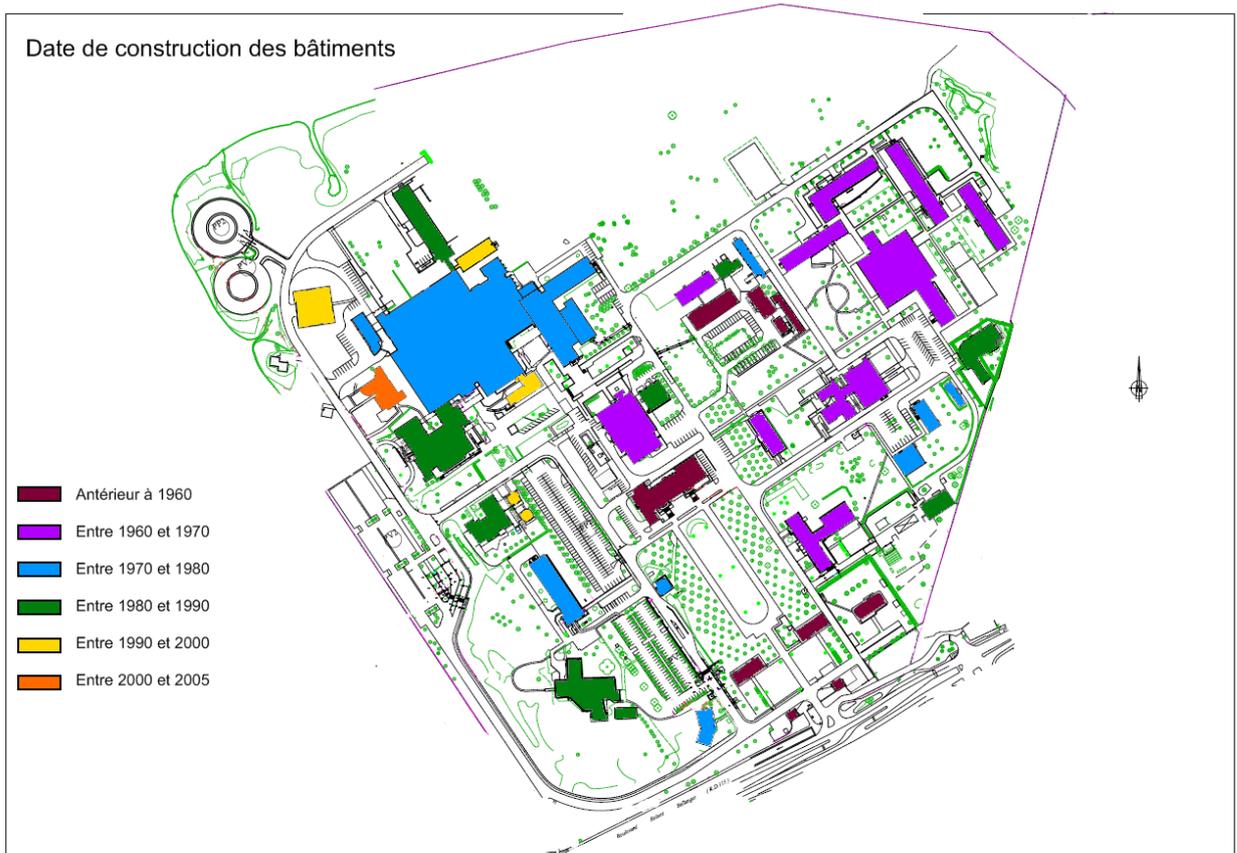
## 1.1 Présentation et description du site

### 1.1.1 Présentation

Le Centre Hospitalier Intercommunal Robert Ballanger a été créé en 1933 à l'initiative des cinq communes qui composent encore aujourd'hui son intercommunalité : Aulnay-sous-Bois, Le Blanc-Mesnil, Tremblay-en-France, Sevrans, Villepinte. Il est en activité depuis le 1er décembre 1955.

Etablissement public de proximité à vocation généraliste, le CHI Robert Ballanger regroupe sur un même site (36 hectares arborés) ses principales activités organisées en plusieurs secteurs autour d'un bâtiment principal dit 'plateau technique' relié à 5 bâtiments satellites comprenant des activités médecine, chirurgie, femme-enfant... pour une capacité totale d'environ 640 lits et places installés.

Le patrimoine immobilier de l'établissement est constitué de nombreux bâtiments de tailles et de typologies variées dont les années de construction sont échelonnées de 1939 à 2001.



L'ensemble de ces bâtiments représente une surface totale hors œuvre nette d'environ 89 100m<sup>2</sup>.  
Les caractéristiques des différents bâtiments sont détaillées en annexe.

Le patrimoine immobilier du site est composé de :

- 18 bâtiments liés aux services de santé (consultations, hospitalisation, bloc opératoire...)
- 13 bâtiments tertiaires et logistiques/techniques
- 5 bâtiments de logements collectifs et 2 maisons individuelles

Répartis en différents secteurs :

- plateau technique
- psychiatrie
- consultations (éclatées sur l'ensemble du site)
- MPR/SSR
- psychiatrie
- formation

Le site comporte également une blanchisserie qui assure intégralement le traitement du linge (lavage – repassage), y compris les petits travaux de couture associés.

La cuisine centrale n'a qu'une fonction de mise en plateau et distribution des repas (en chariots roulants chauffés et/ou réfrigérés).

Le schéma ci-après permet visualiser les activités principales de chaque bâtiment du site :



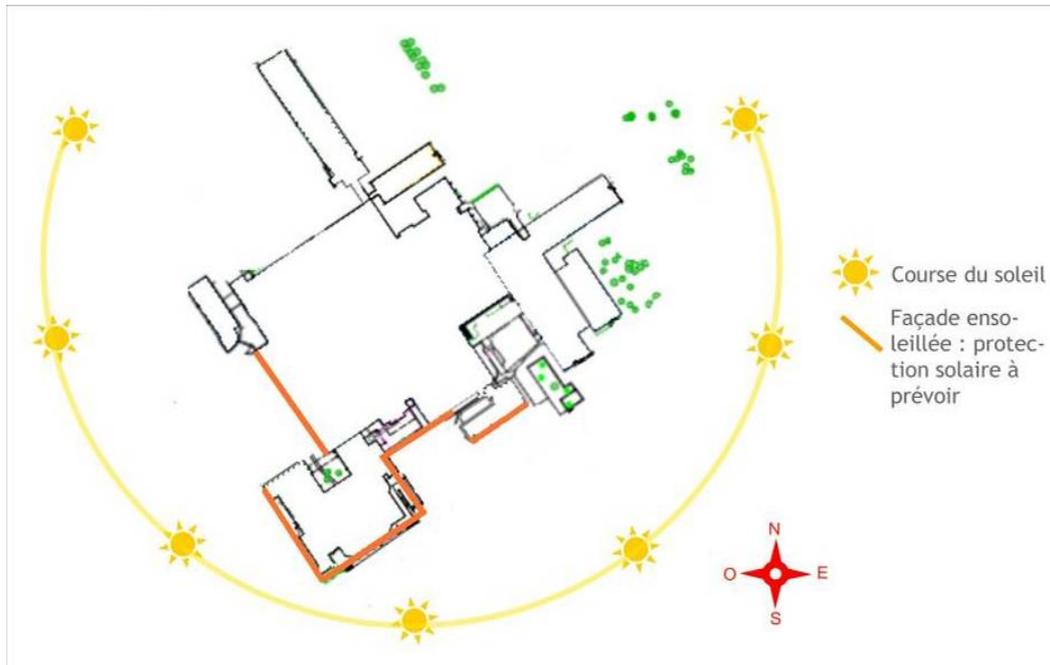
Le détail des activités par bâtiment est précisé en annexe.

Fiche descriptive		
DONNEES GENERALES		
● Effectif du personnel	2 140	personnes
HOSPITALISATION		
● Pole médecine	41 011	journées
	130	lits
● Pole chirurgie	31 552	journées
	116	lits
● Pole Femme-enfant	32 090	journées
	127	lits
● Pole MPR	7 579	journées
	25	lits
● Psychiatrie adulte	63 750	journées
	185	lits
<b>TOTAL</b>	<b>185 647</b>	<b>journées</b>

PLATEAU TECHNIQUE		
• Urgences		
Médecine	70 948	passages
Gynéco-obstétricales	4 913	passages
• Soins critiques		
Réanimation et soins intensifs	14	lits
Néonatalogie	13	lits
• Imagerie		
Salle conventionnelle sous rayons X	6	salles
Salle spécialisée (scanner , IRM)	2	équipement
Autres salles d'imagerie	4	salles
• Médecine nucléaire	-	gamma caméra
• Petscan	-	machine
• Radiothérapie	-	accélérateur
• Bloc opératoire	13	salles
	7 349	Interventions
	546	Endoscopie sous anesthésie générale
• Bloc obstétrical	7	salles
	2 256	accouchements
• Consultation et explorations fonctionnelles	188 708	consultations
• Anesthésie réanimation	8 429	séjours
• Hôpital de jour		
Médecine	6 935	séjours
Femme-enfant	3 436	séjours
Chirurgie	854	séjours
• Dialyse	-	séjours
LOGISTIQUE MEDICO-TECHNIQUE		
• Laboratoires	1 041 298	analyses
• Stérilisation	oui	
• Pharmacie	oui	
• Morgue	oui	
• Blanchisserie	oui	
LOGISTIQUE		
• Restauration patients	354 125	repas /an
• Restauration personnel	NC	repas /an
• Archives vivantes	oui	
LOGISTIQUE ADMINISTRATIVE		
• Bureaux de médecins	oui	
• Tertiaire administratif	oui	
• Services techniques et atelier biomédical	oui	

### 1.1.2 Orientation des bâtiments

Seuls le plateau technique et ses bâtiments satellites ont été étudiés car ils regroupent les principales activités du site.



Ce schéma permet de voir les façades exposées aux heures les plus chaudes de l'année et qui nécessitent par conséquent des protections solaires.

Le bâtiment Mère-Enfant (n°5) est particulièrement concerné. Des stores extérieurs en toile sont déjà présents, permettant de limiter les apports solaires estivaux.



### 1.1.3 Déperdition des bâtiments et apports énergétiques

Les déperditions du site, ainsi que les apports ont été simulées à l'aide d'un logiciel développé en interne par IOSIS Conseil. Le principe de l'outil, ainsi que les paramètres pris en compte sont précisés en annexe.

#### 1.1.3.1 Déperditions des bâtiments

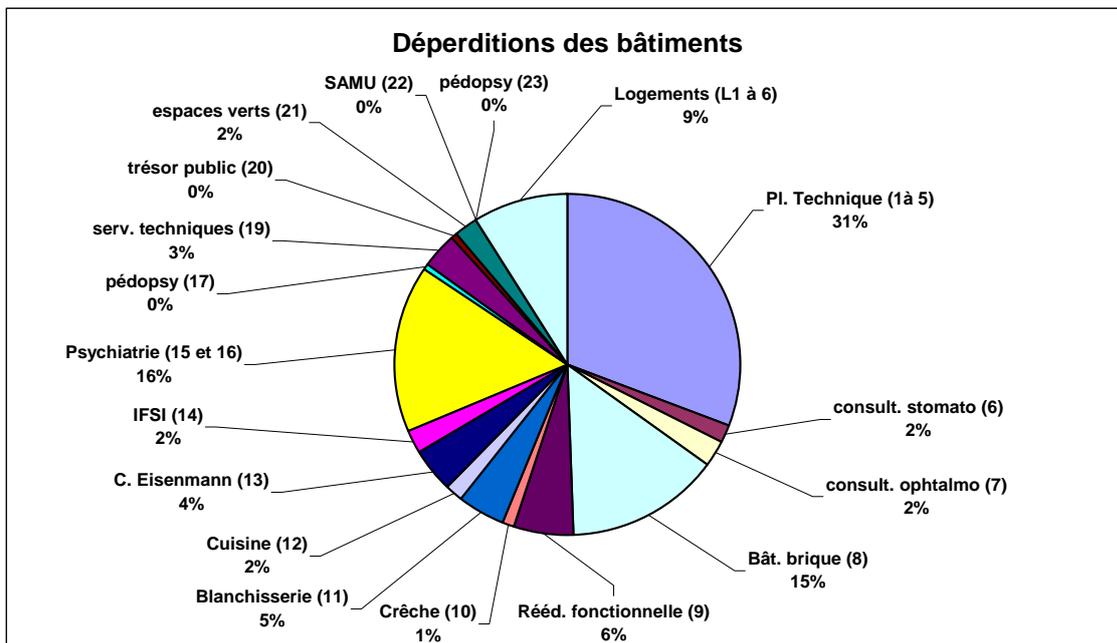
Les déperditions des parois des bâtiments ont été calculées lors d'une étude réalisée par la société SOCOTEC en 1992 sur l'ensemble du site. Ces valeurs restent actuellement valables pour la plupart des bâtiments.

Il ressort de l'étude SOCOTEC les éléments suivants :

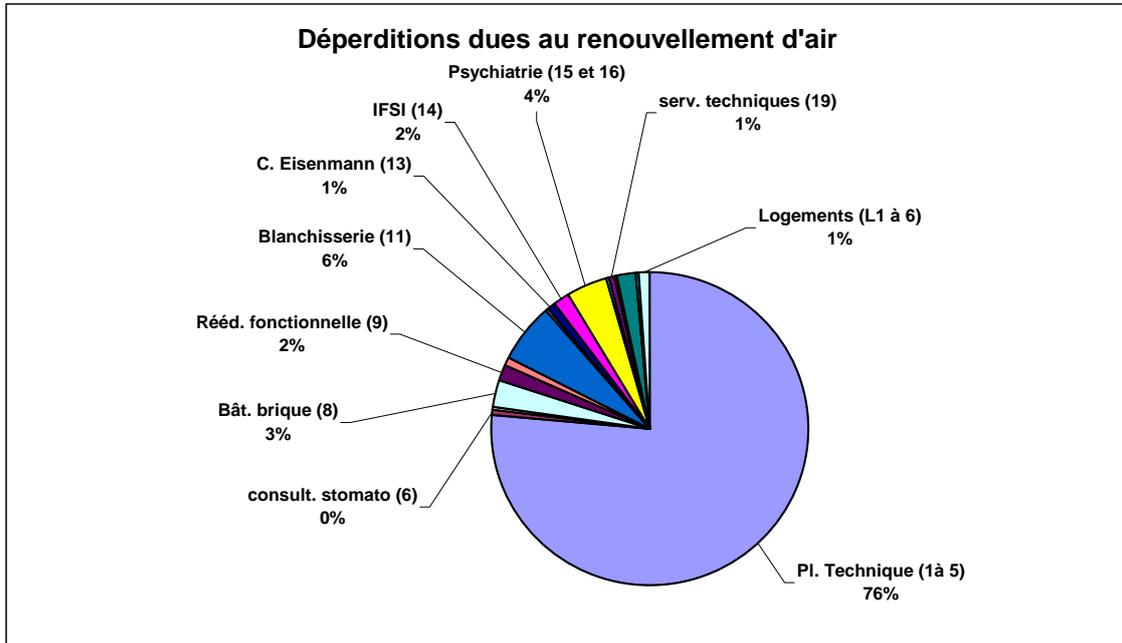
- Volume chauffé : 218 030 m<sup>3</sup>
- Déperditions thermiques moyennes : 0,72 W / m<sup>3</sup>. K (Cette valeur ne prend pas en compte la dégradation des bâtiments.)

Toutefois le coefficient de déperdition thermique qui en découle semble particulièrement faible au vu de l'état de certains bâtiments, comme ceux du service technique ou certains bâtiments de consultations.

Une simulation de l'ensemble des bâtiments, a été réalisée à l'aide de l'outil IOSIS Conseil pour obtenir une répartition des consommations la plus proche possible de la réalité. Tous les bâtiments ont été étudiés pour avoir une image la plus fidèle possible de l'ensemble du site.



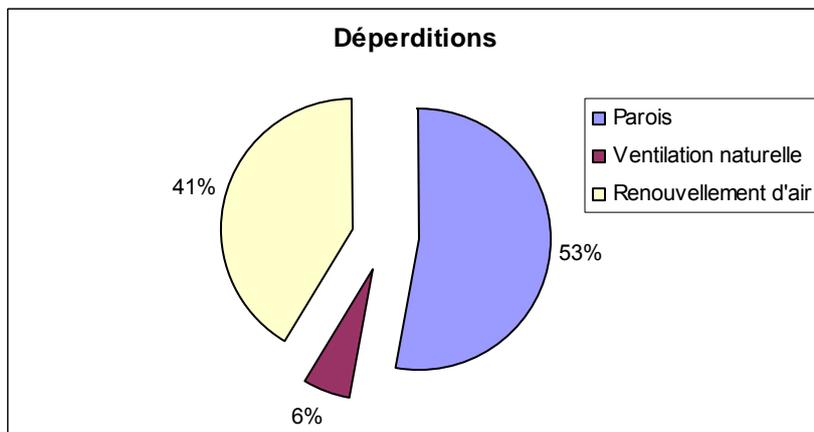
Déperditions liées aux parois par bâtiments



Déperditions liées au renouvellement d'air

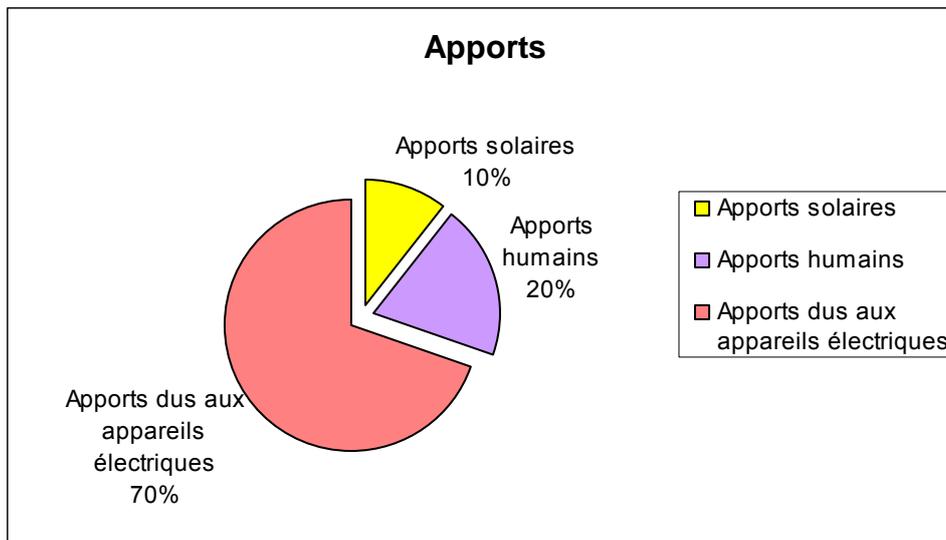
Les déperditions thermiques dues au renouvellement d'air ont été évaluées à partir de données connues et d'estimation concernant les débits d'air neuf des installations de traitement d'air.

Au global, la répartition des déperditions pour l'ensemble du patrimoine est la suivante :



#### 1.1.3.2 Apports gratuits

Tous les bâtiments du site ont été pris en compte pour la simulation des apports gratuits.

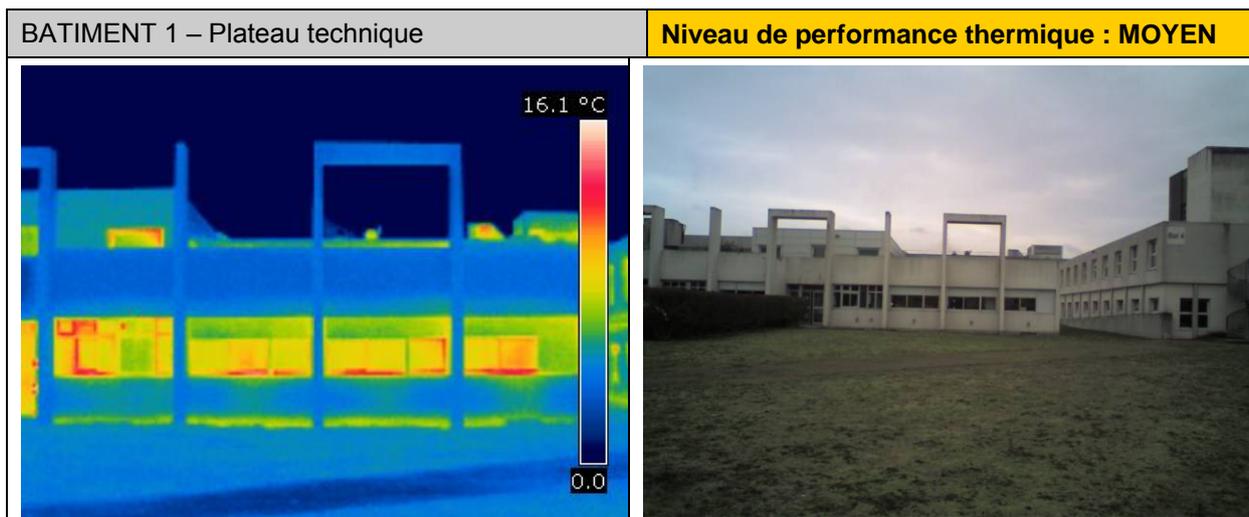


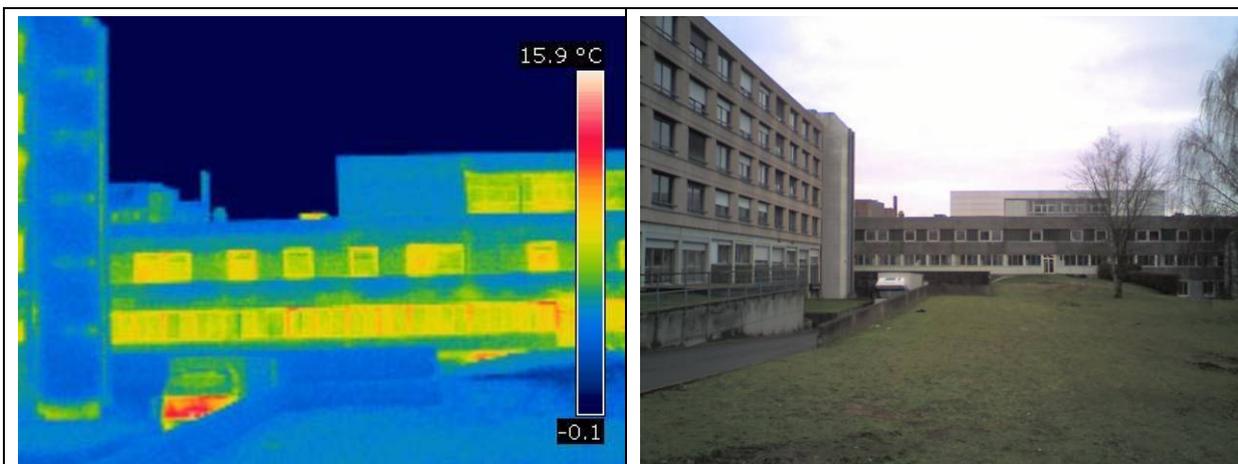
Il est constaté que l'appareillage électrique représente la majorité des apports internes.

### 1.1.3.3 Thermographie des bâtiments

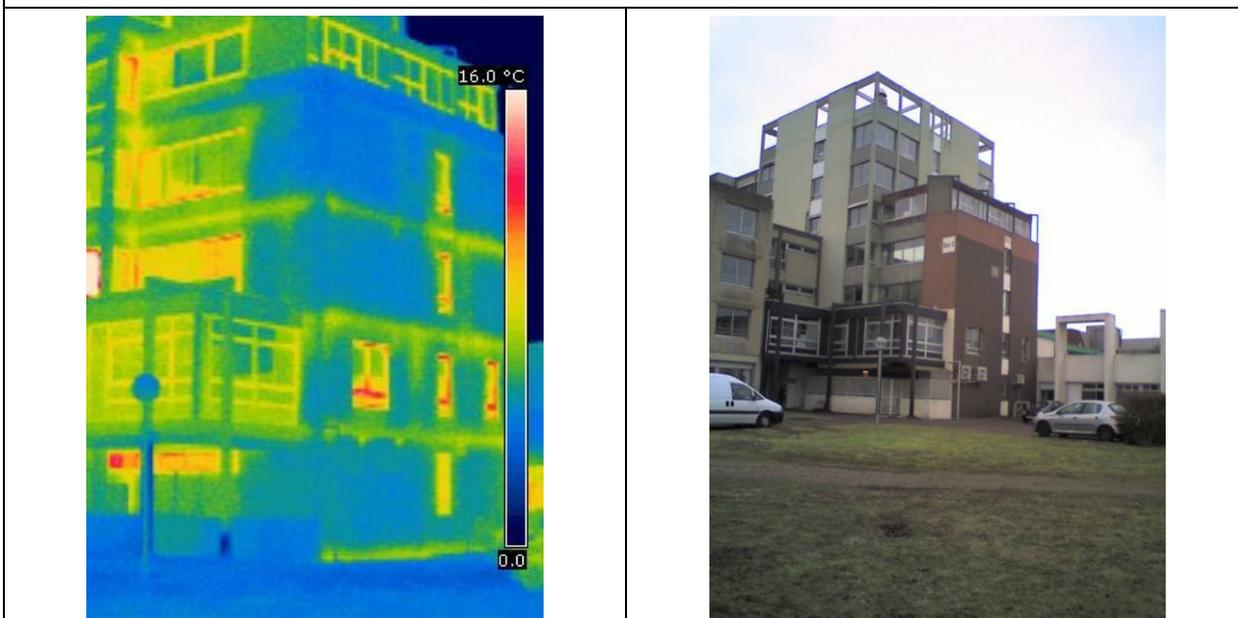
La thermographie infrarouge est une technologie permettant de détecter les déperditions thermiques. Des prises de vue en infrarouge ont donc été réalisées sur les principaux bâtiments pour caractériser leurs niveaux d'isolation. Les prises de vue ont été effectuées par une température extérieure de 5°C. L'échelle de température visualisée est la même pour toutes les prises de vues.

Les prises de vue ont été uniquement réalisées sur les bâtiments non impactés par le schéma directeur immobilier lancé par l'établissement, les activités de bâtiments non étudiés étant transférées dans le cadre d'un projet neuf comprenant la démolition de ces bâtiments.





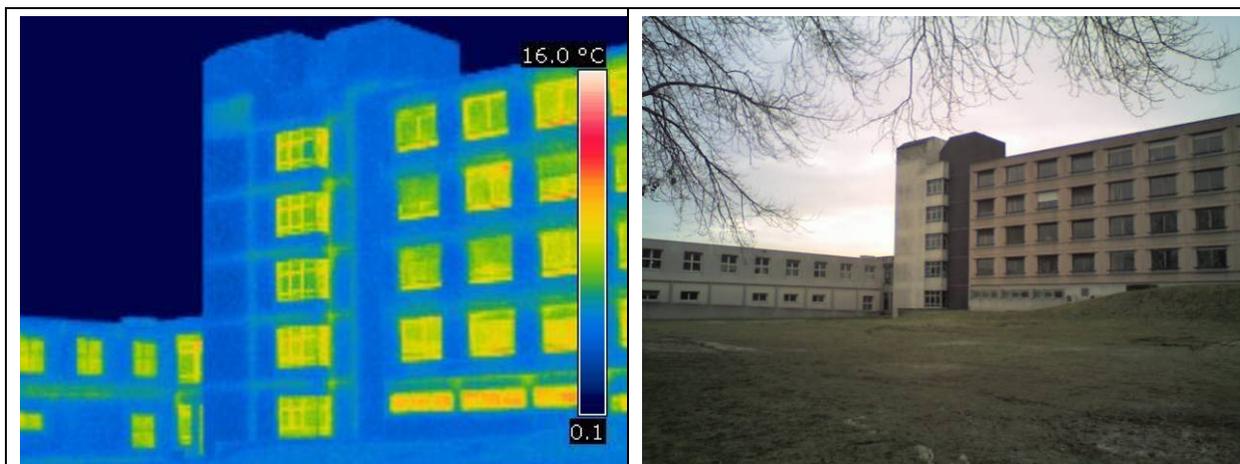
Pour ce bâtiment construit en 1975, les déperditions ont principalement lieu au niveau des fenêtres (vitrages et menuiseries) avec une température du bâti très proche de la température extérieure (5°C)



La partie chambre mortuaire est particulièrement déperditive. Même si l'isolation mise en place a permis de réduire les déperditions par les parois, les menuiseries restent très déperditives et des ponts thermiques importants subsistent.

BATIMENT 2 – Pavillon de médecine

**Niveau de performance thermique : BON**

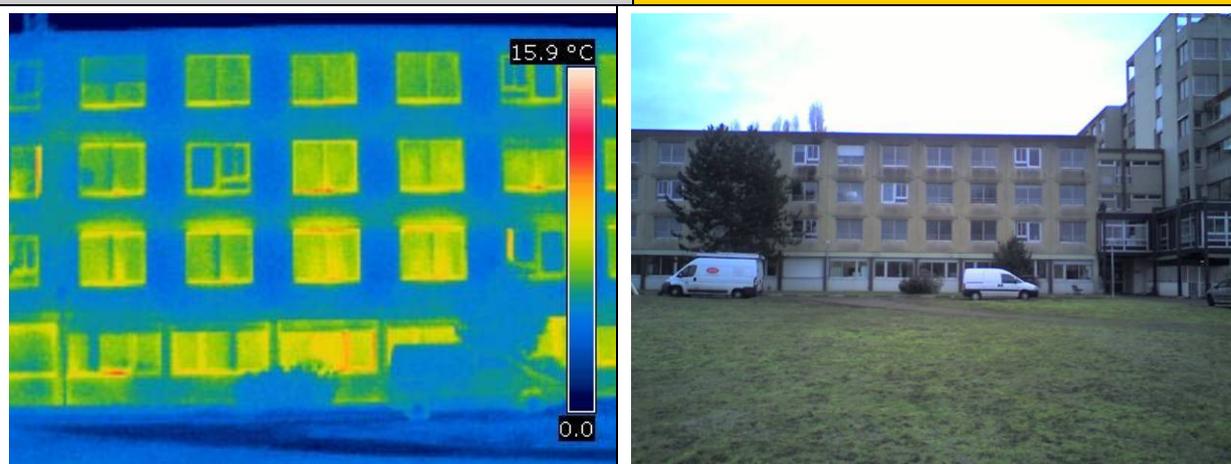


Le bâti de ce bâtiment, construit en 1983, n'est pas particulièrement déperditif. Les déperditions ont principalement lieu au niveau des fenêtres (vitrages et menuiseries).

Des ponts thermiques au niveau de l'escalier peuvent également être constatés.

BATIMENT 3 – Pavillon chirurgie/réanimation

Niveau de performance thermique : MOYEN

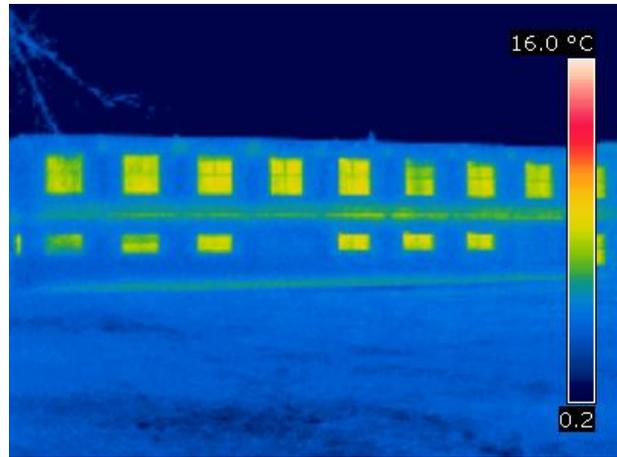


Actuellement, le premier étage de ce bâtiment construit en 1978, est en rénovation et les deux derniers étages l'ont été récemment. L'isolation des parois est correcte, les déperditions proviennent principalement des menuiseries.

Il est également intéressant de constater que les ouvrants « pompiers » qui ont été remplacés sont nettement moins déperditifs que les autres, tant au niveau du vitrage que des menuiseries.

BATIMENT 4 – Consultation de pneumologie

Niveau de performance thermique : **BON**

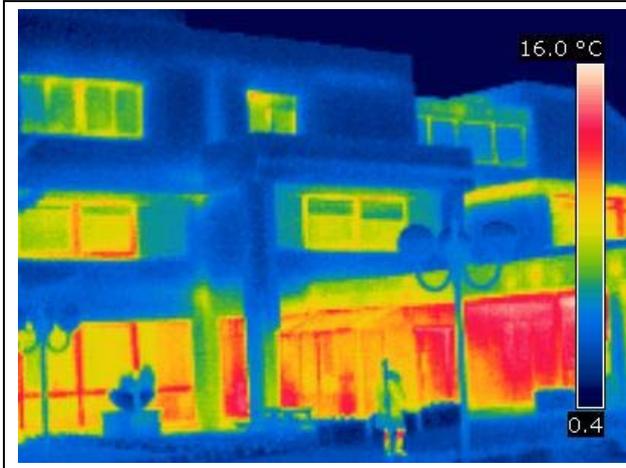


Globalement, l'isolation de ce bâtiment construit en 1996 est bonne. Seuls les vitrages sont un peu moins performants.

BATIMENT 5 – Bâtiment mère-enfant

Niveau de performance thermique **MOYEN**



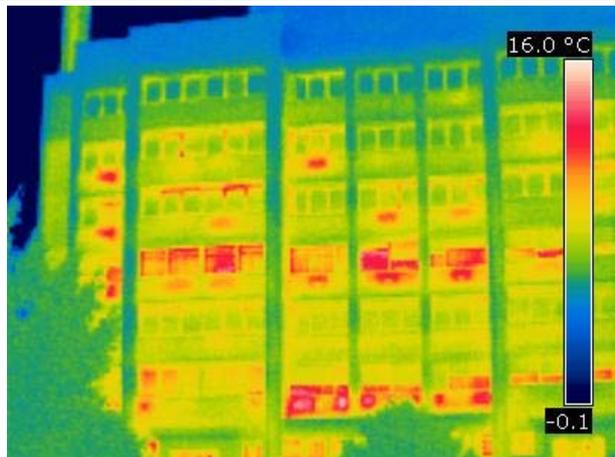
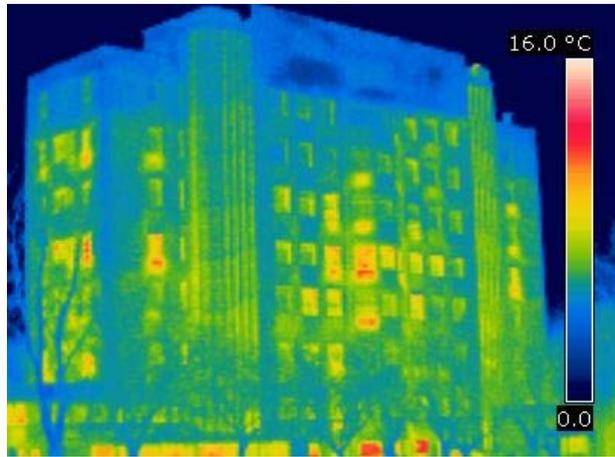


La façade de ce bâtiment construit en 1985 présente de nombreux ponts thermiques.

Les éléments les plus déperditifs de ce bâtiment sont les entrées ainsi que les menuiseries en métal des fenêtres.

BATIMENT 8 – Bâtiment rouge ou brique

Niveau de performance thermique : VETUSTE



A partir des prises de vue réalisées, plusieurs constatations peuvent être faites sur ce bâtiment rénové en 1950 :

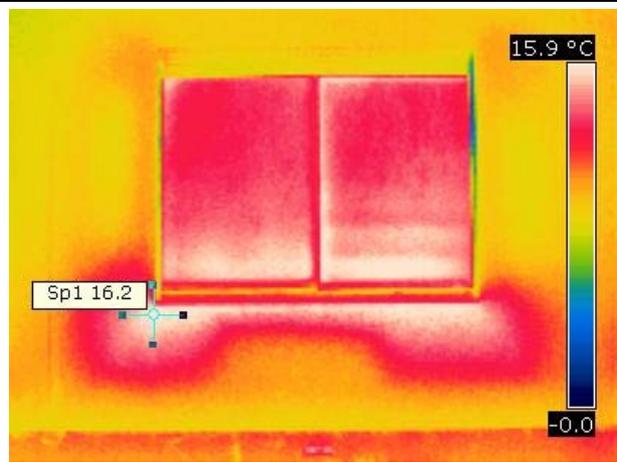
- Les déperditions sont globalement très importantes
- Les fenêtres du 3ème étage, qui ont été changées (métalliques), sont nettement moins performantes que les plus anciennes (bois)
- Les derniers étages sont peu chauffés.

On peut également visualiser la présence des différents radiateurs derrière les parois du bâtiment, ce qui laisse présager des importantes déperditions des parois.

Ce bâtiment abrite quelques consultations (alcoolologie...) et les archives médicales.

BATIMENT 9 – Services techniques

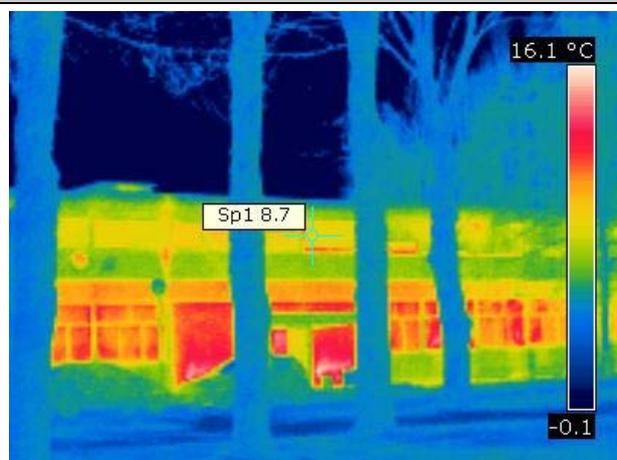
Niveau de performance thermique VETUSTE



Ce bâtiment datant de 1974 est l'un des plus déperditifs du site. De plus, au niveau des fenêtres, on peut constater des exfiltrations d'air chaud qui sont à l'origine de pertes importantes pour le chauffage.

BATIMENT 13 – Centre de formation

Niveau de performance thermique :  
**VETUSTE**

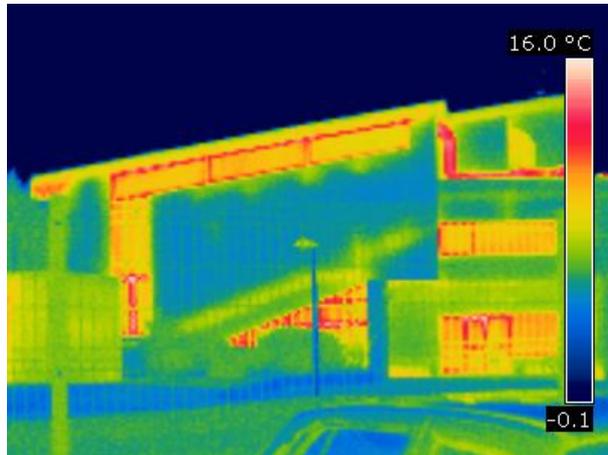


Ce bâtiment rénové en 1993 semble particulièrement vétuste tant au niveau des parois que des vitrages.

Les parties en briques sont les moins déperditives.

BATIMENT 14 - IFSI

Niveau de performance thermique : **MOYEN**



Les déperditions du bâtiment IFSI construit en 1980 sont principalement liées aux vitrages ainsi qu'à certains ponts thermiques. Globalement, ses performances sont moyennes.

Les performances de l'extension en préfabriqué sont particulièrement mauvaises (la température moyenne des parois est de 8°C pour une température extérieure de 4°C)

BATIMENT 15 – Secteur de psychiatrie

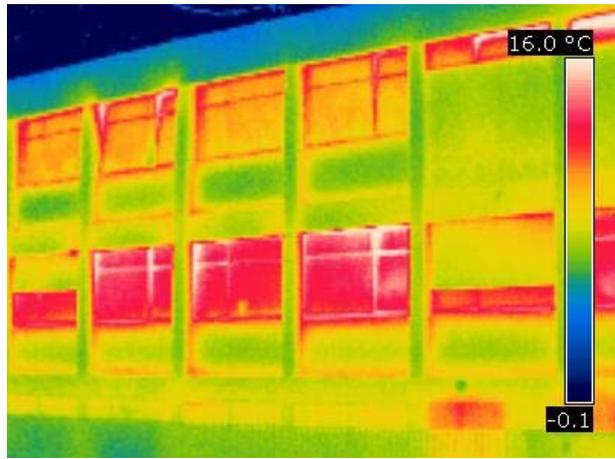
Niveau de performance thermique : **VETUSTE**



Ce bâtiment, construit en 1965, est particulièrement déperditif, notamment au niveau des menuiseries et de la toiture. De plus, il a été constaté que beaucoup de fenêtres étaient ouvertes malgré les 5°C extérieurs, le niveau de chauffage étant peut être trop élevé pour ce type de bâtiment.

BATIMENT 16 A – Hospitalisation de psychiatrie

Niveau de performance thermique : **VETUSTE**



Malgré sa réhabilitation en 2004, ce bâtiment est particulièrement déperditif au niveau des menuiseries, des vitrages et des encadrements de fenêtres.

BATIMENT 16 C – Hospitalisation de psychiatrie

**Niveau de performance thermique : MOYEN**

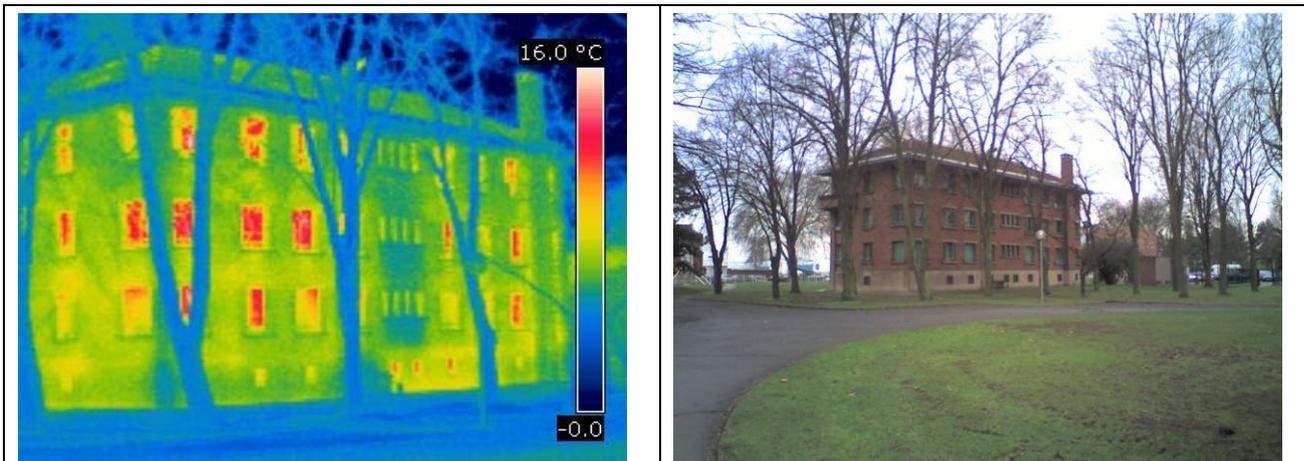


Ce bâtiment, réhabilité en 2007, est le moins déperditif des bâtiments de psychiatrie. La température de parois extérieures est légèrement supérieure à la température ambiante.

De plus, on constate quelques déperditions non négligeables au niveau de la dalle de plancher.

LOGEMENT L1 ET L2

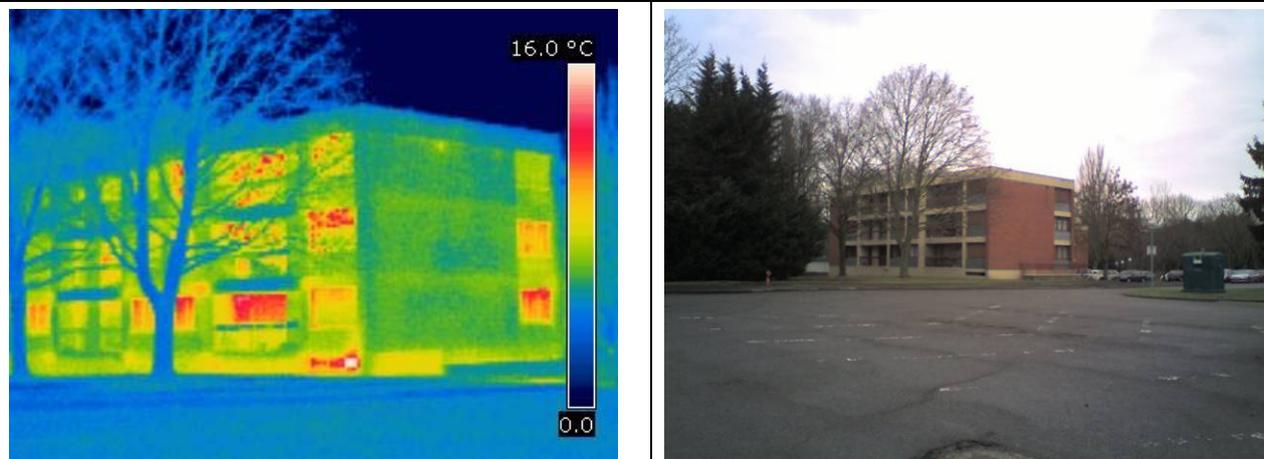
**Niveau de performance thermique : VETUSTE**



Pour ces bâtiments rénovés en 1999 et 2003, des déperditions extrêmement importantes sont constatées au niveau des vitrages. A partir de ces photos, on peut également constater que des volets fermés permettent de réduire nettement les pertes de chaleur. La toiture semble plutôt performante (température de surface légèrement supérieure à la température extérieure).

LOGEMENTS L4 ET L5

Niveau de performance thermique : **VETUSTE**



Les vitrages et menuiseries de ces bâtiments construits en 1970 ont des coefficients de transmission thermique très élevés.

On peut également constater la présence de ponts thermiques importants entre les différents étages.

Mis à part quelques bâtiments, la performance thermique du patrimoine du CHI Robert Ballanger peut être caractérisée comme mauvaise.

## 1.1.4 Les énergies utilisées

### 1.1.4.1 Electricité

Les installations du site sont alimentées depuis le réseau ERDF HTA 20 kV. Le tarif souscrit est de type vert A5 très longues utilisations EJP (puissance souscrite au 1<sup>er</sup> janvier 2009 : 1500 kW) avec un contrat historique. Il n'existe qu'un seul comptage général situé au niveau du poste de livraison.

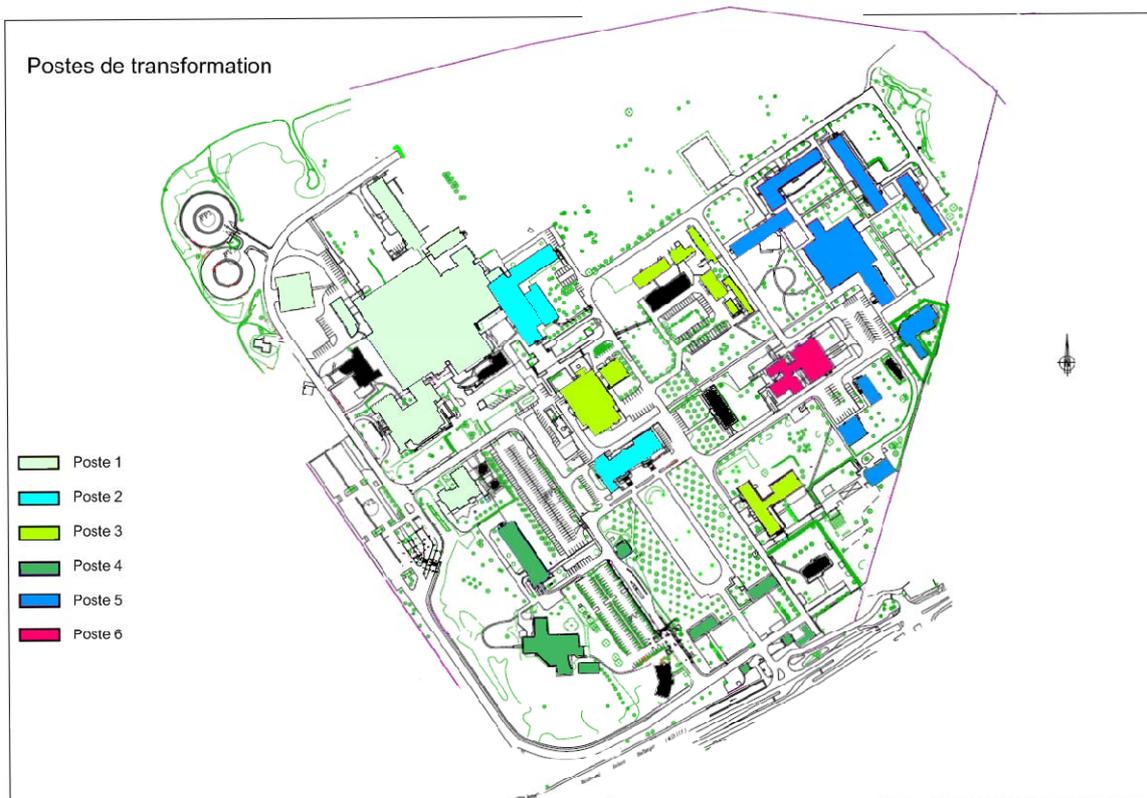
Le poste de livraison est alimenté par 2 câbles EDF HT de 20KV.

Un groupe électrogène de 2 000KVA situé à proximité assure le secours électrique de la boucle HT qui dessert 6 postes de transformation :

- Plateau technique - poste 1
- USN chirurgie - poste 2
- Service généraux - poste 3
- SCIC - poste 4
- Centre social de psychiatrie - poste 5
- Cuisine - poste 6

Le groupe de secours est également utilisé au titre du contrat de fourniture EDF de type EJP (alimentation totale du site durant les 22 jours annuels de Pointe Mobile). Le contrat de l'établissement arrivait à échéance en juin 2010.

Le poste 1 est secouru (en second secours) par 2 groupes électrogènes de 1000KVA chacun. Le poste 2 est secouru (en second secours) par 1 groupe électrogène de 150KVA.



### 1.1.4.2 Gaz

Le poste de livraison en gaz se situe non loin de l'entrée principale de l'établissement. Le réseau dessert non seulement la chaufferie mais aussi la blanchisserie (un tunnel de finition chauffé directement au gaz), ainsi que quelques bâtiments comme les laboratoires ou les logements.

Le réseau de gaz qui alimentait la cuisine a été coupé.

### 1.1.4.3 Réseau de chaleur

Le site est alimenté par le réseau de chauffage urbain SOCCRAM. L'alimentation se fait en eau surchauffée.

Le contrat est souscrit pour une puissance maximale délivrée de 15 MW.

## 1.1.5 Installations thermiques

### 1.1.5.1 Production et distribution de chaleur

Les principaux équipements de production de chaleur sont implantés dans les bâtiments suivants :

BATIMENT	EQUIPEMENT	USAGE
Cogénération	Centrale de cogénération (2 moteurs gaz) d'une puissance de : 2*1352 kW électriques 2*1623 kW thermiques	Production d'électricité revendue intégralement sur le réseau EDF. Chaleur produite injectée dans le réseau de chauffage.
Chaufferie	Poste de livraison sur réseau de chaleur SOCCRAM (eau surchauffée), contrat de 15 MW : cinq échangeurs d'une puissance unitaire de 3MW	Chauffage de tous les bâtiments, en appoint de la cogénération.

La distribution d'eau chaude (primaire) s'effectue selon cinq réseaux distincts à la sortie de la chaufferie :

- Un réseau alimentant la zone du plateau technique (zone 1)
- Un réseau alimentant la zone crèche et école d'infirmière (zone 2)
- Un réseau de vapeur alimentant la blanchisserie (zone 3)
- Un réseau alimentant le bâtiment rouge et les logements (zone 4)
- Un réseau alimentant les services technique, la psychiatrie... (zone 5)

Il existe 34 sous-stations différentes.

Quelques bâtiments de taille négligeable sont chauffés par des convecteurs électriques (ancienne porterie, préfabriqué IFSI).



### 1.1.5.2 Production et distribution de froid



La production d'eau glacée est principalement présente sur deux points : le pôle Mère – Enfants et le plateau technique. Cependant, l'objectif à court terme serait de mailler le réseau d'eau glacée pour augmenter la sécurité d'alimentation des bâtiments concernés (hors cuisine).

La liste des groupes frigorifiques et autres grosses installations liées à la production de froid est détaillée ci-après :

bâtiment	n°	localisation	zone desservie	type équipement	fluide	puissances	année	marque
plateau technique	1	sous sol		groupe de froid	R407C	400 kW	1999	Carrier
plateau technique	1	sous sol		groupe de froid	R22	500 kW	1994	Carrier
plateau technique	1	sous sol	onduleur	détente directe	R407C	38 kW au total	2008	Airwell
plateau technique	1	sous sol	TGBT	détente directe	R410A	60 kW au total	2008	Daikin
plateau technique	1	terrasse		groupe froid monobloc	R410A	500 kW	2009	York
plateau technique	1	terrasse	IRM	groupe froid monobloc	R410A	106 kW	2009	York
plateau technique	1	terrasse	groupes froids du sous-sol	dry cooler		?	?	?
plateau technique	1	?	Scanner	groupe froid	?	40 kW	?	?
plateau technique	1	?	laboratoires	environ 15 split	?	?		Divers
médecine	2	?	pharmacie	2 centrales a détente directe	?	5 kW au total	?	Toshiba
médecine	2	?	laboratoires	environ 8 split	?	?		Divers
mère enfant	5	terrasse	bloc mater et néonatalogie	groupe froid monobloc	R410A	250 kW	2009	York
cuisine	12	en façade	cuisine	2 détente directe	?	10 kW au total		York
<b>TOTAL</b>				<b>55 équipements</b>		<b>1 910 kW</b>		

Il existe par ailleurs plusieurs installations de production de froid en détente directe (split) : pharmacie, laboratoires, cuisine, locaux techniques électriques (onduleurs, postes de transformation).

Un **groupe au R22** encore en fonctionnement subsiste, uniquement en secours pour le réseau plateau technique. Compte tenu de l'importante augmentation du prix du kg de R22 prévue pour 2010, un rétrofit est prévu.

Il n'y a plus aucune tour aéroréfrigérante sur le site.

### 1.1.5.3 Ventilation

Les centrales de traitement d'air sont principalement installées au niveau du bâtiment plateau technique et du bâtiment mère-enfant.

La liste et les caractéristiques principales de celles-ci sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

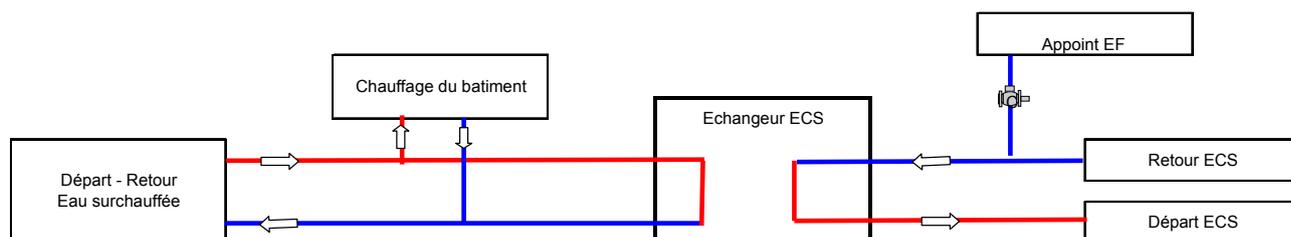
Locaux concernés	Type fonctionnement	Batteries	soufflage m3/h	extraction m3/h	horaire Marche	consigne Ambiance
<b>Local technique Terrasse Mère-Enfants</b>						
Néonatal	double flux avec recyclage	BC+BF			permanent	
Biberonnerie					-	-
Pédiatrie	double flux	BC+BF (change-over)			permanent	
Maternité (niv.2)		BC+BF (change-over)			permanent	
<b>Local technique 1er S/S Mère-Enfants</b>						
Blocs IVG (2 CTA)					permanent	
<b>Local technique S/S Plateau technique</b>						
IRM	double flux avec recyclage	BC+BF			permanent	
<b>Local technique CTA NORD (S/Sol Plateau Technique)</b>						
Plenum air neuf avec batterie préchauffage sur récupération air repris					-	
Plenum air repris avec batterie de récupération					-	
CAC (urg. Pédiatrie)	simple flux				permanent	
Urgences		BC+BF	9000		permanent	
Direction					-	-
Archives					-	-
<b>Local technique CTA SUD (S/Sol Plateau Technique)</b>						
Plenum air neuf avec batterie préchauffage sur récupération air repris					-	
Plenum air repris avec batterie de récupération					-	
Circulations S/S		Préch. +BC + BF			6h à 17h	20°C
Circulations RDC						
Consultations S/S						
Consultations RDC					permanent	23°C
RADIO 1						
RADIO 2						
Stérilisation	tout air neuf	Préch. +BC + BF	17000	10368	6h à 17h	
Restaurant					6h à 17h	
Hall					6h à 17h	
Scanner	double flux avec recyclage					
<b>Local technique CTA Mineures (Terrasse Plateau Technique)</b>						
Plenum air neuf avec batterie préchauffage sur récupération air repris					-	
Plenum air repris avec batterie de récupération					-	
Salle 1	flux laminaire		2860	2765	permanent	
Salle 2	flux laminaire		2920	2944	permanent	
Bloc Mère-Enfants			4517	4873	permanent	
Travail (AN3)			5831	6350	permanent	

Locaux concernés	Type fonctionnement	Batteries	soufflage m3/h	extraction m3/h	horaire Marche	consigne Ambiance
<b>Local technique CTA Majeures (Terrasse Plateau Technique)</b>						
Plenum air neuf avec batterie préchauffage sur récupération air repris					-	
Plenum air repris avec batterie de récupération					-	
Salle 1	double flux		4390		permanent	
Salle 2	double flux		7189		permanent	
Salle 3			3305	3456	permanent	
Salle 4			3604	2981	permanent	
Salle 5 à 9					permanent	
Arsenal orthopédique	double flux avec recyclage		4783		permanent	
Arsenal polyvalent	double flux avec recyclage		2538		permanent	
Circulation 1	double flux avec recyclage		2851		permanent	
Circulation 2	double flux avec recyclage		3600		permanent	
Transfert	double flux avec recyclage		5867		permanent	
Zone hyperaseptique			1672		permanent	
Réveil	double flux avec recyclage		18442		permanent	
Couloir sale					permanent	
<b>Blanchisserie</b>						
CTA1	double flux avec caloduc					
CTA2	double flux avec caloduc					
CTA3	double flux avec caloduc					
CTA4	double flux avec recyclage					
<b>Local technique IFSI</b>						
CTA	simple flux	chaudes uniquement			permanent	
<b>Local technique plateau tech</b>						
ATA angiographie			30000			

Il n'y a plus aucun humidificateur d'air en fonctionnement sur le site. Les humidificateurs sont des équipements très énergivores en action sur les CTA.

#### 1.1.5.4 Eau chaude sanitaire

POUR CHAQUE SOUS STATION



Au niveau de chaque sous-station thermique, un échangeur à plaques permet la production instantanée de l'eau chaude sanitaire (tous les ballons préexistants ont été supprimés). La distribution s'effectue par boucle sans bras mort, le retour de boucle se faisant à travers l'échangeur. Chaque point de production dispose d'un comptage d'eau consommée (au niveau de l'adoucisseur).

#### 1.1.5.5 Gestion technique du bâtiment (GTB)

Un système de GTB est actuellement en place sur l'ensemble du site pour le chauffage/climatisation. Il est cependant très hétérogène et comporte des modules maintenant obsolètes pour lesquels la

maintenance est difficile à assurer. Les fonctions de régulation sont réalisées en local, le système de supervision n'assure que des fonctions de surveillance et de report de défaut.

Les régulateurs et modules de télésurveillance sont remplacés au coup par coup au fur et à mesure des rénovations de sous-stations.

Les régulations agissent :

- Sur les lois d'eau de départ des réseaux de chauffage par radiateurs, généralement réglés par façade, en fonction de la température extérieure (la régulation ne prend pas en compte les températures ambiantes obtenues ; les radiateurs ne sont pas équipés de robinets thermostatiques) ;
- Sur les vannes des batteries de chaud ou de froid des centrales de traitement d'air, éventuellement sur les volets de mélange air neuf / air recyclé, pour assurer la température des locaux climatisés.

Des relevés de température sont effectués manuellement au moins une fois par semaine depuis l'automne 2009 dans les différents locaux. Ces températures semblent conformes aux engagements du contrat et mais ne permettent pas de mesurer d'anomalies de température.

### 1.1.6 Eclairages

Les éclairages extérieurs ont été refaits en grande partie.

Les éclairages intérieurs sont de toutes les époques mais sont rénovés progressivement en basse consommation. Cependant, il n'existe pas de suivi précis de ces modifications.

Les informations fournies par l'établissement sont les suivantes :

- 70% des ballasts sont ferromagnétiques
- 30% des éclairages sont basse consommation
- Des détecteurs de présence ont été installés dans les sanitaires publics
- Les circuits sont subdivisés au maximum
- Il n'y a plus d'incandescence dans les chambres.

Lors des rénovations, les ballasts ferromagnétiques sont remplacés par des ballasts électroniques et les tubes installés sont des T5.

Actuellement, il n'existe aucun détecteur de luminosité mais une réflexion est actuellement en cours pour le sous sol. Cependant, ce projet est en phase étude et nécessite une décision directoriale.

### 1.1.7 Process

#### 1.1.7.1 Stérilisation

Le service de stérilisation est géré directement par le service biomédical.

Les équipements sont les suivants :

- Trois autoclaves
- Une cabine de lavage double
- Un tunnel de lavage pour les instruments

Tous ces équipements sont récents et donc relativement performants au niveau énergétique.

### 1.1.7.2 Blanchisserie

La blanchisserie est accolée à la chaufferie. La majorité des équipements sont alimentés par les deux chaudières vapeur situées dans la chaufferie. Les équipements de production de vapeur sont les suivants :

BATIMENT	EQUIPEMENT	USAGE
Chaufferie	2 Chaudières vapeur : production de 3.5 T/h unitaire	Vapeur blanchisserie, Secours chauffage bâtiments

Les chaudières vapeur sont maintenues à pression minimale la nuit, et mises à l'arrêt le week-end.

Les équipements les plus consommateurs sont les suivants :

- Séchoirs rotatifs avec une batterie vapeur
- Machine à laver avec une partie chaude sous forme de vapeur
- Tunnels de lavage

Les installations ont été complétées récemment par un séchoir directement alimenté en gaz.

Les équipements mis en place ne nécessitent pas une grosse puissance électrique et ne sont généralement utilisés qu'au cours de la semaine entre 8h et 16h.

### 1.1.7.3 Restauration

La restauration est sous traitée et les plats sont préparés à l'extérieur. Actuellement, la cuisine n'a donc plus qu'une utilité de relais : reconditionnement des plats, répartition entre les différents services...

Un projet important de rénovation de la cuisine est actuellement en cours. Les systèmes de production de froid vont être modifiés.

Des camions contenant les chariots de maintien au chaud ou au froid font la navette entre les différents bâtiments. Une fois les chariots répartis selon les services, ils sont branchés sur les bornes de réchauffage situées dans les offices correspondants. Ce système correspond au principe de la liaison froide.

### 1.1.7.4 Ascenseurs

Le nombre total des ascenseurs dans l'ensemble des bâtiments s'élève à 25. Certains ayant au moins 30 ans restent encore à rénover.

### 1.1.7.5 Espaces verts

Les locaux espaces verts sont importants à prendre en compte car les bâtiments associés sont particulièrement énergivores :

- le local 'Espace Verts', chauffé, est ouvert sur l'extérieur car il comprend une zone de stockage des machines.
- les serres sont assez anciennes et très déperditives : elles sont chauffées par des radiateurs directement reliés à la sous station.

### 1.1.8 Gestion technique

Un système de GTB est actuellement en place sur l'ensemble du site pour le chauffage/climatisation. Ce système est détaillé au 1.1.5.5 du présent document.

## 1.2 Données manquantes ou extrapolées

L'absence d'information technique sur les équipements lourds de l'établissement a conduit à réaliser une extrapolation de leur consommation à partir de retours d'expérience sur d'autres établissements.

Pour la partie étude du bâti, les coefficients de déperdition ont été estimés à partir de la date de construction du bâtiment et de son aspect général.

Les valeurs usuelles ont été prises en compte pour le renouvellement d'air des chambres.

## 1.3 Bilan des consommations

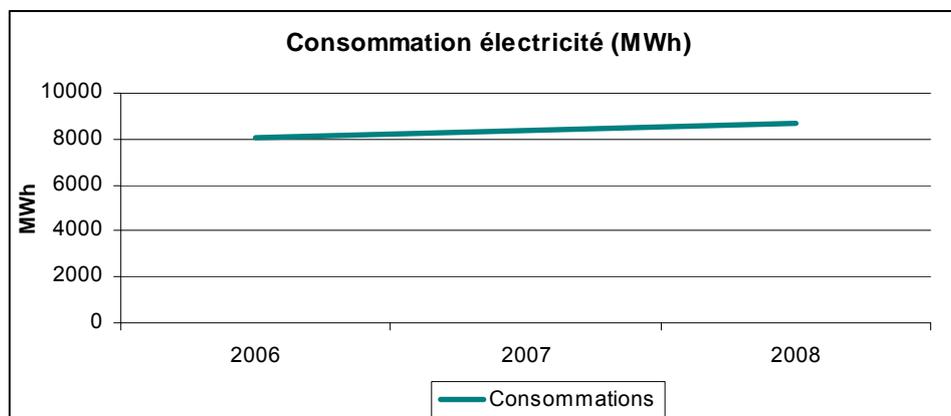
### 1.3.1 Consommations électriques

Les consommations électriques indiquées ci-après correspondent à la consommation totale des bâtiments du site. Le tarif souscrit est de type vert A5 Très longues utilisations EJP (puissance souscrite au 1<sup>er</sup> janvier 2009 : 1500 kW).

Le bilan des consommations d'électricité achetée sur le réseau EDF pour les 3 dernières années est le suivant :

Année	2006	2007	2008
Electricité (MWh)	8 057	8 361	8 644

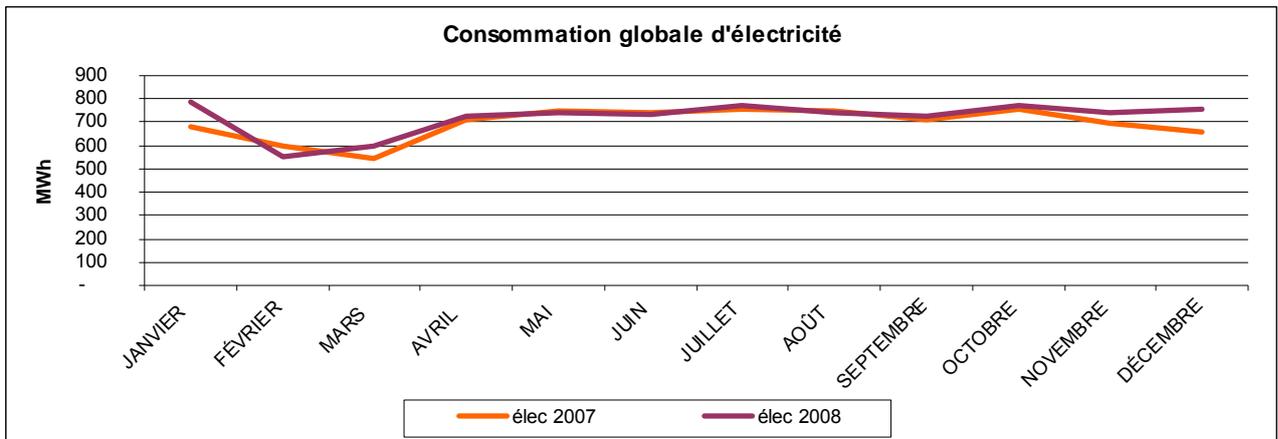
Ces valeurs correspondent aux consommations électriques totales du site.



A partir de ce bilan, il est constaté une augmentation de près de 4% par an de la consommation électrique globale.

Ces consommations ne prennent pas en compte les besoins d'électricité durant les périodes de Pointe Mobile du Tarif EJP, durant lesquelles le site est autonome sur les groupes électrogènes.

L'évolution de la consommation mensuelle sur les deux dernières années est la suivante :



Plusieurs constatations peuvent être faites à partir de ces données :

- Les consommations mensuelles pour 2007 et 2008 sont quasiment identiques et constantes d'avril à octobre
- Les consommations sont variables de novembre à mars, en fonction de la répartition (aléatoire) des 22 jours EJP situés dans cette période de l'année.

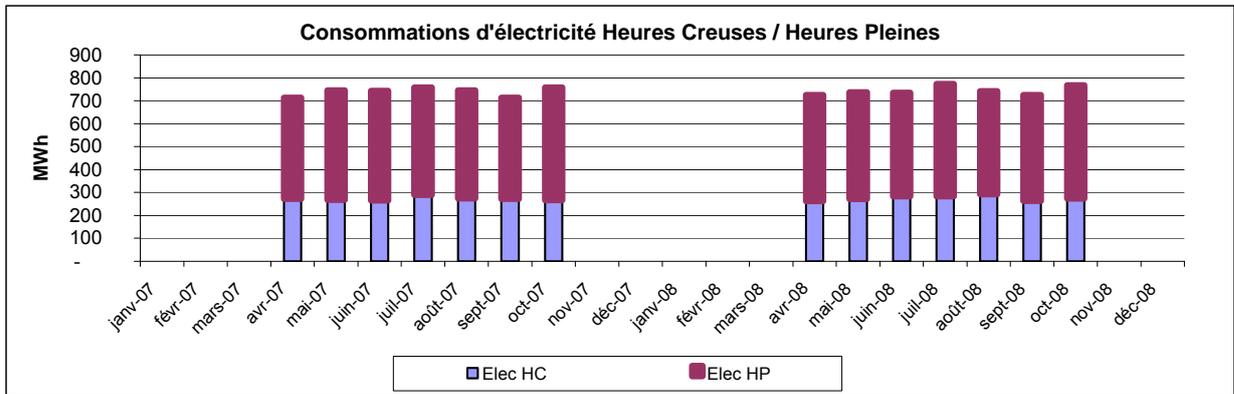
En l'absence de données relatives à l'autoproduction d'électricité par les groupes électrogènes, elles ont été estimées pour l'année 2008 à 456 MWh, ce qui porte à 9 100 MWh la consommation totale annuelle du site en électricité pour 2008.

Seul le compteur global EDF permet de suivre les consommations du site, il n'existe aucun compteur divisionnaire par bâtiment ou grands ensembles.

Trois analyses peuvent cependant être réalisées à partir des factures obtenues : l'analyse des consommations heures pleines/heures creuses, l'analyse des puissances appelées et l'analyse des « points 10 minutes ».

### 1.3.1.1 Heures pleines / Heures creuses

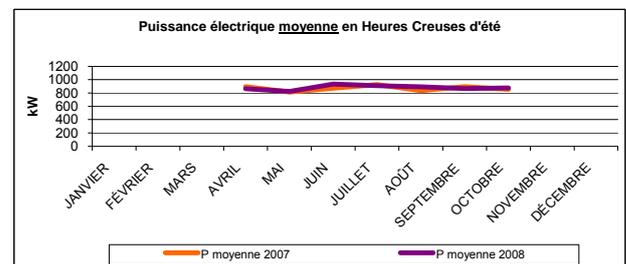
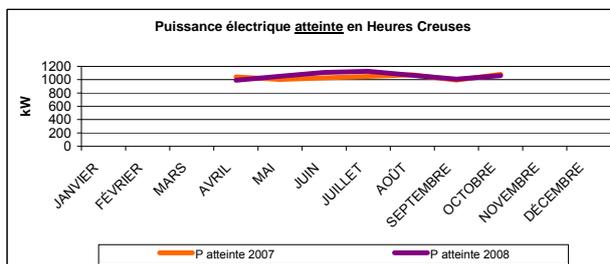
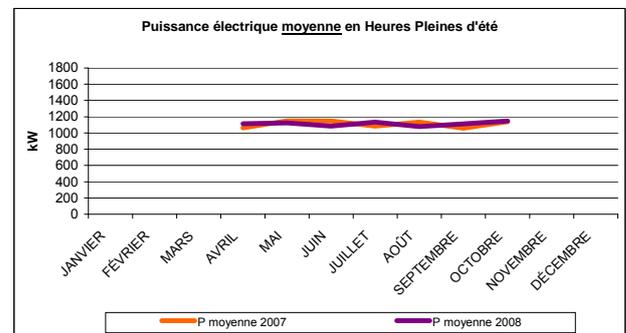
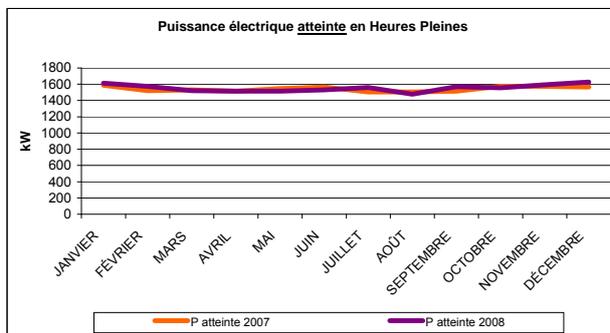
Les consommations relevées en été, seules significatives ici (il n'y a pas de répartition HP/HC en hiver au tarif EJP), se répartissent dans le temps de la façon suivante :



La consommation en **heures creuses** (nuits du lundi au samedi de 22h à 6h et dimanche toute la journée) est quasi constante et représente **37% de la consommation totale**.

### 1.3.1.2 Puissances appelées

Les **puissances appelées**, maximales et moyennes, évoluent selon les courbes suivantes :

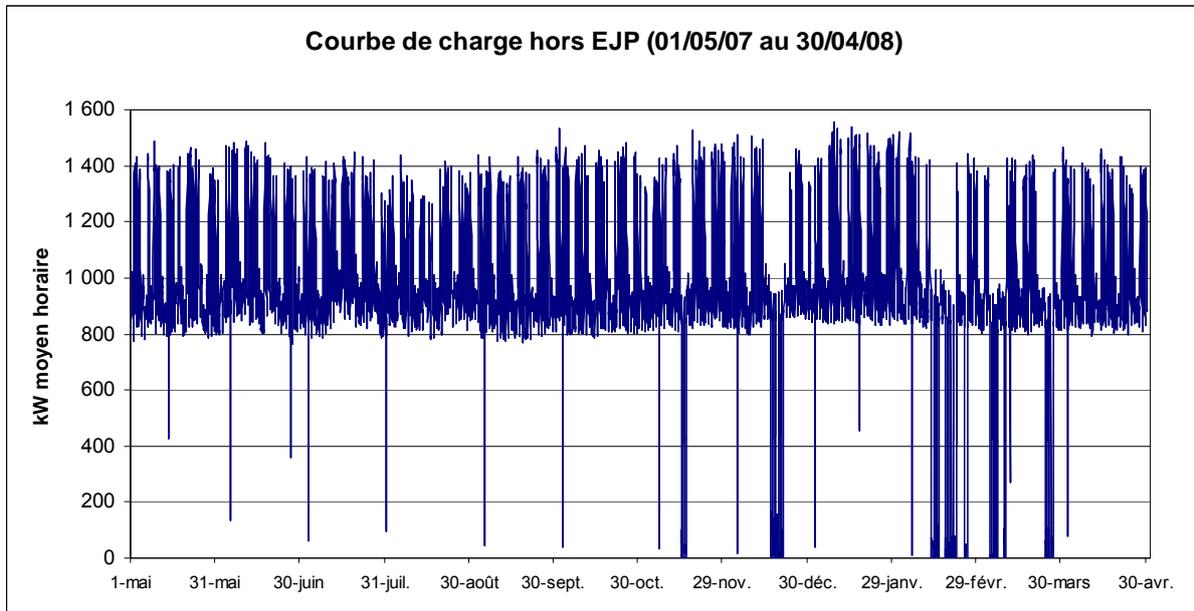


Les puissances **maximales** appelées sont de **1630 kW** le jour, soit durant l'activité maximale (consultations, imagerie médicale et blocs opératoires), et **1120 kW** la nuit (ou le dimanche) où ne subsistent que les besoins propres à l'hébergement.

Les puissances **moyennes appelées** évoluent, comme les consommations, entre 1000 et 1200 kW le jour, et de 800 à 1000 kW la nuit.

### 1.3.1.3 « Points 10 minutes »

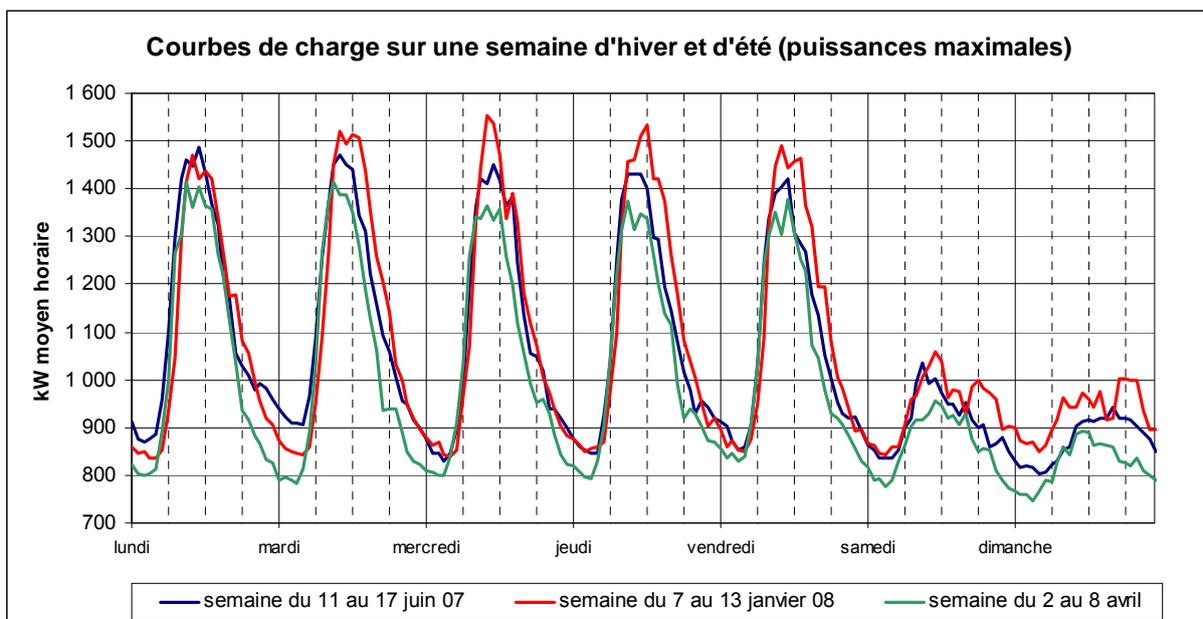
Les puissances appelées sur le réseau EDF (hors jours EJP) évoluent selon la courbe suivante, tracée en valeurs moyennes horaires



Sur ce graphique, on peut visualiser les informations suivantes :

- Les jours de pointe mobile, répartis de façon aléatoire sur les mois de novembre à mars
- Les essais des groupes électrogènes (durée d'une heure maximum).

Une analyse complémentaire est réalisée à partir des courbes suivantes :



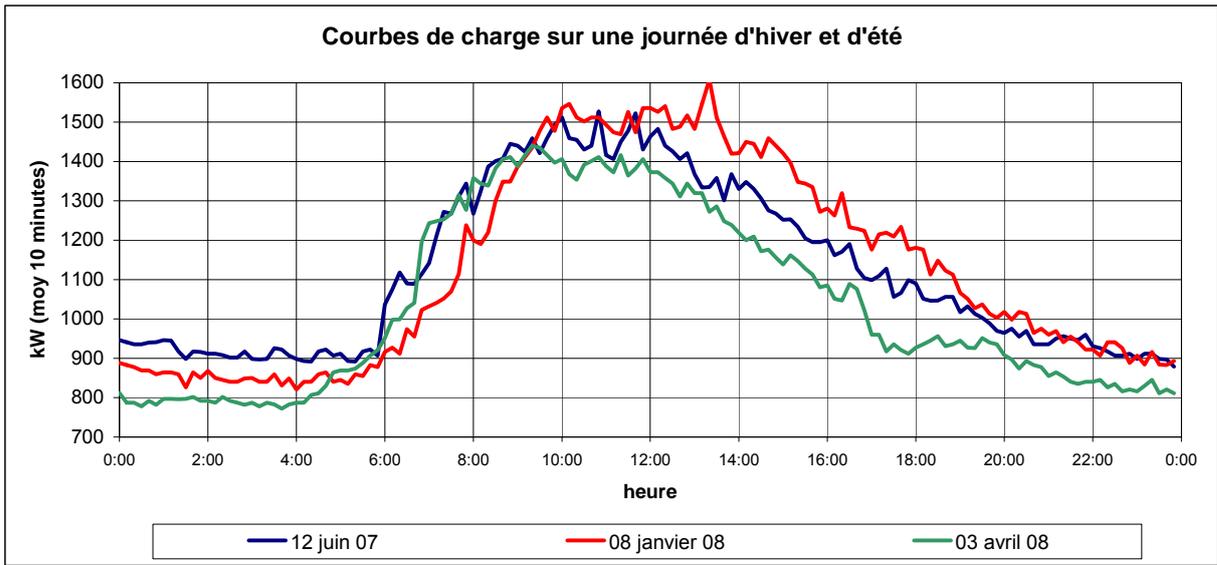
La semaine du 11 au 17 juin 2007 correspond à la semaine d'été où les puissances maximales ont été relevées.

La semaine du 7 au 13 janvier 2008 correspond à la semaine d'hiver où les puissances maximales ont été relevées.

La semaine du 2 au 8 avril 2008 correspond à une semaine type de mi-saison.

Les trois courbes sont tracées en valeurs moyennes horaires, sur la base de l'heure d'hiver d'où un décalage de la courbe rouge par rapport aux deux autres.

Les courbes suivantes donnent le détail sur une journée en valeurs moyennes 10 minutes.



Plusieurs constatations peuvent être faites à partir de ces courbes :

- Les **courbes de puissance** sont presque **confondues** pour les semaines les plus chaudes et les plus froides de l'année.
- On constate une **diminution** très importante des puissances appelées le week-end lié à la réduction de l'activité
- Les puissances appelées en mi saison sont inférieures de près de 10% à celles de janvier 2008.
- Le talon de puissance en mi-saison est nettement inférieur à celui des autres périodes, ce qui est probablement dû à la diminution des besoins de rafraîchissement.
- La puissance est maximale entre 10h et 14h ; elle est minimale et quasi constante entre 22 heures et 6 heures
- Avant 12h et à 18h, on constate la présence de légers décrochements de la puissance, liés au réchauffage des plats des patients dans les différents services.

### 1.3.2 Consommations de gaz

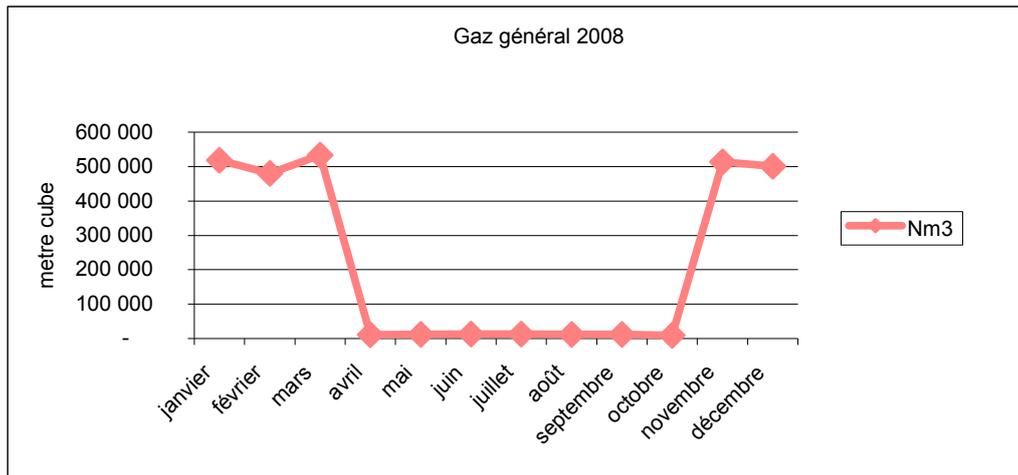
Le gaz est utilisé principalement, d'une part dans la cogénération et d'autre part dans la chaufferie de la blanchisserie pour la production de vapeur ; il alimente également un tunnel de finition en blanchisserie, des laboratoires et les logements. Des comptages séparés existent pour :

- L'entrée gaz général
- La cogénération
- Les chaudières vapeur de la blanchisserie

Les données permettant d'obtenir les différents graphiques ont été fournies par DALKIA à partir des relevés réalisés par leurs soins.

### 1.3.2.1 Entrée gaz générale

L'évolution mensuelle de la consommation générale de gaz du site pour l'année 2008 est résumée par le graphique suivant :



Ces consommations générales comprennent : les consommations de gaz de la cogénération, les consommations de gaz des chaudières vapeur et les consommations de gaz ponctuelles sur le site (blanchisserie, laboratoires...).

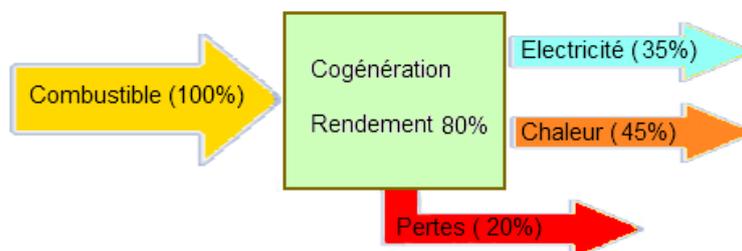
On peut constater à partir de ce graphique que la consommation est principalement répartie sur les cinq mois où fonctionne la cogénération, la consommation étant ensuite résiduelle.

La consommation totale annuelle de gaz pour 2008 atteint **28.4 GWh PCI**.

### 1.3.2.2 Chaufferie cogénération

#### Principe de la cogénération

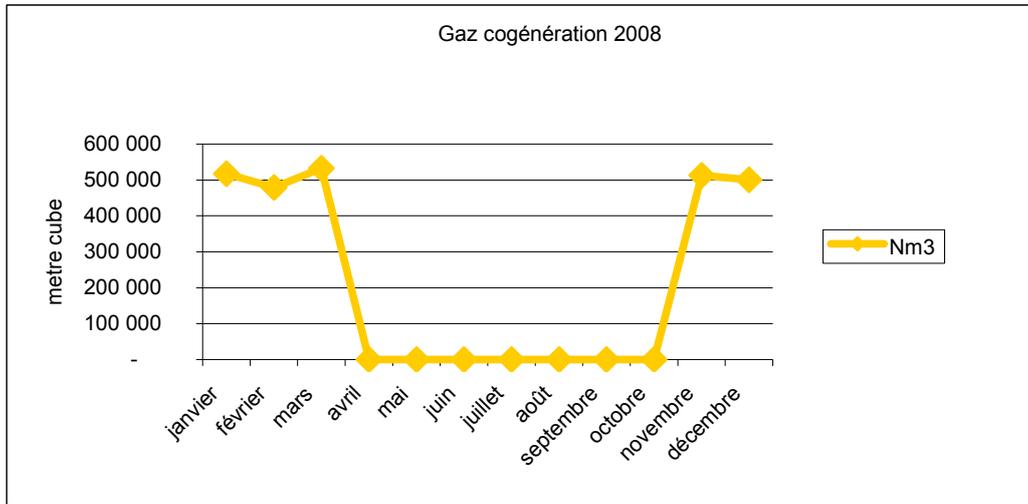
La cogénération correspond à la production conjointe d'électricité et de chaleur.



Généralement, le rendement total du système est au moins égal à **80%** avec 35% pour la production d'électricité et 45% pour la production de chaleur.

#### Consommation gaz

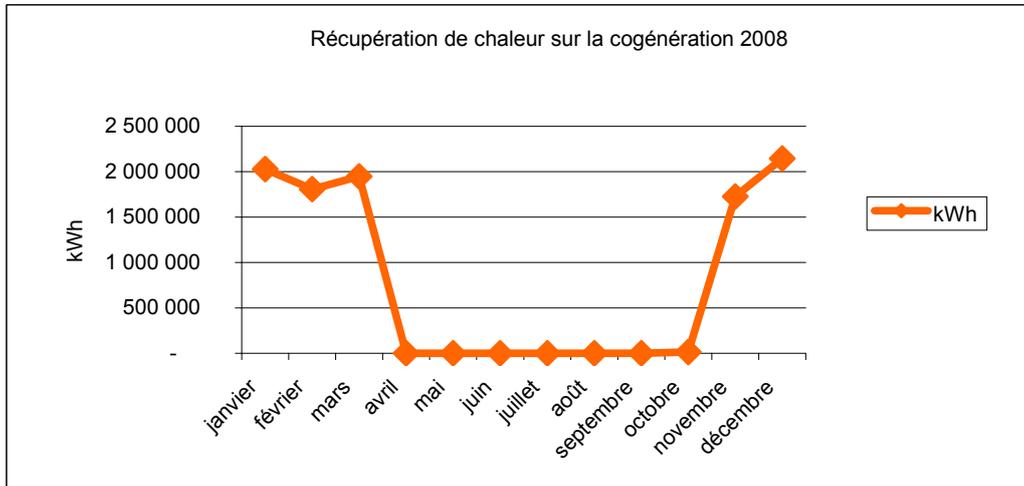
Les consommations de gaz propres à la chaufferie cogénération sont obtenues à partir des données sur les entrées gaz générales et les consommations de la blanchisserie.



Ce graphique confirme que la cogénération représente la majorité des consommations de gaz du site (94% soit 26.7 GWh PCI).

### Chaleur récupérée

L'évolution mensuelle de la chaleur récupérée sur la centrale de cogénération est résumée par le graphique suivant :

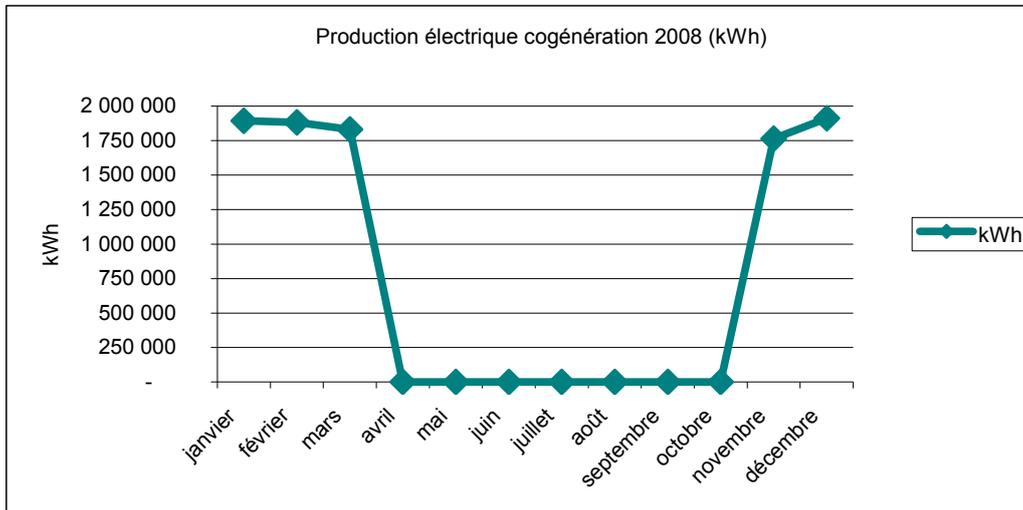


La cogénération ne fonctionne qu'entre le 1er novembre et le 31 mars. La puissance électrique produite est constante au cours de ces mois, par conséquent la chaleur produite l'est également. Cette chaleur produite est utilisée prioritairement pour le chauffage des bâtiments.

A partir des deux courbes précédentes, on constate que le rendement pour la partie thermique valorisée est de seulement **36%** (9.5 GWh thermiques) alors que le rendement thermique moyen d'une cogénération est généralement de 45%. Les performances du système apparaissent donc très inférieures à la moyenne.

### Electricité produite

L'évolution mensuelle de la production d'électricité sur la centrale de cogénération est résumée par le graphique suivant :

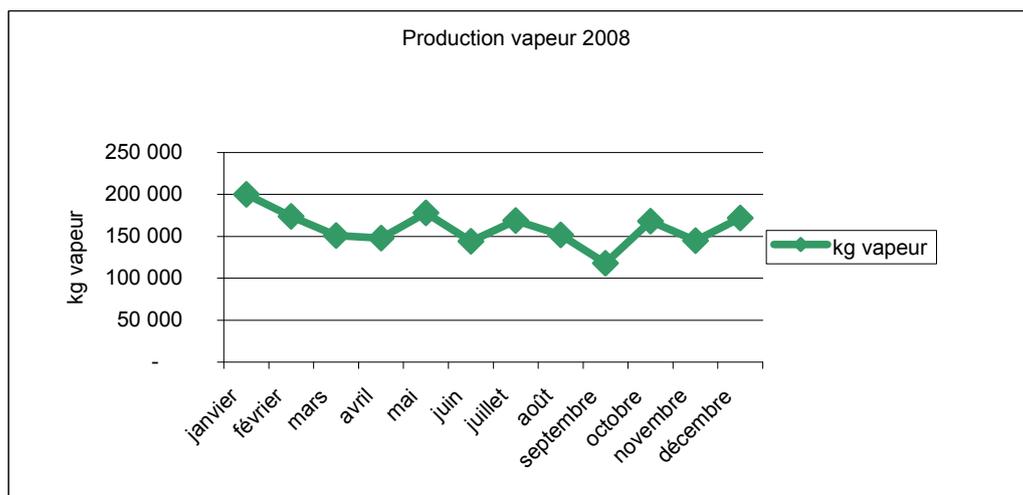


La quantité d'électricité produite s'élève à **9.3 GWh** (équivalente à l'électricité consommée annuellement sur le site), soit un rendement de production moyen annuel de **35%**, tout à fait conforme aux performances généralement constatées.

La **performance globale de la cogénération** s'établit donc pour 2008 à **71% de rendement global**.

#### 1.3.2.3 Blanchisserie Production de vapeur

L'évolution mensuelle de la production de vapeur pour l'année 2008 est résumée par le graphique suivant :



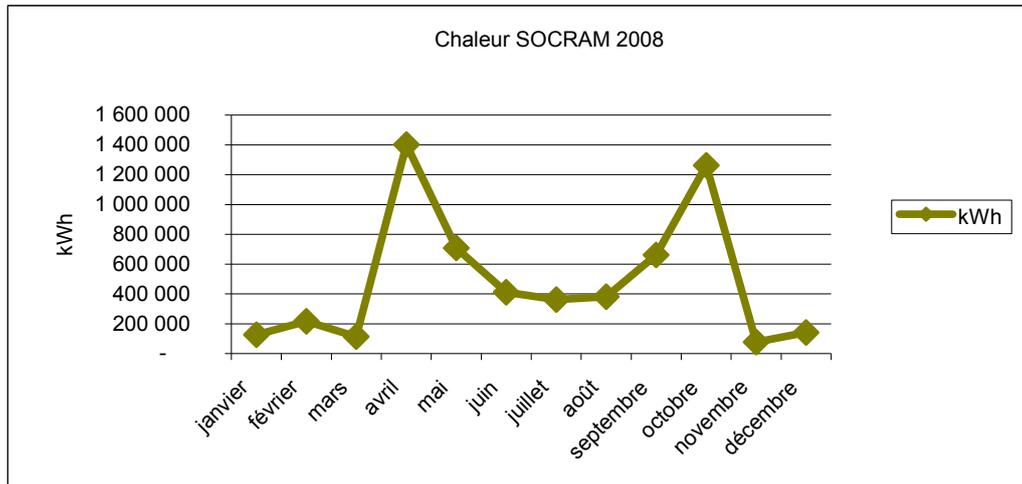
#### Consommation de gaz

La consommation de gaz correspondante est évaluée à **1.7 GWh PCI**.

La consommation de gaz relative au séchoir directement alimenté au gaz est par ailleurs de l'ordre de **100 000 kWh PCI**.

### 1.3.2.4 Consommations chauffage urbain

L'évolution mensuelle de la chaleur prélevée sur le réseau urbain SOCCRAM en 2008 est résumée par le graphique suivant :

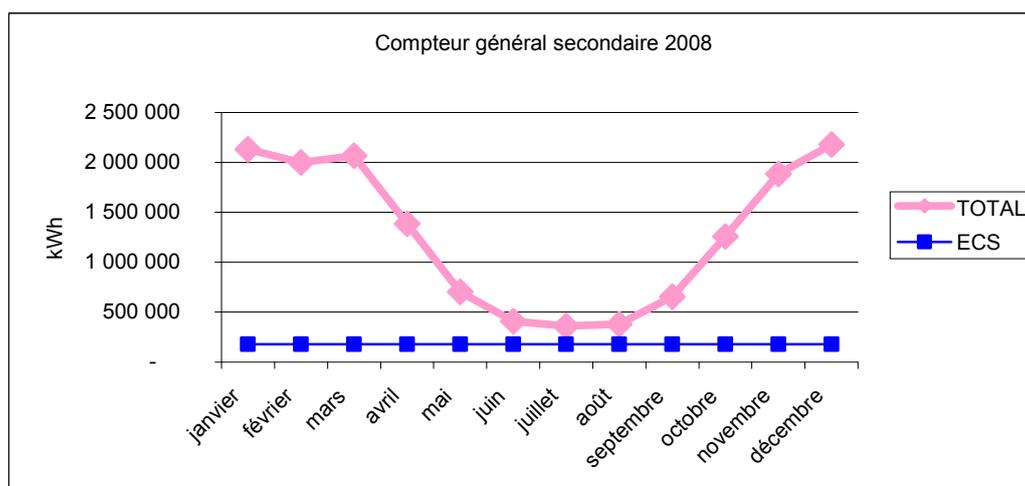


Etant donné que la chaleur récupérée sur la cogénération est prioritaire, les consommations hivernales de chaleur SOCCRAM sont assez faibles. C'est la raison pour laquelle il est constaté, des pics de consommation à la mi-saison, lors de l'arrêt de la cogénération.

La quantité de chaleur annuelle s'élève à **5 861 MWh**.

### Consommation thermique du site

L'évolution mensuelle de la chaleur totale (chauffage + ECS) consommée sur le site en 2008 est résumée par le graphique suivant :



La quantité totale annuelle s'élève à **15.4 GWh**, dont 62% proviennent de la cogénération et 38% du réseau Soccrsam.

## 2.1 GWh sont imputables à la production d'eau chaude sanitaire.

La consommation thermique relative à la production d'eau chaude sanitaire se répartit sur les différents bâtiments de la façon suivante pour l'année 2008 :

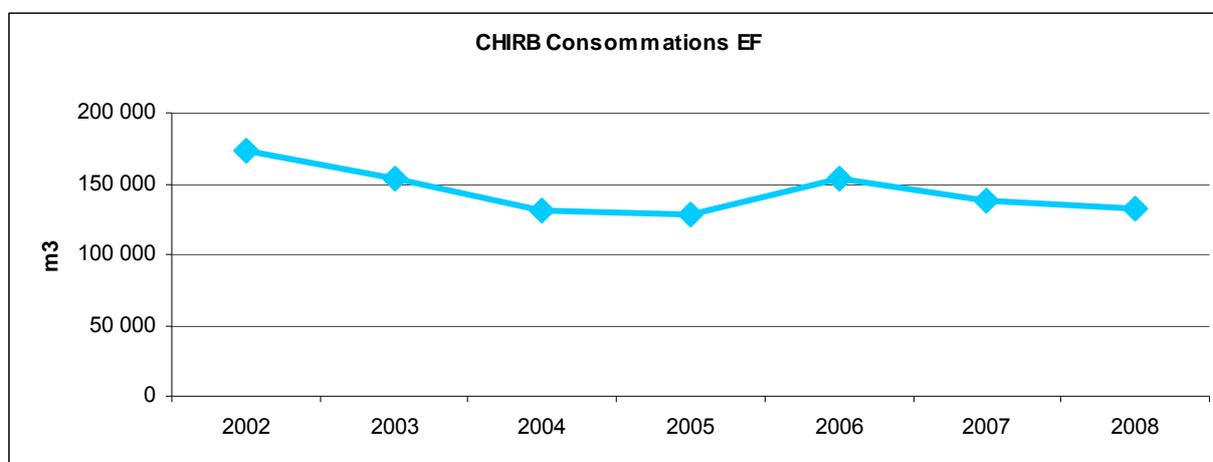
bâtiment	m3/an	kWh/an	surface bâtiment (m <sup>2</sup> )	kWh/m <sup>2</sup> /an
USN + Mere et enfant + Plateau technique + USM	8 911	980 210	48 920	20
Psychiatrie	4 561	501 710	5 086	99
Logement I4 et I5	1 345	147 950	1 966	75
Logement I1 et I2	1 094	120 340	1 840	65
Cuisine	887	97 570	1 942	50
Logement I6	816	89 760	614	146
Reeducation	475	52 250	2 769	19
Creche	399	43 890	754	58
Grand batiment	331	36 410	6 311	6
Blanchisserie	178	19 580	2 892	7
Ecole d'infirmiere	174	19 140	2 165	9
Eisenmann	140	15 400	1 720	9
Ophtalmologie	103	11 330	929	12
ORL	64	7 040	788	9
<b>TOTAL</b>	<b>19 478</b>	<b>2 142 580</b>	<b>78 696</b>	<b>27</b>

### 1.3.3 Consommation d'eau

L'évolution annuelle de la consommation d'eau froide est donnée par les tableaux et graphique suivants.

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Consommation m3	172 919	154 221	130 978	128 771	153 298	138 259	132 693

Pour 2008, les consommations d'eau représentent environ 207 m3/lit et place. L'établissement est un consommateur important d'eau.



La consommation en eau a diminué depuis 2002, ce qui s'explique probablement par l'installation d'équipements économes en eau, notamment dans la blanchisserie.

### 1.3.4 Emissions de gaz a effet de serre

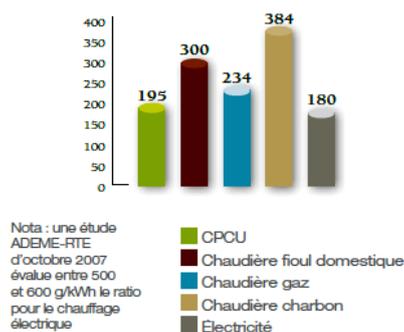
#### a) Base de calcul

Données extraites de l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique des bâtiments proposés à la vente.

Ces valeurs sont utilisées lors du calcul des émissions de CO<sub>2</sub> relatives au dispositif de production de chaleur.

Concernant l'électricité tous usages, le ratio à appliquer est de **84 g / kWh**.

ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> EN g PAR kWh UTILE CHEZ LE CLIENT SELON LE MODE DE CHAUFFAGE



#### 1.3.4.1 Emissions

L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre se fait en faisant intervenir la consommation de gaz du site dans son intégralité et en retranchant la production électrique liée à la cogénération.

Energie	Electricité EDF + GE	Gaz TOTAL	Réseau de chaleur SOCCRAM	Electricité produite Cogénération	TOTAL
Consommation/an	9 100 MWh <sub>e</sub>	28 400 MWh PCI	5 861 MWh	- 9 300 MWh <sub>e</sub>	-
Ratio kg CO <sub>2</sub> / MWh	84	234	232	- 84	-
Tonnes CO <sub>2</sub> /an	764	6 646	1 360	- 781	7 989

Remarque : PCS/PCI = 1.111 pour le gaz naturel.

### 1.3.5 Consommations d'énergie primaire

Pour cette étude, il a été décidé de ne pas considérer la consommation conventionnelle d'énergie (usuellement utilisée dans les calculs thermiques et réglementaires). La consommation conventionnelle regroupant les consommations d'énergie d'un bâtiment pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux, ne prend pas en compte tous les process liés à l'activité de soins de l'établissement. De plus, les consommations liées aux équipements de l'établissement sont indissociables de son fonctionnement et sont également difficiles à estimer comparativement aux consommations globales.

Il a donc été retenu pour l'étude de considérer la consommation en énergie primaire au m<sup>2</sup> SHON pour mesurer la performance énergétique du site, soit la consommation énergétique totale.

Les ratios obtenus ne peuvent donc pas être comparés tel quel aux ratios dit 'réglementaires'.

Energie	Electricité	Gaz	Réseau de chaleur	Electricité produite	TOTAL
---------	-------------	-----	-------------------	----------------------	-------

	SOCCRAM				
Consommation en énergie Finale	9 100 MWh <sub>e</sub>	28 400 MWh PCI	5 861 MWh	- 9 300 MWh <sub>e</sub>	-
Ratio EP / EF	2.58	1	1	2.58	-
Consommation en énergie Primaire	23 478 MWh <sub>EP</sub>	28 400 MWh <sub>EP</sub>	5 861 MWh <sub>EP</sub>	- 23 994 MWh <sub>EP</sub>	33 745 MWh <sub>EP</sub>
Ratio en kWh EF/m <sup>2</sup> utile /an	1 084	507	105	- 1 104	-
Ratio en kWh EF/m <sup>2</sup> SDO /an	797	373	77	- 813	-
Ratio en kWh EF/m <sup>2</sup> SHON /an	681	319	66	- 694	-
Ratio en MWh EF/ lit /an	14	44	9	-15	-
Ratio en kWh EP/m <sup>2</sup> utile /an	420	507	105	-428	604
Ratio en kWh EP/m <sup>2</sup> SDO /an	309	373	77	-315	444
Ratio en kWh EP/m <sup>2</sup> SHON /an	264	319	66	-269	379
Ratio en MWh EP/ lit /an	37	44	9	-38	52

### 1.3.6 Impact budgétaire

L'énergie représente une part faible mais non négligeable du budget de l'établissement.

	MWh	Prix
Vapeur	1 967	127 268 €
Chauffage urbain	8 259	624 349 €
Cogénération	8 426	407 759 €
Gaz	6 652	18 836 €
Electricité	8 644	431 516 €
<b>Total</b>		<b>1 609 728 €</b>
<b>Budget total de l'établissement</b>		<b>127 518 834 €</b>
<b>Part de l'énergie / budget total</b>		<b>1,3 %</b>

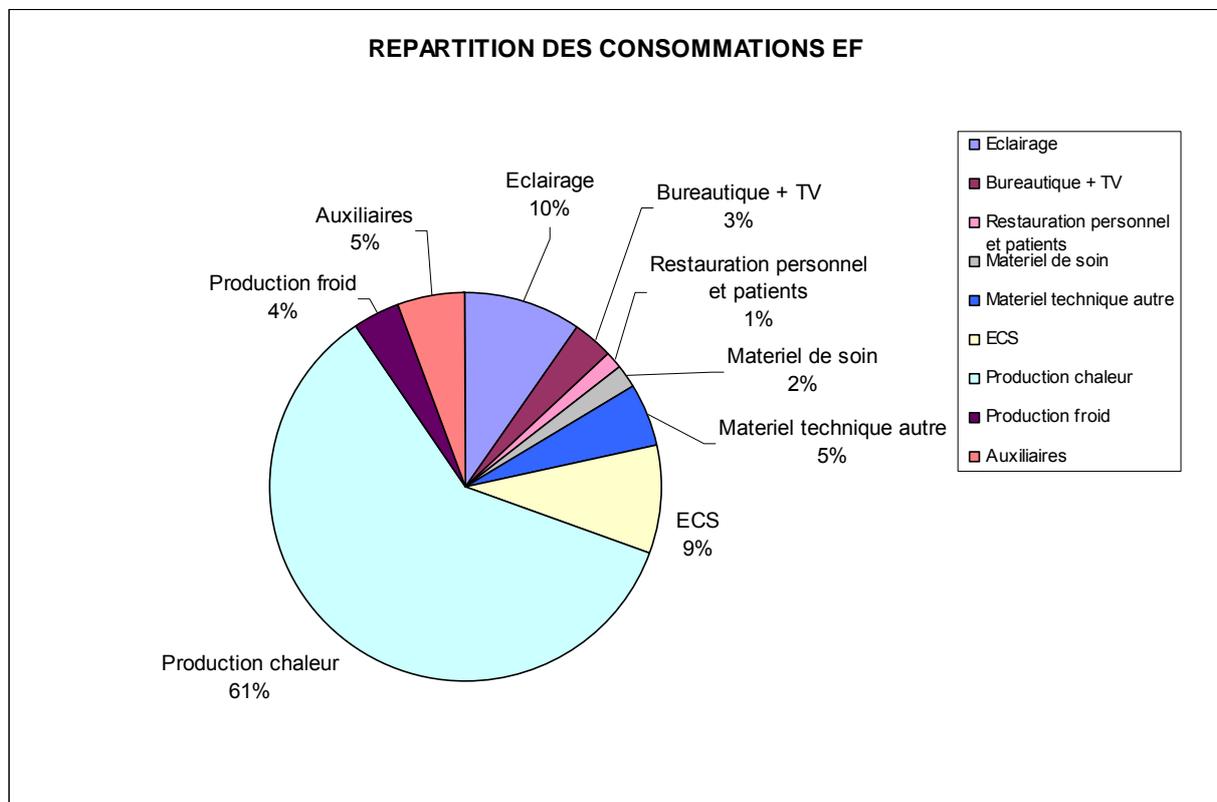
Le poste énergie représente 1,3% du budget total de l'établissement en 2009.

### 1.3.7 Répartition des consommations par usage

La répartition des consommations par usage a été réalisée avec le logiciel interne IOSIS Conseil tout en restant en cohérence avec la réalité des installations existantes.

L'intérêt d'utiliser cet outil est d'obtenir une représentation rapide et simplifiée de la répartition des consommations pour ce site.

La représentation en énergie finale (cf. définition au 1.3.5) obtenue est la suivante pour la répartition des consommations :



Ces valeurs ne sont que des estimations liées au logiciel et en aucun cas des valeurs issues de mesures.

La production de chaleur représente plus de la moitié des consommations du site.

Le poste éclairage représente une part non négligeable des consommations étant donné que la majorité des éclairages restent encore très consommateurs.

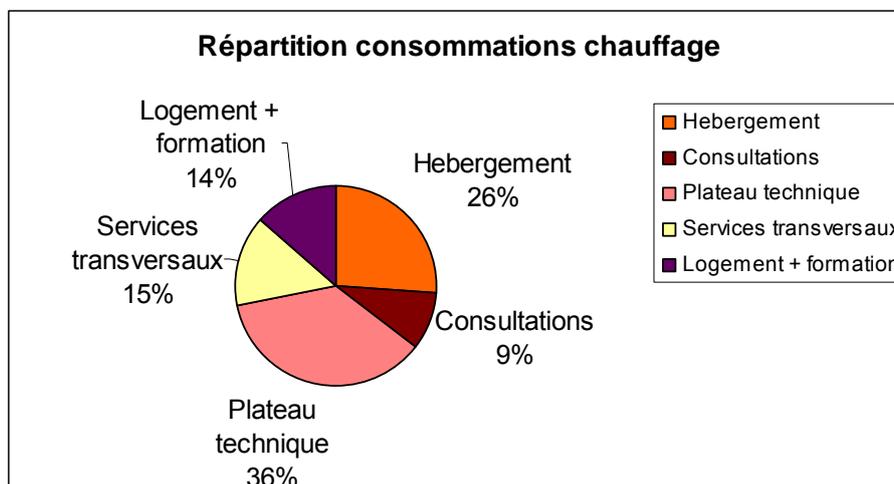
La production de froid représente une faible part car les groupes frigorifiques desservent principalement les blocs opératoires et les secteurs à haut risques (néonatalogie...). Ces secteurs ne représentent qu'une faible part de la surface de l'établissement.

Etant donné le nombre d'équipements de laboratoire et d'imagerie, ainsi que la présence d'une blanchisserie propre à l'établissement, la part des équipements représente 12% du total des consommations. Cependant, cette part serait encore augmentée si les repas étaient préparés sur place.

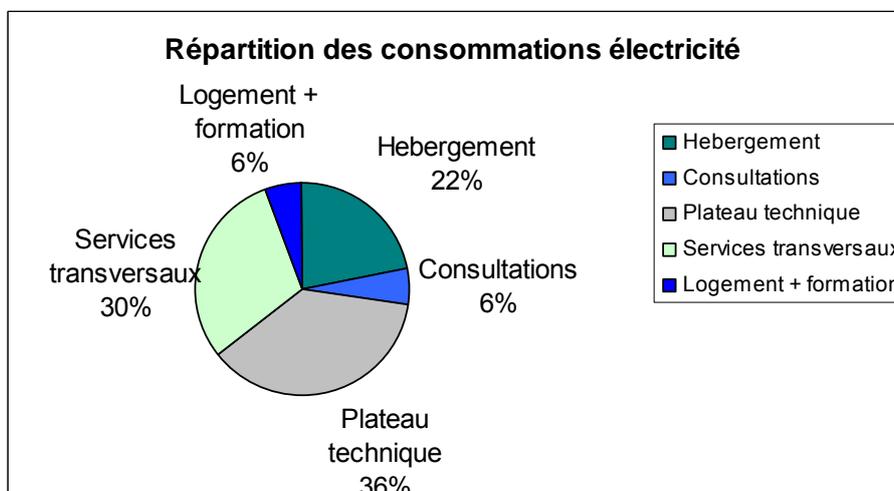
Les résultats ainsi obtenus sont très proches des consommations réelles relevées :

- la consommation de **chauffage** est évaluée à 60% pour 54% relevés en consommation de chaleur (d'origine gaz et Soccram) : l'écart est compensé, au moins partiellement, par des consommations d'électricité sur groupes de froid réversibles utilisés en chauffage l'hiver, et par de probables convecteurs électriques d'appoint ;
- la part **ECS** est identique dans les 2 cas (9%).

Le graphique ci-après permet de voir la répartition des consommations de chauffage par type de surfaces. Le détail des locaux pris en compte par type de surface est décrit en annexe.



Le graphique ci-dessous permet de voir la répartition des consommations d'électricité par type de surfaces.

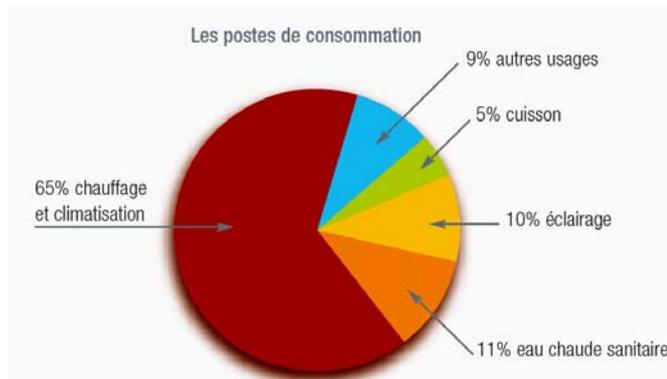


Les consommations des services transversaux sont très importantes, notamment en raison de la blanchisserie.

Le plateau technique représente la majorité des consommations de chauffage et d'électricité. Ces valeurs ne sont que des estimations liées au logiciel.

A titre de comparaison, on peut citer l'étude réalisée par l'EHESP en 2008 sur la maîtrise de l'énergie à l'hôpital.

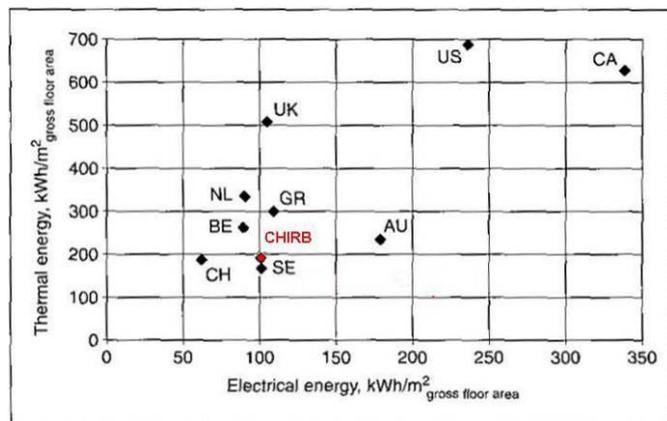
On constate que les valeurs obtenues lors de la simulation correspondent à des valeurs usuelles constatées dans les hôpitaux. Cependant, ces valeurs ne sont pas des optimums.



Une étude a été également menée par des scientifiques américains sur la consommation en 1997 au m<sup>2</sup> des hôpitaux de différents pays.

Pour le CHI Robert Ballanger, les ratios sont :

- Pour la partie chauffage (chaleur gaz + réseau de chauffage) → 173 kWh<sub>EF</sub> /m<sup>2</sup> SHON /an
- Pour la partie électricité → 102 kWh<sub>EF</sub> /m<sup>2</sup> SHON/an

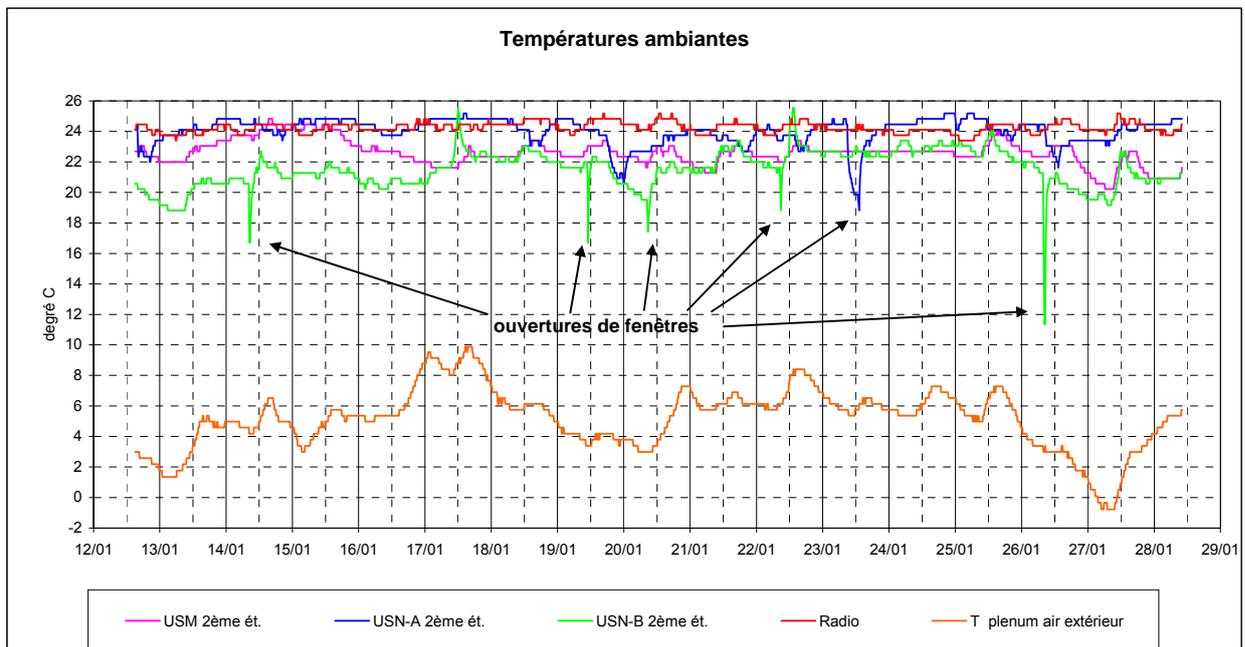


Ces études sont assez anciennes mais le positionnement et la répartition sont confirmés par les relevés.

### 1.3.8 Enregistrements des températures

Des enregistrements de températures ont été effectués du 12 au 28 janvier 2010 :

- au niveau de l'ambiance dans les services d'hospitalisation et en radiologie
- sur les CTA des locaux techniques Nord et Sud.



Les enregistreurs de température ont été positionnés (pour éviter qu'ils ne disparaissent) dans les bureaux des cadres de santé. Un enregistreur a également été placé en salle d'analyse de radiologie.

Dans cette dernière, dont le traitement d'air est réalisé par CTA, la température est quasi constante et égale à **24.5°C** en moyenne, ce qui est un peu élevé par rapport à la consigne annoncée (23°C).

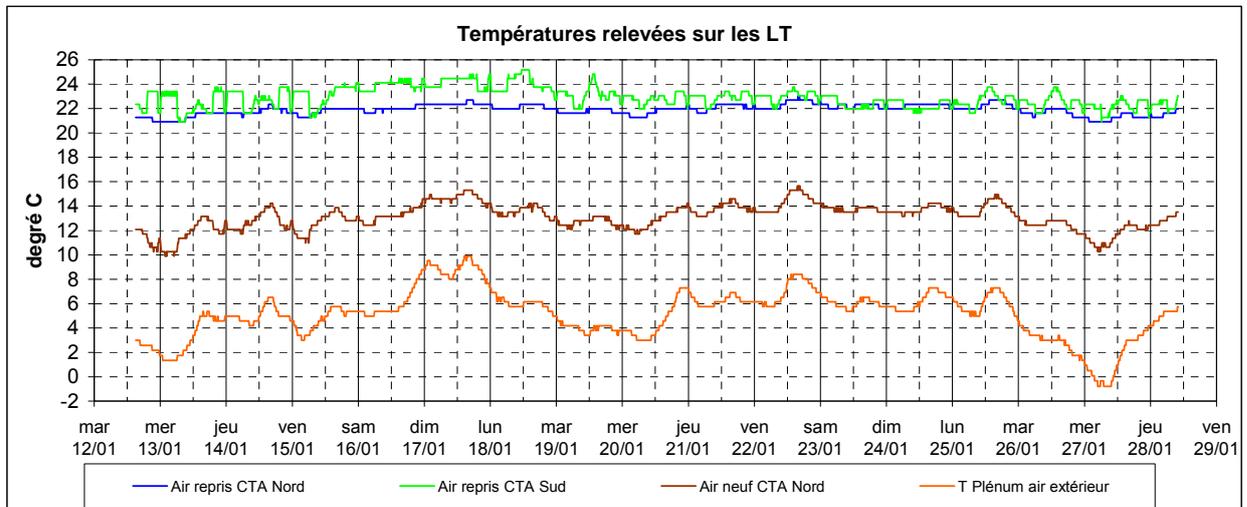
La température relevée au 2<sup>ème</sup> étage de l'unité USN aile A est relativement constante et la plupart du temps supérieure ou égale à **24°C** ; on note quelques périodes de température légèrement inférieure (toujours au dessus de 22°C) consécutives probablement à une ouverture de fenêtre. (Ce local a sa fenêtre orientée au nord-est)

Les températures relevées au niveau de l'USM et de l'USN aile B sont beaucoup plus variables :

- Pour l'USM (le local mesuré a sa fenêtre orientée au sud-ouest), la température évolue la plupart du temps **entre 22 et 24°C**, mais descend en dessous lors des très basses températures extérieures comme le 27 janvier 2010.
- Pour l'USN aile B (le local mesuré a sa fenêtre orientée au sud-est), la température évolue **entre 19 et 23°C**, et suit assez bien la température extérieure ; cette pièce bénéficie également d'apports solaires qui créent une élévation de température à la mi-journée (le 17 et le 22 janvier notamment) ; on relève ici aussi des ouvertures de fenêtre, parfois prolongées (cas du 26 janvier où la température intérieure est descendue à 11°C)

En regard de ces températures a été tracée la courbe de la température relevée dans le plenum d'air neuf extérieur des CTA Nord ; celle-ci n'est qu'indicative, elle n'est pas totalement représentative de la température extérieure, qui est descendue le 27 janvier à -5°C en région parisienne.

Des enregistreurs ont également été positionnés dans les locaux techniques des CTA Nord et Sud au niveau des plenums d'air repris pour avoir une idée de la valeur moyenne des températures ambiantes.



La température de l'air repris concernant les CTA Nord (Urgences et Urgences pédiatriques) est quasi constante (**22°C** en moyenne).

Elle est beaucoup plus variable en ce qui concerne l'air repris sur les zones des CTA Sud : ceci s'explique en particulier par l'intermittence du fonctionnement des CTA Circulations, Stérilisation, Restaurant pour lesquelles les températures de consigne sont plus basses. Cependant, si cette intermittence apparaît clairement les 3 premiers jours de l'enregistrement, elle est moins nette à partir du vendredi 15 janvier. La température moyenne sur la période est de **23°C**, elle varie **entre 21 et 25°C**.

Les mesures sur les installations de la CTA Nord avaient aussi pour objet de quantifier la récupération de chaleur sur l'air extrait en vue de préchauffer l'air neuf. C'est pourquoi deux sondes ont été disposées dans le plénum d'air neuf en amont et en aval de la batterie de réchauffage.

- La température côté air neuf extérieur semble suivre la température extérieure : en réalité, une comparaison avec la température relevée par la météorologie nationale montre qu'elle est parfois supérieure de plusieurs degrés ;
- La température relevée en aval de la batterie de réchauffage est effectivement supérieure de 10°C en moyenne à la température amont ; ceci est dû, non pas à la récupération sur l'air extrait (**la pompe du circuit de récupération n'a pas fonctionné durant les mesures malgré la mise en position automatique et l'absence d'affichage de défaut**), mais au retour dans ce plénum d'un air chaud dont nous n'avons pu identifier l'origine.

## 1.4 Analyse des performances énergétiques

### 1.4.1 Bonnes pratiques déjà existantes

Sur le site de l'établissement, certaines mesures sont déjà mises en place pour réduire la facture énergétique :

#### Eclairage

- La mise en place progressive de luminaires basse-consommation et la disparition des lampes à incandescences.

#### Bâti

- Certaines fenêtres ont été remplacées, notamment pour la partie hospitalisation.
- Les bâtiments en rénovation sont également isolés par l'intérieur

#### Ventilation

- Les CTA de certaines zones sont arrêtées après 17h (hall, circulations sous sol, stérilisation...)
- Les installations à fort débits disposent de systèmes de récupération de chaleur sur l'air extrait de façon à préchauffer l'air neuf (mais pas opérationnels actuellement)

#### Régulation

- L'équilibrage des débits est assuré sur les différentes zones de l'hôpital
- Chacune des trente sous-stations est équipée de modules de régulation (type WIT, Honeywell...) reliés à la GTB ; ils régulent une ou plusieurs lois d'eau spécifiques, selon la distribution des colonnes d'eau par façades.
- Les logements comportent une régulation sur la température extérieure ainsi que des robinets thermostatiques.
- Il existe des relevés de température faits régulièrement par Dalkia dans les différents services.

#### Consommations

- L'appoint de chaleur en complément de la cogénération, prioritaire, provient d'un réseau de chaleur urbain.
- Les réseaux sont pour la plupart bien calorifugés.
- Le matériel de la blanchisserie est à recyclage d'eau.
- Réduction des consommations la nuit pour la blanchisserie avec abaissement de la pression de vapeur
- Equipements récents pour la stérilisation donc peu consommateurs

#### Eau

- Les équipements utilisant d'importantes quantités d'eau (blanchisserie, stérilisation) sont récents et économes.
- Purges du réseau limitées à une fois par jour
- Rebouclages entre robinets et WC étudiés au maximum

### 1.4.2 Dysfonctionnements et observations diverses

#### Renouvellement d'air

Concernant les problèmes liés au renouvellement d'air :

- Les centrales de traitement d'air du plateau technique fonctionnent pour la plupart en permanence, à débit constant et en tout air neuf, même en inoccupation
- Le système de récupération de chaleur sur l'air extrait n'est pas ou peu utilisé.
- La centrale de traitement d'air de l'IFSI est insuffisante par rapport à l'utilisation du bâtiment et est en simple flux.

#### Régulation de la température

Concernant les problèmes de régulation de la température, les constatations suivantes ont été faites :

- Le retour d'eau chaude du réseau revient à une température trop importante pour optimiser la cogénération (70°C).
- Il n'existe pas de régulation sur contrôle direct de la température réelle des locaux ; quasiment aucun robinet thermostatique sur le site, sauf dans les logements.

- La serre, particulièrement déperditive, est chauffée par radiateurs directement reliés à la sous-station de chauffage.
- La GTB est hétérogène, obsolète en certains endroits, et ne permet pas en particulier de connaître la température dans les locaux.
- Le bâtiment rouge est intégralement chauffé alors qu'il n'est que partiellement occupé.

### Equipements et autres

Concernant les problèmes liés aux équipements, les constatations suivantes ont été faites :

- Une forte proportion d'éclairages non performants subsiste
- Le rendement de la cogénération est inférieur aux rendements habituels constatés pour la production de chaleur : la température de retour trop élevée et le surdimensionnement en demi-saison en sont les causes principales
- Pas de compteurs divisionnaires sur le site à part pour l'eau chaude sanitaire
- Quelques groupes au R22 subsistent.
- Il n'existe pas de porte pour limiter l'entrée d'air à l'entrée de la galerie souterraine. Par conséquent, la température dans la galerie est proche de la température extérieure.
- Certaines entrées ne comportent pas de sas, les déperditions sont donc importantes dans ces zones et des courants d'air peuvent être constatés.
- Ascenseurs anciens

### Eau

Concernant les problèmes de gestion de l'eau, les constatations suivantes ont été faites :

- Les consommations d'eau sont très importantes et dans la fourchette supérieure par rapport à des établissements de même typologie..
- Le maillage du réseau d'eau empêche l'implantation de réducteurs de pression.

### 1.4.3 Pistes de progrès

Sont listés ci-après les bonnes pratiques/solutions applicables au CHI Robert Ballanger. De plus, le tableau précise les solutions déjà mises en œuvre, en projet ou nécessitant d'être approfondies par l'établissement.

Déjà mises en application

En projet

A envisager

#### Bâtiments

Remplacement des fenêtres simple-vitrage par des fenêtres double-vitrage avec rupture de pont thermique	A réaliser au fur et à mesure des rénovations lourdes intérieures des bâtiments (en projet sur USN et USM)
Limitation des apports solaires estivaux avec la mise en place de brise-soleil extérieurs (éventuellement photovoltaïques)	A envisager lors des rénovations lourdes extérieures ou des nouvelles constructions
Rénovations thermiques sur le bâtiment rouge	A envisager selon destination future du bâtiment et choix architectural
Porte automatique à l'entrée du sous-sol du plateau technique	A installer impérativement

### Production de froid

Optimiser la température de condensation des groupes de froid	A imposer lors de la mise en œuvre de groupes devant fonctionner toute l'année (refroidissement d'équipements techniques)
Maillage du réseau de froid	En cours de réalisation. L'hôpital souhaite supprimer toutes les installations à détente directe dans les cinq prochaines années.
Préférer le free-cooling au rafraichissement par groupe froid	A privilégier chaque fois que possible, notamment concernant les besoins existant en hiver et demi-saison

### Production de chaleur

Diviser la puissance de la cogénération par deux car elle est actuellement surdimensionnée	A étudier dans le cadre d'une étude de choix énergétique
Installer une chaufferie bois en remplacement de la cogénération	A étudier (dans le cadre de la même étude)
Mise en place de CTA avec PAC intégrée en remplacement de certaines centrales de traitement d'air	A étudier
Solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire	A étudier
Diminution des consommations de la serre et du bâtiment jardin.	Projet de couper certains radiateurs de la salle de stockage de l'espace jardin.

### Distribution eau chaude et eau glacée

Maintenir en bon état les calorifuges	Normalement réalisé par l'exploitant
Adapter les lois d'eau en fonction de chaque zone	Réalisé partiellement : les lois d'eau ne sont pas toujours distinctes par façade Régulations par façade à ajouter.
Régulation en fonction de la température ambiante	Mettre en place des sondes de température dans un local témoin pour permettre une régulation du chauffage optimisée

### Production et distribution de vapeur

Optimisation de la production	Maintien en service avec diminution de la pression à partir de 16 h. Arrêt total des chaudières le week-end.
Mettre en place un comptage des consommations en gaz des chaudières vapeur	A étudier car actuellement les consommations sont estimées à partir de la quantité d'eau ajoutée au circuit

### Traitement d'air

Récupération d'énergie sur l'air rejeté	Présence de trémies avec batteries d'eau glycolée pour la récupération de chaleur sur l'air extrait et préchauffage de l'air neuf des CTA. Mais les installations sont apparemment hors d'état de fonctionnement : rénovation et optimisation à réaliser
Isolation des gaines de soufflage et de reprise	A étudier au niveau de la terrasse
Rénovation des CTA les plus anciennes	En projet pour la blanchisserie et la stérilisation
Mettre en place un puits canadien permettant un préchauffage de l'air neuf	A envisager sur le nouvel Hôpital 2012
Récupération de chaleur sur les installations de process de la blanchisserie.	En projet dans le cadre d'une réflexion plus générale sur la blanchisserie
Ralentir ou arrêter les CTA en période d'inoccupation.	Déjà en place sur les CTA des circulations, du hall et du restaurant. Il faudra cependant s'assurer que la régulation n'envoie pas d'EC et d'EG quand les ventilateurs des CTA sont à l'arrêt. En projet pour celles de l'IFSI, de la salle de spectacle en Psychiatrie.
Registres sur CTA	Modifications permettant d'éviter le refoulement d'air dans les CTA à l'arrêt (préconisation hygiéniste plus qu'énergétique)

### Eclairages

Optimisation des éclairages	En cours sur le site (30% réalisé)
Programmation de l'éclairage	En projet mais pilotage difficile à faire
Installation de détecteurs de présence	Détecteurs de présence dans les sanitaires publics

### Suivi des consommations, actions

Poser des compteurs divisionnaires (eau, gaz) par bâtiment ou pôle d'activité.	Sous comptages ECS existants sur tout le site Sous comptages autres en projet pour USN, mère enfant ainsi que bâtiment rouge et psychiatrie.
Optimisation de la GTC	Remplacement progressif des unités de régulation et surveillance locales Mise en œuvre d'un système de gestion centralisée plus performant en projet
Sensibiliser les utilisateurs, établir des consignes précises	Existence d'une cellule développement durable.

Les propositions en projet ou à envisager sont détaillées ci-après.

### 1.4.2.1 Bâtiments

#### a) Remplacement des simples vitrages par des doubles vitrages

Actuellement, la plupart des bâtiments possèdent encore du simple-vitrage. Lors d'une visite dans les services, il a été constaté que les sensations de parois froides étaient très importantes, et étaient la cause première d'inconfort.

Le remplacement des fenêtres métalliques avec simple-vitrage par des **fenêtres métalliques à rupture de pont thermique avec double-vitrage** permet de diviser par deux les déperditions.

Une économie de 20% sur les consommations de chauffage peut être réalisée.

Les services technique envisagent actuellement de lancer une opération de rénovation des fenêtres des bâtiments **USN** (hospitalisation de chirurgie) et **USM** (hospitalisation de médecine).

Il est à noter que des opérations de rénovation interne ont été réalisées, mais sans remplacement des fenêtres, à l'exception des ouvrants Pompiers.

L'investissement travaux global pour cette rénovation est évalué **de l'ordre de 1 600 k€HT**.

#### b) Limitation des apports solaires avec la mise en place de brise-soleil extérieurs

Les apports solaires directs peuvent être une gêne en hiver et demi-saison, pour les façades Est, Sud et Ouest, lorsque le soleil est encore bas sur l'horizon. En revanche, c'est aussi la période où ces apports gratuits peuvent permettre de réduire les besoins de chauffage. Par contre, un trop fort ensoleillement entraîne souvent les occupants à fermer les volets ou stores, réduisant cette possibilité de gain sur le chauffage, et occasionnant même parfois l'obligation d'allumer la lumière.

En été, le soleil est beaucoup plus haut à la mi-journée, et la gêne se situe plutôt en fin d'après-midi, lorsque le soleil est bas (à l'ouest) et la température la plus élevée.

La gêne est réellement importante sur les locaux spécialisés qui disposent en plus d'apports internes. Les services techniques remédient actuellement à ce problème en installant des films solaires sur les vitrages de ces locaux. Cette solution n'est pas nécessairement la plus adaptée, car elle agit de la même façon en été et en hiver.

Lors des rénovations lourdes de façades ou de construction de nouveaux bâtiments, il peut être intéressant de mettre en œuvre sur les façades les plus exposées des brise-soleil intégrés à l'architecture, éventuellement mobiles au cours de l'année : ces dispositifs permettent d'avantage de s'adapter à la hauteur du soleil et d'avoir un rôle plus protecteur en été qu'en hiver.

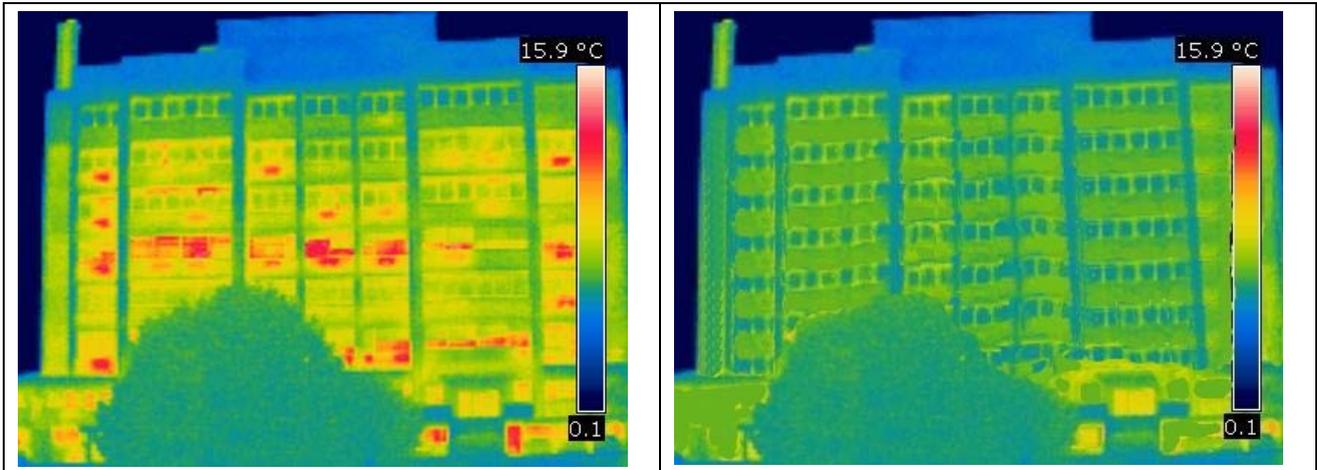
Ces brise-soleil peuvent même éventuellement être constitués de panneaux photovoltaïques assurant une production d'électricité qui peut être injectée sur le réseau.

#### c) Rénovations thermiques sur le bâtiment rouge

Le bâtiment rouge n'est actuellement que très partiellement occupé : il va être réintégré dans un proche avenir par quelques services, tel le « Trésor Public » par exemple, sans aucune rénovation thermique lourde envisagée a priori.

La thermographie infrarouge a permis de confirmer que ce bâtiment était particulièrement vétuste thermiquement.

Situation actuelle	Simulation avec rénovation des fenêtres
--------------------	---



La thermographie montre des fenêtres beaucoup plus déperditives que d'autres (celles apparaissant en jaune ou rouge par rapport à celles en vert). En réalité, la différence s'explique notamment par le fait que tous les locaux ne sont pas chauffés.

Une rénovation en profondeur de ce bâtiment est absolument indispensable. Cependant, l'établissement doit au préalable définir les activités qui y seront regroupées et s'il souhaite ou non conserver ce bâtiment.

#### **d) Porte automatique du sous sol du plateau technique**

Il a été constaté que la porte automatique à l'entrée du sous-sol du plateau technique n'est plus en fonctionnement. Cet accès est très utilisé pour notamment différents circuits : chariots repas, linge, déchets... est donc maintenu ouvert. Même s'il est impossible de quantifier les déperditions qui en résultent, on peut imaginer qu'elles sont très importantes, ce sous-sol concernant une très grande surface sous l'emprise des bâtiments, et ne desservant pas que des locaux techniques.

D'ailleurs, des radiateurs existent dans certaines zones.

### **1.4.2.2 Production de froid**

#### **a) Optimisation de la température de condensation des groupes**

Les groupes de froid destinés à la climatisation sont conçus et dimensionnés pour fonctionner principalement en période estivale : ainsi, le point de condensation est généralement réglé pour les températures ambiantes maximales rencontrées en été, ce qui se produit seulement quelques jours par an.

Dans le cas présent où les groupes fonctionnent toute l'année, il est fortement souhaitable de disposer d'un groupe sur lequel le point de condensation s'adapte automatiquement aux conditions ambiantes : c'est le principe de la 'pression de condensation HP flottante'.

Cette technique apporte un potentiel important d'économie d'énergie : **1°C** de moins sur la température de condensation entraîne une économie d'électricité sur le compresseur de l'ordre de **2.5 à 3%**. Et un écart de l'ordre de **10 degrés** entre la température extérieure et la température de condensation est suffisant pour permettre un fonctionnement satisfaisant du groupe.

Pour cette optimisation, l'intervention de la société d'exploitation et de maintenance, voire du constructeur, est nécessaire pour envisager les consignes et le mode de régulation et de pilotage compatible avec les machines en place.

Cette préconisation n'est pas toujours applicable avec les machines existantes car souvent l'enveloppe du groupe froid, le diamètre des tuyauteries ou le détendeur sont des obstacles à ce type de modifications.

Lors de la mise en place de nouveaux groupes, il est donc indispensable d'imposer ce principe au fournisseur.

A partir des fiches d'essais de fonctionnement du groupe frigorifique de l'IRM, récemment installé, il a été constaté une température de condensation à **44°C avec une température extérieure de 15°C**, soit un écart de près de **30°C** ! Cette valeur pourrait donc être réduite de manière importante.

Si tous les groupes de froid en place fonctionnent actuellement de cette façon, l'enjeu énergétique est évalué à :

Consommation électrique annuelle estimée à :	1 000	MWh
Réduction de la température de condensation	15	°C moyen annuel
Gain sur la consommation des compresseurs : 15 x 2.5%	32	%
Economie d'électricité	300	MWh / an
Coût électricité	70	€ / MWh
Gain financier	21 000	€ / an
Emission de CO2 évitée	25	Tonnes / an

Pour les groupes existants, il est certainement possible d'obtenir des frigoristes (société de maintenance), moyennant un faible coût, qu'ils abaissent de quelques degrés la consigne de condensation.

Pour l'achat du nouveau groupe prévu, que l'on peut envisager de faire fonctionner en priorité en hiver, il faut impérativement imposer cette HP flottante.

#### **b)Free-cooling plutôt que rafraîchissement par groupe de froid**

Le free-cooling consiste, pour assurer un rafraîchissement, en une introduction supplémentaire d'air neuf extérieur en mi-saison (voire en hiver) lorsque la température est inférieure à la température ambiante souhaitée. Le procédé s'applique aux centrales de traitement d'air fonctionnant avec une part d'air recyclée. Pour cela, les registres sont automatiquement commandés pour adapter ce débit d'air neuf lorsque la température extérieure évolue, ce débit devant toujours être supérieur au minimum requis pour assurer les besoins hygiéniques.

Sur un tel établissement, le procédé n'est pas applicable aux locaux à risques (blocs opératoires, stérilisation) car une augmentation du débit d'air neuf pourrait avoir une incidence sur les installations de filtration. Il l'est d'avantage aux installations desservant les consultations et circulations quand les horaires le permettent.

Le procédé peut bien entendu être appliqué aux locaux de type salle informatique.

On peut également l'envisager sur la blanchisserie ; les CTA devant être remplacées, il sera facile d'adapter les nouvelles à ce type de fonctionnement, bien que dans ce cas, il faudrait aussi envisager une récupération de chaleur sur l'air extrait.

### 1.4.2.3 Production de chaleur

#### a) Réduction de la puissance de cogénération

La cogénération présente une production annuelle d'environ 9 300 MWh électriques et 9 700 MWh thermiques.

Le dimensionnement de la cogénération avait été fait en prenant en compte le fait qu'elle devait permettre à l'établissement d'être totalement indépendant.

Actuellement, en dehors des périodes de grand froid, la température de retour sur la cogénération est beaucoup trop élevée, ce qui nécessite un refroidissement sur les aérothermes. Par conséquent, le rendement global de l'installation est diminué : il a été évalué à 70% environ, ce qui ne devrait pas permettre actuellement l'agrément d'une telle installation.

Le contrat de cogénération géré par DALKIA arrive à terme au 1<sup>er</sup> octobre 2010. Une **étude approfondie** doit être menée d'ici là afin d'envisager les diverses solutions possibles de production d'énergie, en prenant en compte notamment les besoins futurs du « Nouvel Hôpital 2012 ».

Dans le cas d'une reconduction éventuelle de la cogénération, une des solutions proposées serait de diminuer la puissance par deux, en ne rénovant qu'un des deux groupes, pour que son taux d'utilisation et son rendement soient meilleurs.

Les différents bilans financiers, établis sur la base des coûts d'énergie actuels, sont les suivants :

	MWh / an	euros / MWh	euros / an
<b>Solution Soccram seule</b>	15 600	75.6	1 179 360
<b>Situation actuelle</b>			
Chaleur Cogénération	9 700	48.4	469 480
Chaleur Soccram	5 900	75.6	446 040
TOTAL	15 600	58.7	915 520
<b>gain financier par la cogé actuelle</b>			<b>263 840</b>
<b>Solution Cogé réduite de moitié</b>			
chaleur Cogénération	4 850	48.4	234 740
chaleur Soccram	10 750	75.6	812 700
TOTAL	15 600	67.1	1 047 440
<b>gain financier par la cogé réduite</b>			<b>131 920</b>

On constate que le gain financier de la cogénération est dans ce cas divisé par deux. En réalité, il est encore davantage réduit car le coût de rachat de l'électricité par cogénération, qui est un élément important pour le calcul du coût de la chaleur produite, est maintenant nettement moins avantageux.

#### b) Chaufferie bois en remplacement de la cogénération

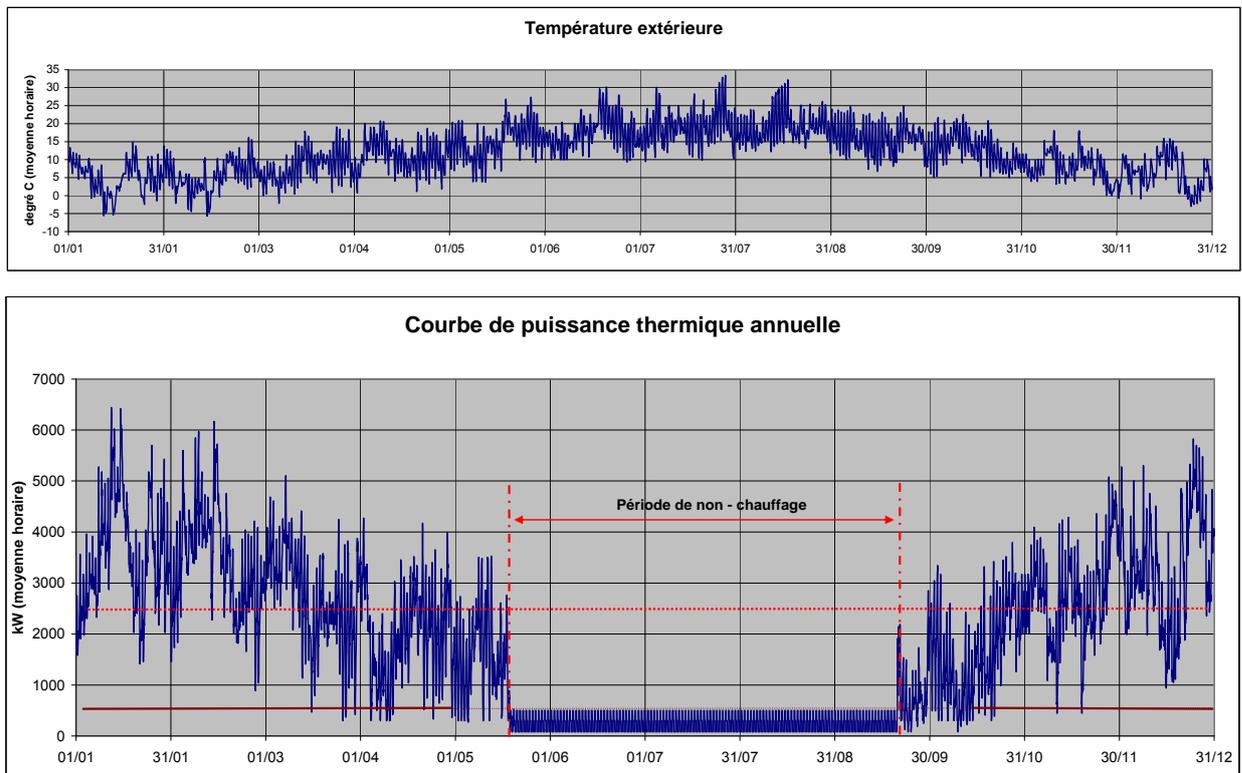
Une alternative à la cogénération actuelle pourrait être la création d'une chaufferie Bois à chargement automatique. Une telle installation ne générerait pas de coûts d'exploitation plus élevés qu'actuellement.

Une des principales difficultés pour ce genre d'installation concerne la **livraison de bois**, qui se fait par camions gros porteurs de type semi-remorque : étant donné l'implantation de l'hôpital et ses facilités d'accès, la livraison du bois sur le site ne serait pas un obstacle à sa réalisation.

Cette énergie présente plusieurs avantages, tant d'ordre financier qu'environnemental : une étude approfondie doit également être menée en vue d'en identifier précisément l'intérêt, et de déterminer la puissance optimale à installer.

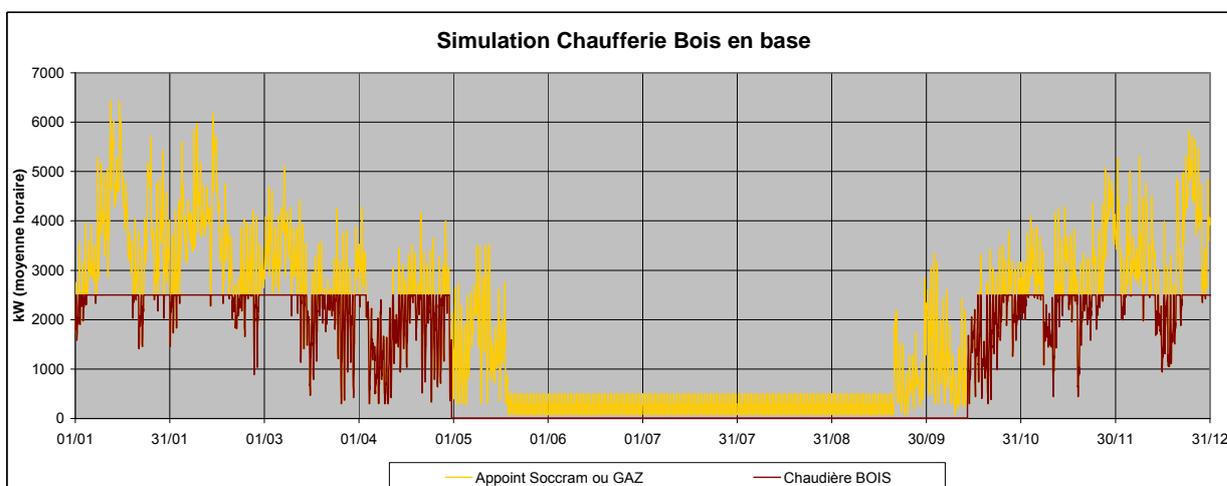
En première approche, il a été évalué de la façon suivante la puissance à installer en chaudière(s) à bois, le complément d'énergie étant à fournir par une ou plusieurs autres sources (Socram, chaudière gaz, cogénération, ...)

La courbe typique de température extérieure annuelle et la courbe des besoins thermiques qui en découlent sont reproduites ci-dessous :



La simulation a été effectuée sur la base des **besoins actuels** en se calant sur les consommations de chaleur relevées en 2008, soit 15 600 MWh au total, y compris la production d'eau chaude sanitaire, que l'on identifie ci-dessus particulièrement durant l'été.

Sachant qu'une chaudière bois ne peut réguler en dessous de 20% de sa puissance nominale et que ce seuil ne doit être atteint qu'exceptionnellement (la performance optimale est obtenue au dessus de 50% de cette puissance nominale), une chaudière de **2 500 kW** peut être envisagée, ce qui couvrirait ainsi près de **70% des besoins annuels**. En substitution du gaz, cette énergie évite annuellement l'émission de **2 550 tonnes de CO<sub>2</sub>**.



Selon cette simulation, la chaufferie bois est en fonctionnement du 10 octobre au 30 avril. La puissance mise en œuvre en appoint ne dépasse pas 4 000 kW.

Le coût d'investissement pour la chaufferie bois, selon les conditions d'implantation retenues par rapport à la chaufferie actuelle, est évalué au minimum à **1 350 k€HT**.

Une étude approfondie prenant en compte les besoins du futur **hôpital 2012** est nécessaire.

Sans connaître la solution retenue pour l'appoint, on ne peut obtenir de bilan comparatif avec l'existant.

### c) Mise en place de CTA avec pompe à chaleur

Certaines centrales de traitement d'air anciennes en double flux pourraient être remplacées par des modèles intégrant une pompe à chaleur air-air. Le principe de ces équipements est de récupérer de la chaleur sur l'air extrait pour chauffer l'air neuf. Ces équipements permettent également le rafraîchissement de ces zones.

Certaines technologies associent également des caloducs pour permettre un rendement maximum (le COP, coefficient d'efficacité, est en mode chauffage de 7 et en mode froid de 3,5 environ).

A titre d'exemple, il a été retenu les installations suivantes :

Zone	Débit d'air neuf	Horaires de fonctionnement
Maternité	2 000 m <sup>3</sup> /h	Permanent
Pédiatrie	2 000 m <sup>3</sup> /h	Permanent
Circulations	2 000 m <sup>3</sup> /h	6h à 17h
Consultations	8 000 m <sup>3</sup> /h	6h à 17h
Hall	1 000 m <sup>3</sup> /h	6h à 17h
Blanchisserie	15 000 m <sup>3</sup> /h	NC

Concernant la blanchisserie, les installations comportaient à l'origine des caloducs, mais il semblerait qu'ils ne soient plus opérationnels actuellement.

Le bilan énergétique pour l'ensemble de ces installations est le suivant :

Débit total d'air traité	m3/h	30 000
Gain thermique estimé	MWh / an	400
Coût unitaire	€ / MWh	59
Gain financier	€ /an	23 600
CO2 évité (si prod. Gaz)	Tonnes /an	105
Consommation électrique y compris rafraîchissement	MWh / an	100
Coût unitaire de l'électricité	€ / MWh	70
Surcoût d'électricité	€ /an	7 000
CO2 supplémentaire	Tonnes / an	8,4

Le gain est financier, mais surtout d'ordre environnemental (émission de CO2).

Chaque installation nécessite une étude particulière, notamment la blanchisserie sur laquelle il faudra également prendre en compte une récupération de chaleur potentielle sur les installations de process.

Dans le cas de la blanchisserie, une réflexion d'ordre plus général (niveau inter-hospitalier) est avant tout nécessaire.

#### d) Solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire

En prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter le phénomène de légionellose, et en excluant éventuellement une distribution sur les services à risque, il est possible de mettre en œuvre des installations de production d'eau chaude sanitaire à partir de l'énergie solaire. Celles-ci doivent être de type 'production instantanée' avec ballon tampon solaire et échangeur intermédiaire.

Vu la dispersion importante des besoins sur le site, il n'est pas envisageable de réaliser une installation centralisée desservant l'ensemble des besoins, qui permettrait une optimisation maximale. Cette installation sera a priori plus facilement réalisable dans le cadre du nouvel hôpital 2012.

#### e) Diminution des consommations de la serre et du local espace verts

##### Les serres

Les radiateurs sont reliés directement à la sous-station et le bâtiment est en simple vitrage dans un état vétuste.

##### Local espace verts

Les radiateurs sont en fonctionnement alors que certaines fenêtres et portes sont ouvertes.

Les radiateurs seront coupés dans les zones où le chauffage n'est pas nécessaire et une porte automatique pourrait être mise en place dans le sas.



Les économies ont été estimées à partir des valeurs NB du contrat DALKIA.

Surface concernée	140	m <sup>2</sup>
Gain énergie thermique	36	MWh/an
Coût chauffage	59	€ / MWh
Gain financier	2 124	€ / an

Cette préconisation n'est pas totalement anecdotique, et il convient de maîtriser au maximum les consommations de ces locaux.

#### 1.4.2.4 Distribution eau chaude et eau glacée

##### a) Maintien en bon état des calorifuges

Le calorifugeage des réseaux permet de limiter les pertes, qui sont plus ou moins importantes selon la localisation des gaines ou des canalisations, à l'extérieur notamment.

Globalement, le calorifugeage semble bien entretenu par l'exploitant.

Cependant, il serait intéressant de calorifuger quelques réseaux de distribution d'eau glacée de façon à limiter les consommations électriques des groupes frigorifiques.



##### b) Lois d'eau distinctes par zone

Actuellement, chaque sous station possède une loi d'eau spécifique. Cependant, pour certains bâtiments comme la rééducation, la régulation pourrait être optimisée en distribuant l'eau chaude selon des régulations distinctes pour les façades d'orientations différentes.

##### c) Régulation en fonction de la température ambiante réelle

Au cours de l'étude, des enregistrements ont permis de voir l'évolution de la température dans certaines zones d'hébergement. Le résultat, même s'il n'est pas totalement optimisé, est assez correct dans l'ensemble.

Pour certaines zones où des locaux représentatifs pourraient servir de témoin, des sondes de mesures de température ambiante pourraient être installées afin d'affiner la régulation faite par la GTB.

#### 1.4.2.5 Production et distribution de vapeur

##### a) Comptage des consommations de gaz des chaudières vapeur

Actuellement, la consommation en gaz des chaudières vapeurs est estimée à partir de l'eau ajoutée dans le circuit de vapeur.

Un comptage des consommations en gaz des chaudières vapeur pourrait permettre de mieux maîtriser les consommations tout en estimant au plus juste leur part par rapport au total.

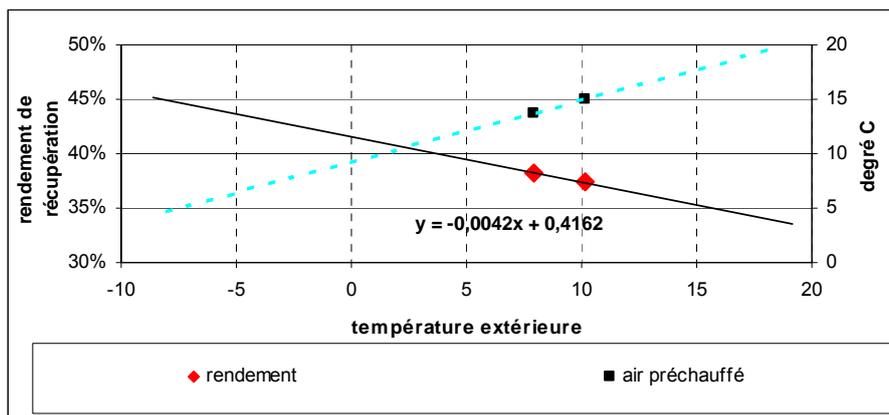
Cette mesure permettra par la suite de voir s'il ne serait pas intéressant d'abandonner la production de vapeur au profit de technologies plus intéressantes (financièrement et énergétiquement).

#### 1.4.2.6 Traitement d'air

##### a) Optimisation du fonctionnement des trémies de récupération sur l'air extrait

Des trémies d'air neuf et d'air repris, munies de batteries de récupération à eau glycolée, sont installées d'origine dans les locaux techniques des CTA du sous sol et de la terrasse du plateau technique. Selon les informations recueillies auprès de l'exploitant, cette récupération n'est utilisée que par grand froid.

Des enregistrements ont été réalisés par SOCOTEC en 1992 dans le local technique sud ; ces mesures n'ont duré que quelques heures au cours desquelles la température extérieure a peu évolué. On n'en tire que 2 points significatifs permettant d'évaluer l'évolution du rendement de récupération en fonction de la température extérieure.



On constate logiquement que le rendement augmente lorsque la température extérieure diminue, de 35% pour +15°C extérieur, à 45% pour -8°C.

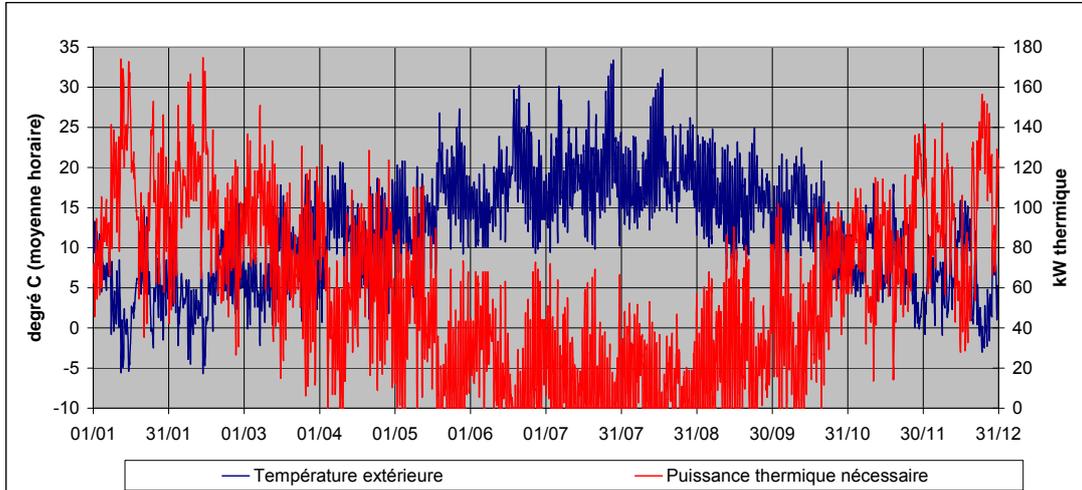
Cette courbe n'est pas représentative de toutes les trémies de récupération car, pour certaines, les pertes de charges dues à la batterie ont été compensées, lors d'ajout de nouvelles CTA, par l'ouverture d'une porte entre la zone d'air neuf et la zone d'air réchauffé.

Afin de compléter la connaissance du fonctionnement de cette récupération, il avait été décidé d'installer des enregistreurs de température sur les trémies des CTA Nord et Sud. Il a alors été constaté que **ces dispositifs n'étaient pas en état de fonctionnement**.

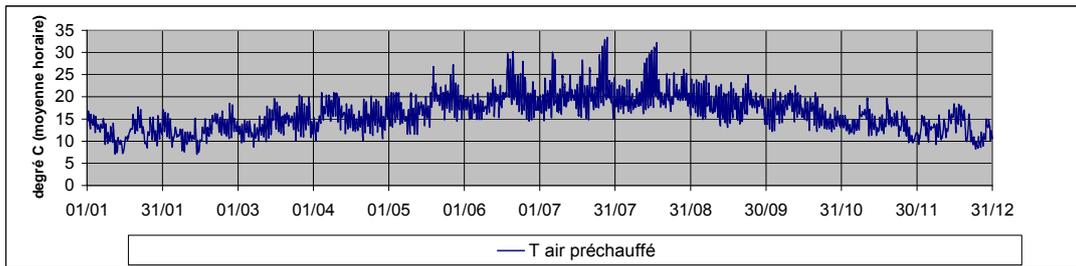
Les installations de récupération ont probablement été bien conçues à l'origine, mais elles sont maintenant obsolètes et ne sont plus en adéquation avec les besoins suite aux ajouts successifs de CTA. Une reconfiguration des trémies avec remplacement des batteries est nécessaire pour optimiser totalement la récupération.

Une évaluation du potentiel d'économie a été réalisée pour le local technique **CTA Majeures** (blocs opératoires). A défaut d'information précise, le débit permanent d'air neuf à introduire a été évalué à

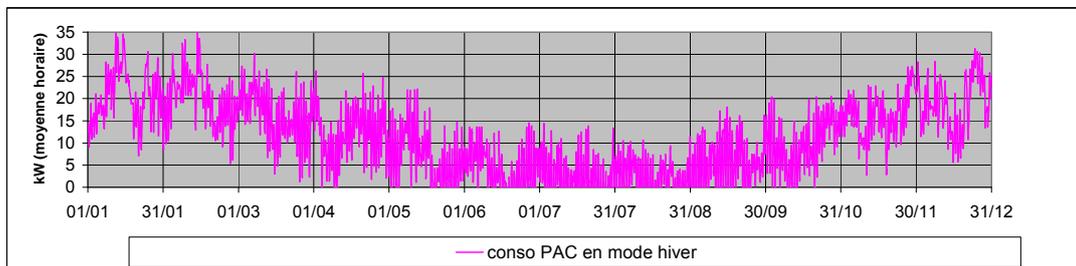
**20 000 m<sup>3</sup>/h.** Des besoins thermiques existent en toute saison. L'énergie nécessaire sur une année pour amener l'air neuf à la température de 20°C est égale à **500 MWh.**



La solution de récupération statique telle qu'existante permettrait, sur la base d'une température d'air extrait de 23°C, de récupérer au maximum 250 MWh. La température de l'air neuf préchauffé évolue de la façon suivante :



Si l'on met en œuvre une récupération dynamique à base de pompe à chaleur, l'air préchauffé pourra être en permanence à 20°C en hiver, ce qui correspond à une économie d'énergie thermique de 500 MWh, mais engendrera une consommation électrique supplémentaire de l'ordre de 100 MWh par an.



Par ailleurs, avec un système réversible, l'air pourra également être rafraîchi en été.

Le bilan prévisionnel concernant la CTA Majeure dans la version récupération statique est ainsi résumé :

	Débit total d'air introduit	m <sup>3</sup> /h	20 000
Récupération statique	Gain thermique estimé	MWh / an	250
	Coût unitaire de l'énergie	€ / MWh	59
	Gain financier	€ /an	14 750
	CO2 évité (si prod. Gaz)	Tonnes /an	65

Pour l'ensemble des 4 locaux techniques, le coût de l'opération, qui nécessite une étude approfondie, est évalué en première approche, dans la solution de récupération statique, à environ **120 k€HT**.

### b) Isolation des gaines de soufflage et de reprise

L'isolation des gaines de soufflage et de reprise permet de limiter les pertes thermiques dans le réseau aéraulique tout en optimisant la récupération de chaleur.

Dans le cas du CHI Robert Ballanger, la plupart des CTA et des canalisations sont internes au bâtiment. Il y a donc assez peu d'installations concernées, excepté en terrasse.

### c) Rénovation des CTA les plus anciennes

Certaines des CTA de l'hôpital sont particulièrement anciennes, comme celles de la blanchisserie qui datent de plus d'une trentaine d'années.

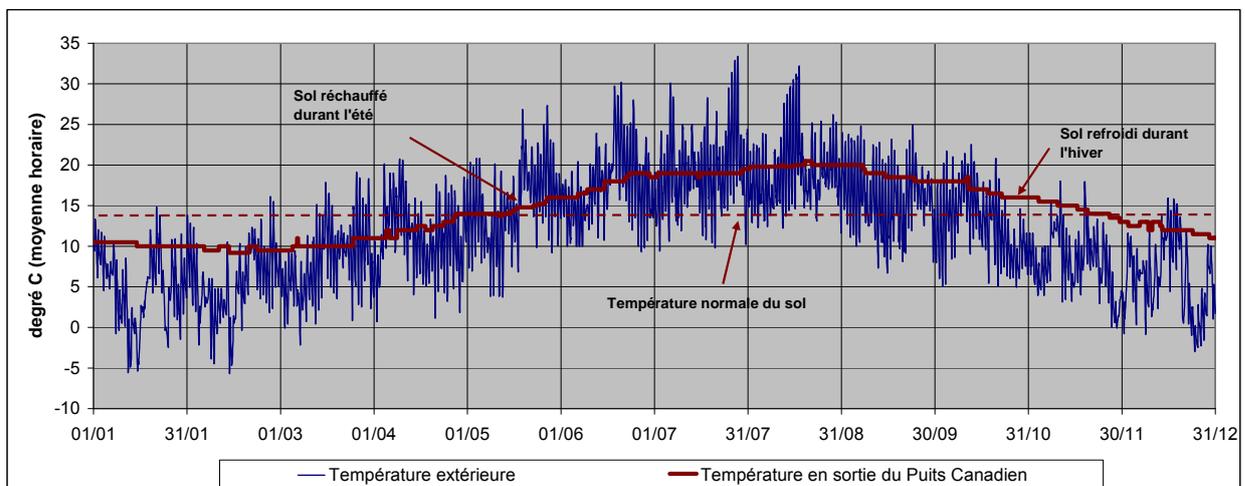
Le changement de ces CTA est non seulement indispensable mais permettra également la mise en place de technologies plus performantes (récupération et free-cooling par exemple).

Cependant, une réflexion d'ordre plus général est avant tout nécessaire concernant la blanchisserie.

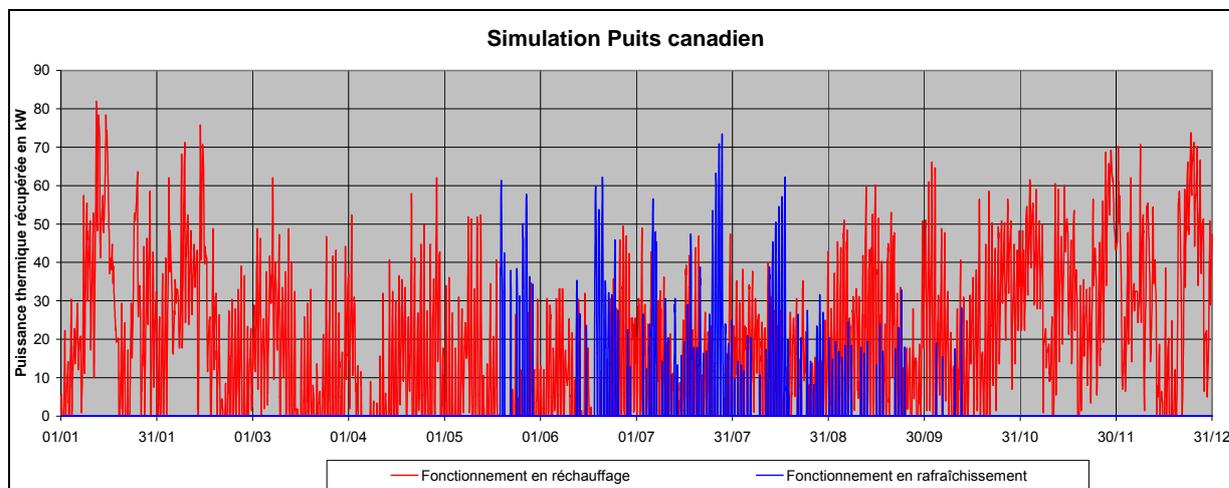
### d) Puits canadien permettant un préchauffage de l'air neuf

Un puits canadien est un système permettant de préchauffer l'air neuf en hiver, et de le rafraîchir en été, en le faisant circuler dans des gaines enterrées dans le sol. Jusqu'à 15 à 20 degrés, en plus ou en moins, peuvent ainsi être gagnés avant l'entrée dans les centrales de traitement d'air.

La courbe ci-dessous, uniquement indicative, permet de visualiser l'évolution au cours de l'année de la température d'air en sortie d'un puits canadien.



Les courbes suivantes mettent en évidence les puissances thermiques récupérables :



Ce système pourra être mis en place sur une partie du nouvel **hôpital 2012**. A titre d'exemple, un bilan prévisionnel a été établi sur la base d'une surface de plancher de 5 000 m<sup>2</sup>.

Surface concernée	m <sup>2</sup>	5 000
Air traité avec ce système	m <sup>3</sup> /h	15 000
Gain énergie thermique (chauffage)	MWh / an	159
Coût énergie	€ / MWh	59
Gain financier mode chauffage	€ / an	9 400
Investissement évalué à	€	100 000
Temps de retour brut	années	10

#### e) Ralentissement ou arrêt des CTA en période d'inoccupation.

Actuellement, certaines CTA sont arrêtées en dehors des périodes d'occupation, comme celles du hall et des circulations du plateau technique.

En revanche, les CTA de l'IFSI fonctionnent en permanence et pourraient être arrêtées, notamment celle de l'amphithéâtre, en dehors des périodes d'occupation.

Concernant celle de la salle de spectacle de psychiatrie, elle fonctionne principalement au moment des spectacles de fin d'année mais sans aucune régulation.

Sur ces installations, un complément de contrôle-commande, dans le cadre de la rénovation de la GTB, doit être ajouté.

D'autres CTA, comme celles des **blocs opératoires**, doivent fonctionner en permanence, et elles fonctionnent effectivement à **débit constant**.

Le débit d'**air neuf** pour ces blocs ne devait jamais être inférieur à **6 volumes par heure**, avec un débit en activité de **15 volumes par heure**.

L'optimisation énergétique de ces installations passe donc inévitablement par une modulation dans le temps de ce débit d'air neuf entre ces deux valeurs, ce qui a pour incidence de réduire les besoins de chauffage et de refroidissement en lien direct avec la température extérieure.

Pour aller plus loin dans cette optimisation, il faudrait également pouvoir moduler conjointement le **débit de soufflage** (brassage), ce qui entraînerait en complément une réduction non négligeable de la consommation électrique de ventilation (diviser par 2 un débit correspond à une consommation électrique divisée par 5).

Sur ce point, la réglementation hospitalière n'est pas très claire, et une réflexion avec des ingénieurs hygiénistes est nécessaire pour définir les limites admissibles d'une telle modulation.

#### **f) Registres sur CTA**

En dehors des périodes d'occupation, il existe un risque que l'air des gaines générales d'extraction soit refoulé dans les CTA à l'arrêt et donc dans les locaux.

Ceci peut avoir plusieurs conséquences :

- Des problèmes d'hygiène (ex : diffusion de mauvaises odeurs)
- Une modification des différentiels de pression entre les différentes zones.

L'installation de registres est nécessaire pour éviter le passage de l'air vicié dans les CTA.

Cette préconisation n'engendrera aucune économie quantifiable mais le confort ainsi que l'hygiène en seront globalement améliorés.

### **1.4.2.7 Eclairages**

#### **a) Optimisation des éclairages**

La première préconisation concernant la performance des éclairages concerne l'installation des tubes fluorescents haute-performance et le remplacement des ballasts ferromagnétiques par des ballasts électroniques.

Cependant, ces modifications ne se font de façon rentable qu'au cours de la rénovation des services.

L'installation de ballasts électroniques à la place de ballasts ferromagnétiques permet de faire une économie d'énergie d'environ 25%. Pour la maintenance, 30% d'économie peuvent être attendues (prolongation de la durée de vie des lampes).

La gradation de l'éclairage consiste à moduler l'intensité lumineuse en fonction de la luminosité réelle mesurée par un capteur. Avec la gradation de lumière, on peut espérer 15% d'économie d'énergie supplémentaire (donc 40 % au global). Pour la maintenance, 40% d'économie peuvent être attendues. Cependant, cette préconisation n'est pas applicable à tous les locaux.

#### **b) Programmation des éclairages**

Des économies peuvent être obtenues avec des moyens techniques permettant un pilotage automatisé des éclairages, comme, par exemple, la distinction d'un parcours de ronde pour éviter l'allumage global le soir.

Avec une programmation horaire réalisée par la gestion centralisée, l'économie d'énergie à attendre peut atteindre 50%. Pour la maintenance, 50% d'économies sont aussi à attendre.

#### **c) Installation de détecteurs de présence**

Ce type d'équipement sera utilement installé dans des locaux tels que les sanitaires publics. Il pourrait également être mis en place dans des lieux peu fréquentés tels que les vestiaires, et certaines circulations.

### **1.4.2.8 Suivi des consommations, actions**

#### **a) Pose de compteurs divisionnaires par bâtiment ou pôle d'activité.**

Des sous-comptages par pôle d'activité permettraient de mieux connaître les consommations propres à chaque secteur et par conséquent faire des préconisations spécifiques appropriées.

Le comptage de l'eau chaude sanitaire est actuellement réalisé dans toutes les stations de production, ce qui permet de connaître la part relative de chacun des bâtiments. Cette consommation est actuellement identifiée en nombre de m<sup>3</sup>, mais pas en termes d'énergie, ce qui ne permet pas de connaître la performance énergétique réelle. Un compteur thermique va être installé à titre expérimental sur la sous-station USN afin de vérifier l'intérêt d'identifier plus précisément ce poste de consommation.

Des compteurs de chaleur sur les réseaux de chauffage ont été installés sur le plateau technique, l'USN et le bâtiment mère-enfant et d'autres sont en projet dans les bâtiments les plus consommateurs.

Il serait intéressant de mettre des compteurs sur la production de froid pour évaluer plus précisément sa part dans la consommation totale.

#### **b) Mise en place d'une GTB centralisée**

Un système de GTB est actuellement en place sur l'ensemble du site pour le chauffage/climatisation. Il est cependant très **hétérogène** et comporte des modules maintenant obsolètes pour lesquels la maintenance est difficile à assurer. Les fonctions de régulation sont réalisées en **local**, le système de supervision n'assure que des fonctions de **surveillance** et de **report** de défaut.

Les régulateurs et modules de télésurveillance sont remplacés au coup par coup au fur et à mesure des rénovations de sous-stations.

Un nouveau système de gestion centralisé est en projet.

#### **c) Sensibilisation des utilisateurs**

Au niveau d'un établissement de santé, il est particulièrement difficile de diminuer les consommations propres au process, surtout quand les équipements ont un taux d'utilisation élevé.

Cependant, des économies sont possibles en passant par la sensibilisation des personnels sur les thématiques liées au développement durable, notamment les économies d'énergie. Mais ce résultat n'est pas facile à obtenir et surtout à pérenniser. Des actions en ce sens doivent donc être menées périodiquement.

# Clinique du Landy

---

1.

2.

## 1.5 Présentation du site et description du site

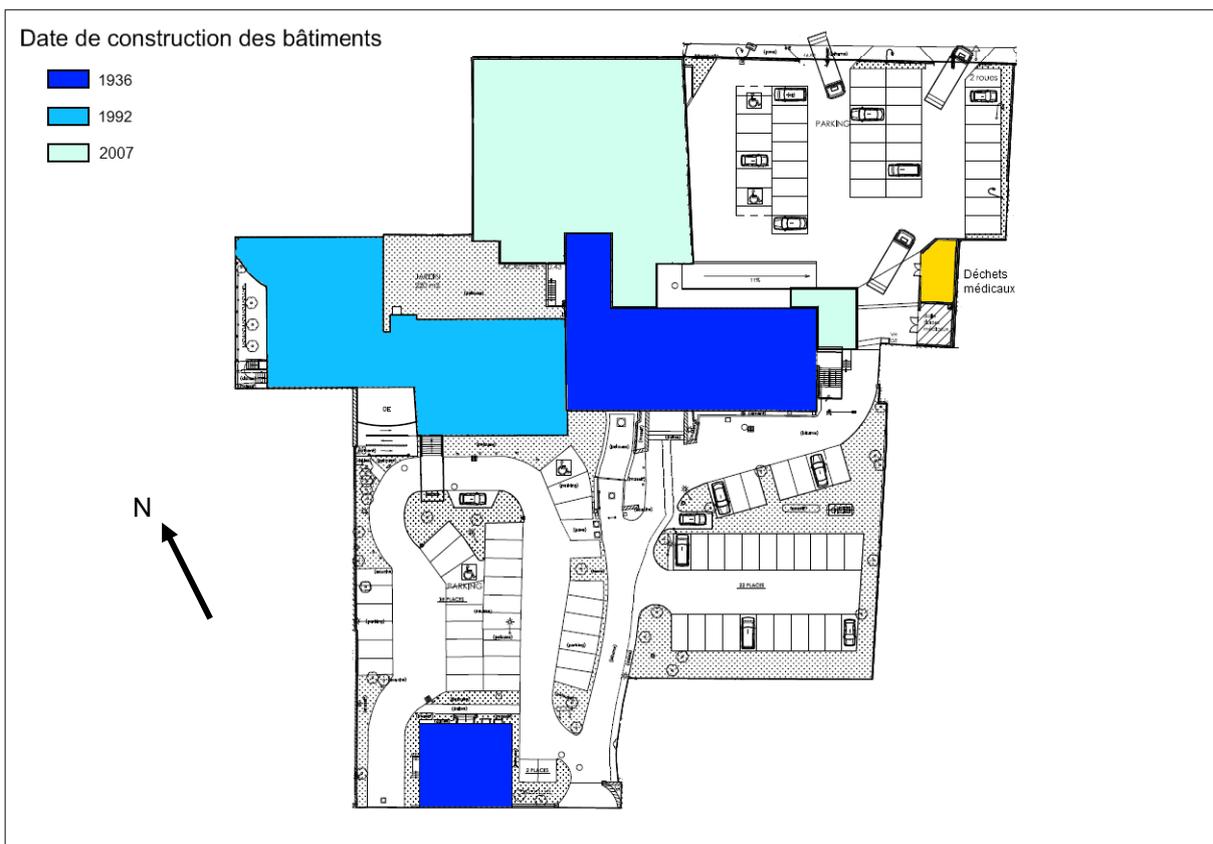
### 1.5.1 Présentation

Cet établissement privé est situé en centre ville à Saint-Ouen.

Cet établissement de type R+3 sur rez-de-jardin est organisé autour d'un bâtiment principal construit en 1936 ayant fait l'objet de deux extensions, la première en 1992 et la suivante construite en 2005 et mise en service en 2007, pour une capacité d'environ 140 lits et places installés.

La photo aérienne ci-après permet de préciser l'environnement urbain immédiat et particulièrement contraint de la clinique.





Années de construction de la clinique

L'accès au site se fait via trois entrées :

- A l'avant sur le bâtiment '1936' pour les admissions et visiteurs
- A l'avant sur le bâtiment '1992' pour les consultations principalement
- A l'arrière sur le bâtiment '2007' pour la dialyse, concernant notamment les personnes amenées par ambulance

Un petit bâtiment externe climatisé est destiné à recueillir les déchets biomédicaux.

Le patrimoine de cet établissement comprend également une maison de ville située rue du Landy d'une surface utile de 558 m<sup>2</sup>. Ce bâtiment est actuellement occupé par des bureaux et des archives. L'ensemble représente une surface totale utile de 8 062m<sup>2</sup> et hors œuvre nette de 9 282 m<sup>2</sup>.

Le site comporte trois parkings dont un accessible au public (35 places).

Les activités sont réparties comme suit :

- Au RdJ : cuisine, restaurant du personnel, pharmacie, stockage, archives, secteur de kinésithérapie, stérilisation
- Au RdC : accueil, consultations, imagerie médicale, dialyse (30 postes)

- Au 1<sup>er</sup> étage : consultations, hébergement médecine et chirurgie (37 chambres avec 50 lits)
- Au 2<sup>ème</sup> étage : hébergement ambulatoire (18 supports), médecine et chirurgie (38 chambres avec 50 lits)
- Au 3<sup>ème</sup> étage : blocs opératoires, attente ambulatoire, salles de réveil
  - 4 salles d'opération Orthopédie
  - 2 salles d'opération Ophtalmologie
  - 3 salles d'Endoscopie

La cuisine prépare (en liaison chaude) la totalité des repas pour le personnel et les patients. La distribution en chambres s'effectue par charriots roulants chauffés et/ou réfrigérés.

Le traitement du linge est intégralement sous-traité à l'extérieur.

Le document ci-après est un résumé de l'activité de la clinique pour l'année 2009.

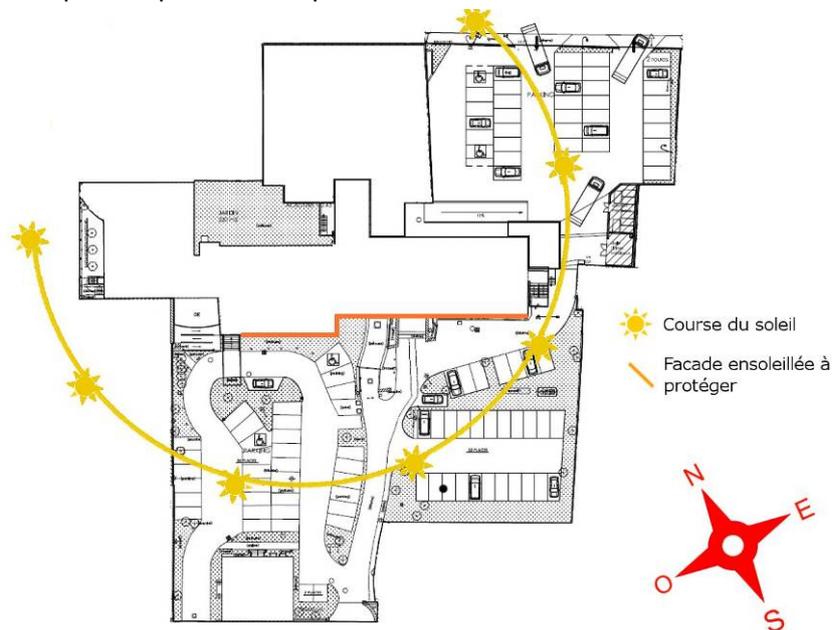
<b>Fiche descriptive</b>		
<b>DONNEES GENERALES</b>		
• Effectif du personnel	120	personnes
	NC	équivalent temps plein
<b>HOSPITALISATION</b>		
• Médecine	NC	journées
	4	lits
• Chirurgie	NC	journées
	71	lits
TOTAL	2 404	séjours
• USLD-EHPAD	92	lits
<b>PLATEAU TECHNIQUE</b>		
• Urgences	pas d'	urgences
• Soins critiques	pas de	soins critiques
• Imagerie		
Salle conventionnelle sous rayons X	2	salles
Salle spécialisée (scanner, IRM)	1	équipement
Autres salles d'imagerie	2	salles
• Médecine nucléaire	pas de	gamma caméra
• Petscan	pas de	machine
• Radiothérapie	pas d'	accélérateur
• Bloc opératoire	2 671	Interventions
• Bloc ophtalmo	2 375	Interventions
• Plateau d'endoscopies	4 815	endoscopies
• Consultation et explorations fonctionnelles	NC	consultations
• Anesthésie et chirurgie ambulatoire	19	postes
• Dialyse	34	postes
	21 900	séjours
<b>LOGISTIQUE MEDICO-TECHNIQUE</b>		

• Laboratoires	pas de	laboratoire
• Stérilisation	oui	
• Pharmacie	oui	
• Morgue	non	
• Blanchisserie	non	
<b>LOGISTIQUE</b>		
• Restauration patients et personnel	40 163	repas /an
• Archives vivantes	oui	
<b>LOGISTIQUE ADMINISTRATIVE</b>		
• Bureaux de médecins	compris dans les box de consultation	
• Tertiaire administratif	oui	
• Services techniques et atelier biomédical	oui	

La clinique est fermée entre trois et quatre semaines au mois d'août et en moyenne une semaine en décembre.

### 1.5.2 Orientation des bâtiments

La maison de ville n'a pas été prise en compte dans l'étude de l'orientation des bâtiments.



Ce schéma permet de voir les façades exposées aux heures les plus chaudes de l'année et nécessitant des protections solaires.

La totalité des fenêtres sont équipées de volets roulants extérieurs permettant de limiter les apports solaires.

### 1.5.3 État des édifices

Le bâtiment '1936' a fait l'objet de rénovations (isolation par l'intérieur, remplacement des menuiseries extérieures) après la construction du bâtiment '1992' : la dernière identifiée concerne le remplacement de la majeure partie des fenêtres (par du PVC double vitrage) en 2003.

Le bâtiment '1992' est actuellement dans son état d'origine, à l'exception d'une réfection partielle de l'étanchéité de la terrasse.



Concernant le bâtiment mis en service en avril 2007 (projet établi selon les règles RT 2005), il faut noter qu'il comporte des toitures terrasses à rétention d'eau.

En interne, les chambres des anciens bâtiments sont rénovées progressivement, à raison de 3 à 4 chambres par an. Les rénovations sont principalement intérieures : peintures, sanitaires, mobilier. Les chambres à 2 lits les plus petites sont généralement transformées en chambres à un lit. Environ 50% des chambres restent encore à rénover.

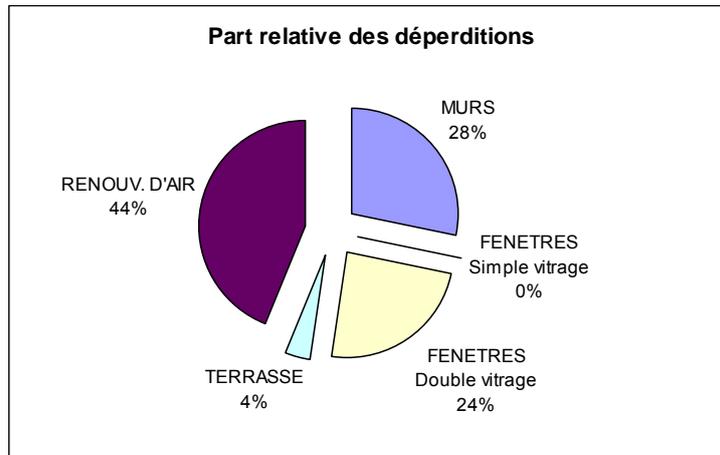
Les blocs opératoires sont également rénovés périodiquement : la rénovation de deux salles datant de 1999 a été réalisée en 2010.

### 1.5.4 Déperditions et apports internes des bâtiments

Les déperditions du site, ainsi que les apports ont été simulés à l'aide d'un logiciel développé en interne par IOSIS Conseil. Le principe de l'outil, ainsi que les paramètres pris en compte sont précisés en annexe.

#### a) Déperditions

Les résultats suivants sont obtenus pour l'ensemble du site :



Les données utilisées correspondent principalement aux observations et aux mesures menées sur site.

Des hypothèses ont été prises sur les coefficients de déperdition thermique des parois, des toitures et des vitrages, en fonction de la date de construction ou de rénovation.

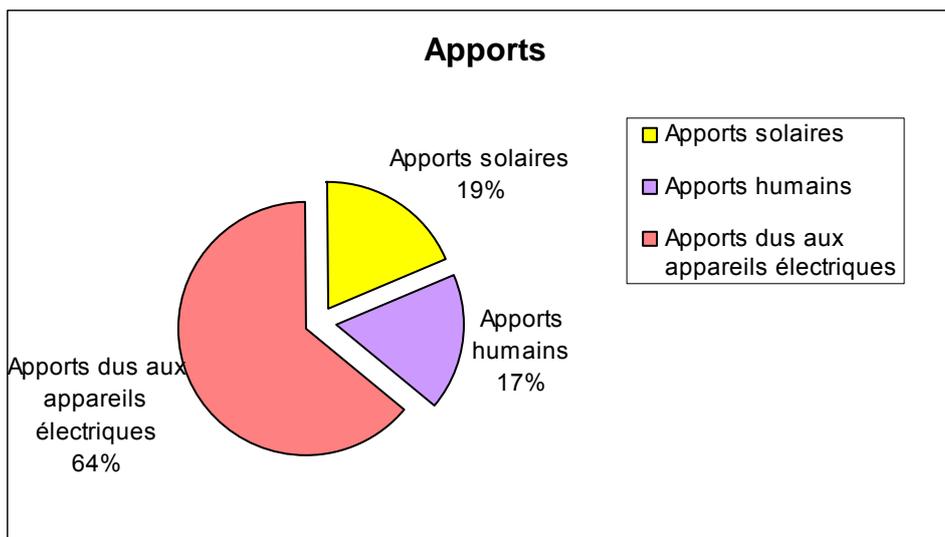
Le renouvellement d'air représente près de la moitié des déperditions du bâtiment.

Les fenêtres simple vitrage représentent une part négligeable des déperditions car il n'en reste plus que deux dans la clinique.

On relève sur le bâtiment '2007' la présence de grilles de désenfumage directement implantées sur les portes donnant sur l'extérieur et présentant une très mauvaise étanchéité. Cependant, les pertes exactes engendrées par ces grilles de désenfumage sont difficiles à évaluer.

### b) Apports internes

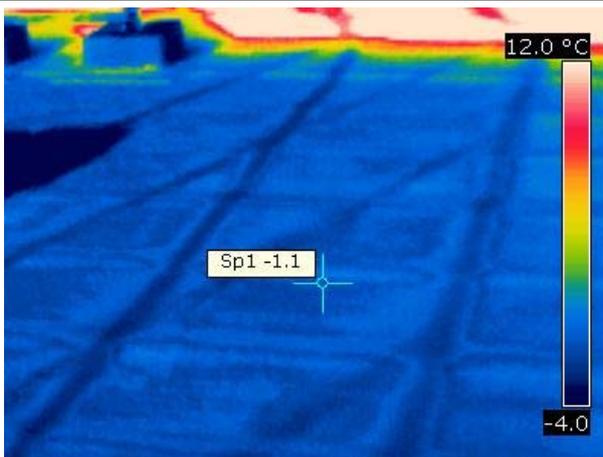
Tous les bâtiments du site ont été pris en compte. Les résultats suivants sont obtenus :



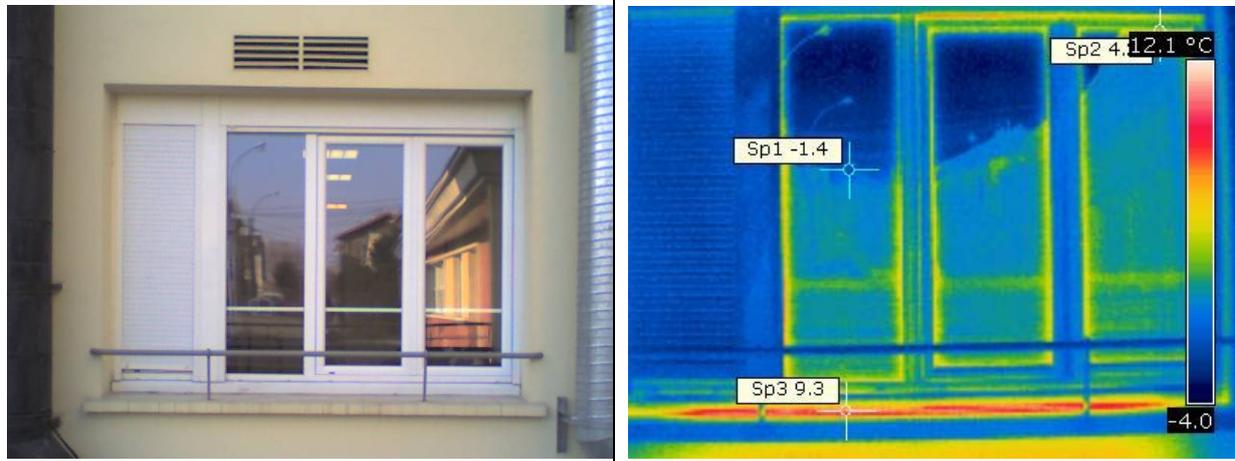
Il est constaté que l'appareillage électrique représente la majorité des apports internes.

### c) Thermographie des bâtiments

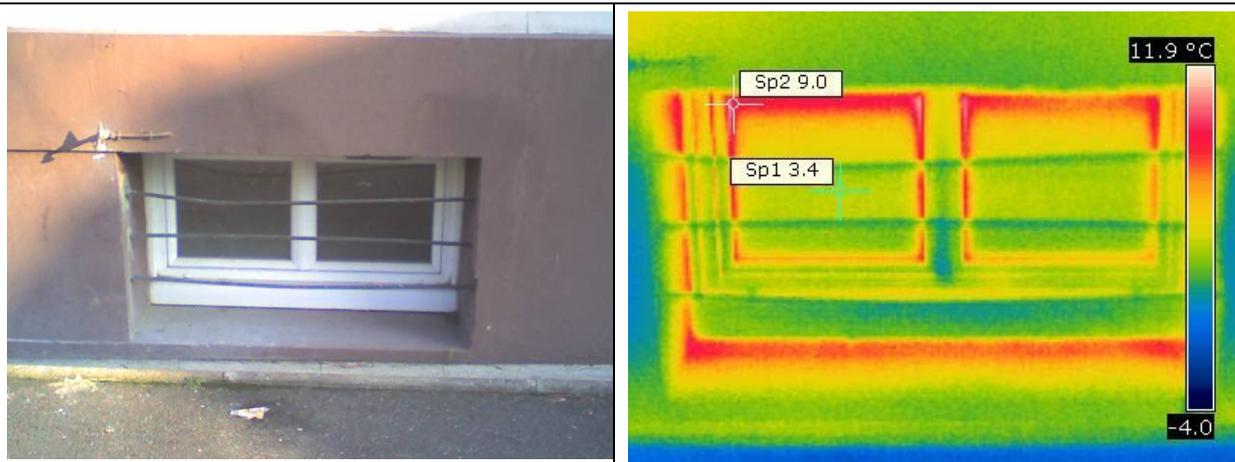
Des prises de vue en infrarouge ont été réalisées sur les bâtiments principaux pour caractériser son niveau d'isolation :

Bâtiment 1936	Niveau de performance thermique : MOYEN
	
<p style="text-align: center;">Ponts thermiques      Déperditions par les menuiseries</p> <p>Les parois du bâtiment 1936 semblent globalement correctement isolées. On constate la présence de quelques ponts thermiques ainsi que quelques déperditions par les menuiseries.</p>	
	
<p>Concernant la toiture, les températures mesurées de surface sont proches des températures extérieures (différence de 3°C). Par conséquent les déperditions par les toitures sont limitées.</p>	
	
<p>Le sas d'entrée n'est composé que d'une seule porte. Un rideau d'air chaud permet de maintenir un</p>	

certain confort. Cependant, la thermographie met en évidence l'aspect très déperditif des parois du hall d'entrée.



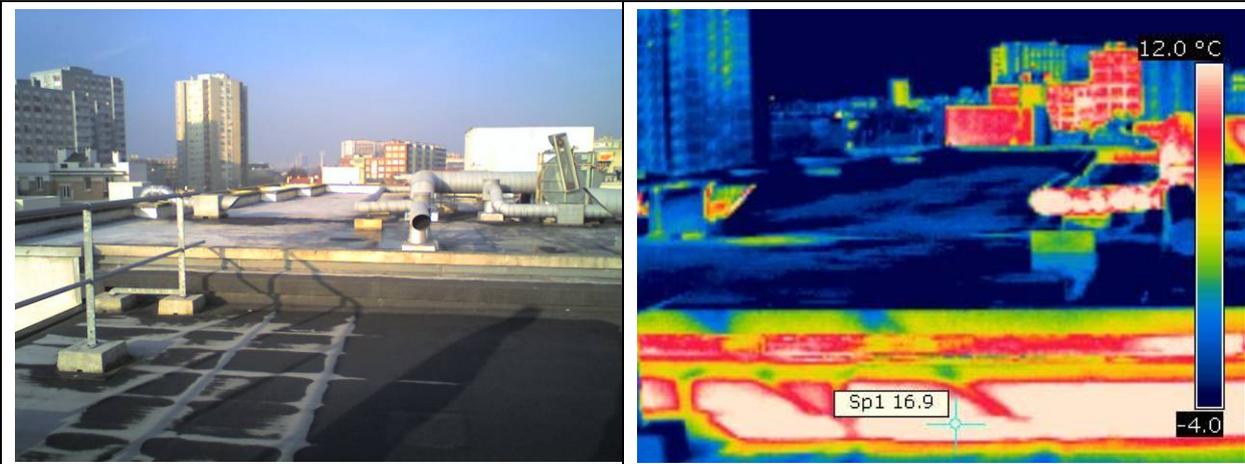
Les fenêtres du RdC étant en double vitrage sont peu déperditives, de même pour les menuiseries en PVC. La présence d'une exfiltration d'air sur la bordure de la fenêtre conduit à d'importantes pertes de chaleur.



Les fenêtres du RdJ, bien qu'en double vitrage, sont assez déperditives (température de surface nettement supérieure à la température extérieure). Les menuiseries ont également un impact important sur les déperditions.

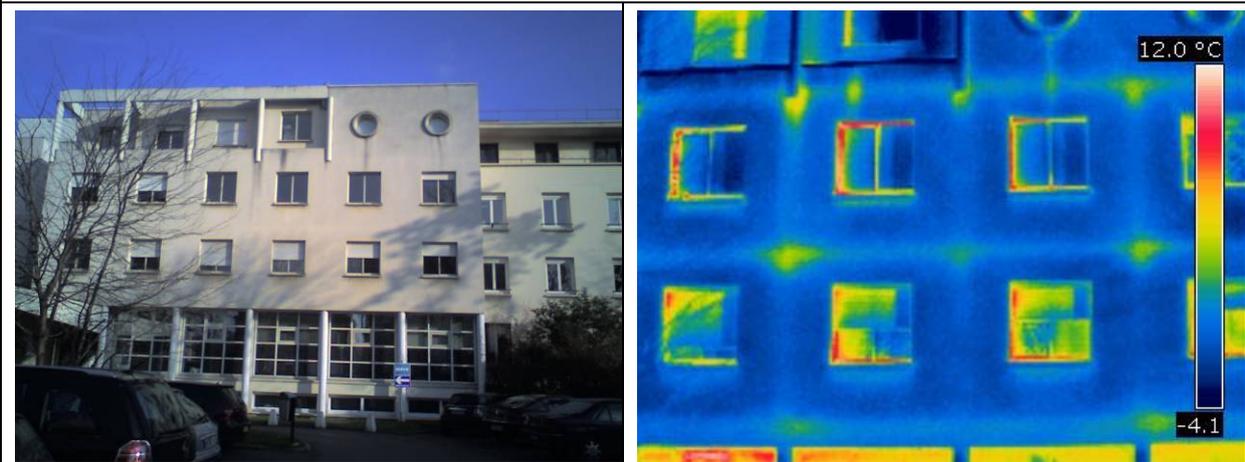
Bâtiment 1992

Niveau de performance thermique : MOYEN

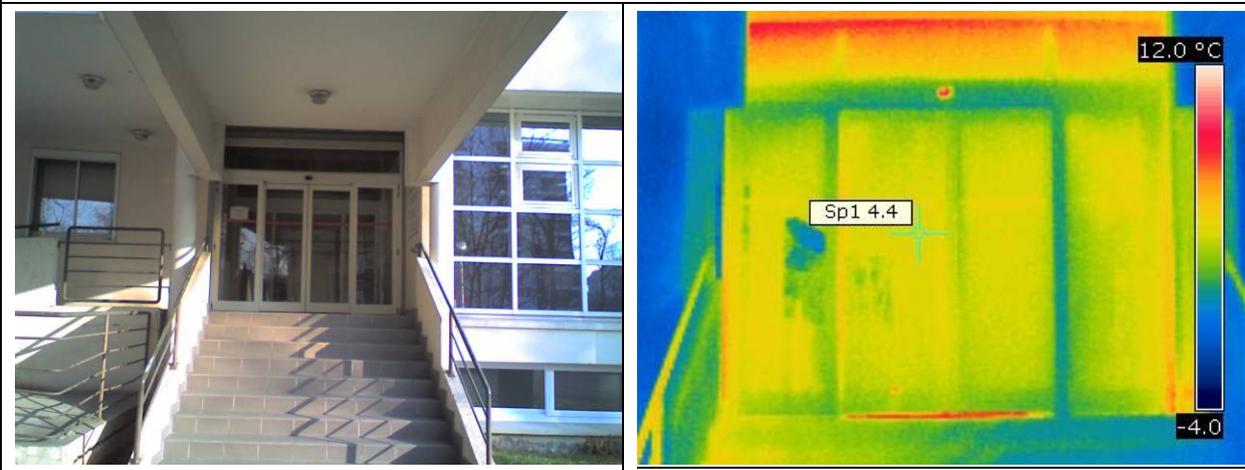


Au niveau de la toiture, les températures mesurées de surface sont proches des températures extérieures. Par conséquent les déperditions par les toitures sont limitées.

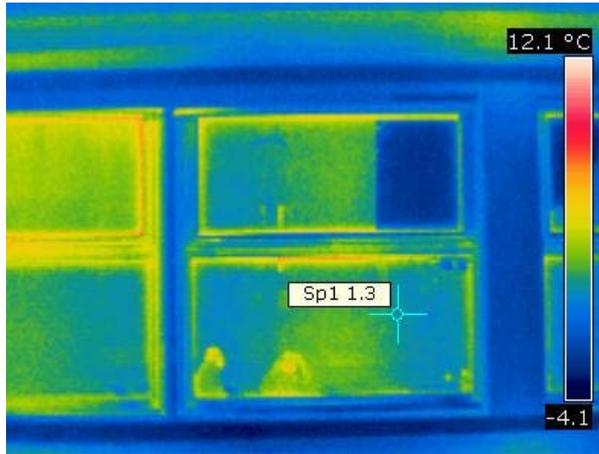
Cependant, au niveau de la jonction entre les bâtiments 1992 et 1936, les déperditions sont très importantes. Ce phénomène est visible grâce à la différence de température (20°C) entre la surface et la température extérieure.



La façade est globalement bien isolée. Cependant, d'importants ponts thermiques peuvent être observés ainsi que des déperditions au niveau des menuiseries des fenêtres.



Contrairement à l'entrée du bâtiment 1936 qui ne comporte pas de sas, celui-ci permet d'éviter les pertes de chaleur et surtout d'augmenter le confort des occupants du hall en évitant les courants d'air froid.

Bâtiment 2007	Niveau de performance thermique : BON
	
<p>Globalement, les parois de ce bâtiment sont bien isolées. Les fenêtres sont également peu déperditives. Le seul défaut se trouve au niveau des menuiseries mais dans une moindre mesure que pour les bâtiments 1936 et 1992.</p> <p>Les toitures de ce bâtiment sont globalement peu déperditives.</p>	
	
<p>Une thermographie réalisée sur cette installation atypique de désenfumage a permis de constater l'importance des apports d'air froid dans ce hall accueillant les personnes se rendant au service de dialyse.</p> <p>Cet apport d'air froid est actuellement compensé par une surchauffe locale.</p>	

Le niveau de performance thermique du site (hors pavillon) est correct.

### 1.5.5 Les énergies utilisées

#### a) L'électricité

Les installations du bâtiment principal sont alimentées depuis le réseau EDF HTA 20 kV. Le tarif souscrit est réglementé et de type vert A5 Longues utilisations (puissance souscrite au 1<sup>er</sup> janvier 2009 : 280 kW). Le comptage général destiné à la facturation est situé au niveau du TGBT. Il n'existe aucun sous-comptage (par activité ou par usage).

Le local TGBT est situé au RdC et a été restructuré et rénové en 2005. L'électricité alimente :

- Les centrales de traitement d'air, les extractions (environ 46 000 m<sup>3</sup>/h traités)
- La production de froid (environ 310 kW froid)
- Les auxiliaires de chaufferie gaz
- Les éclairages intérieurs et extérieurs
- Les usages médicaux (imagerie médicale, stérilisation...)
- Les prises de courant (bureautique, télévisions...)
- Quelques batteries de chauffe électriques sur les CTA
- Les installations de cuisine (laquelle est également alimentée en gaz naturel)

Le poste électrique comporte un groupe électrogène capable de reprendre en quelques secondes la totalité des besoins (350 kW) en cas de coupure sur le réseau. Un essai de fonctionnement est effectué tous les mois.

La maison de ville fait l'objet d'un point de livraison EDF indépendant en basse tension. Le tarif souscrit est de type bleu.

#### b) Le gaz

Le gaz sert à la production de chaleur pour le chauffage du bâtiment principal, ainsi qu'en cuisine.

Un seul contrat est souscrit mais deux comptages séparés existent : un pour la chaufferie et un pour la cuisine.

### 1.5.6 Installations thermiques

#### a) Production et distribution de chaleur

La production d'eau à 80°C constante est assurée par deux chaudières de marque STREBEL - puissance nominale 380 kW - alimentées au gaz naturel, installées en 1984. Les brûleurs sont plus récents : l'un date de 2005 et l'autre de 2009.

Ces chaudières, bien qu'en bon état apparent, approchent de leur fin de vie et nécessiteront un renouvellement avant 2015.

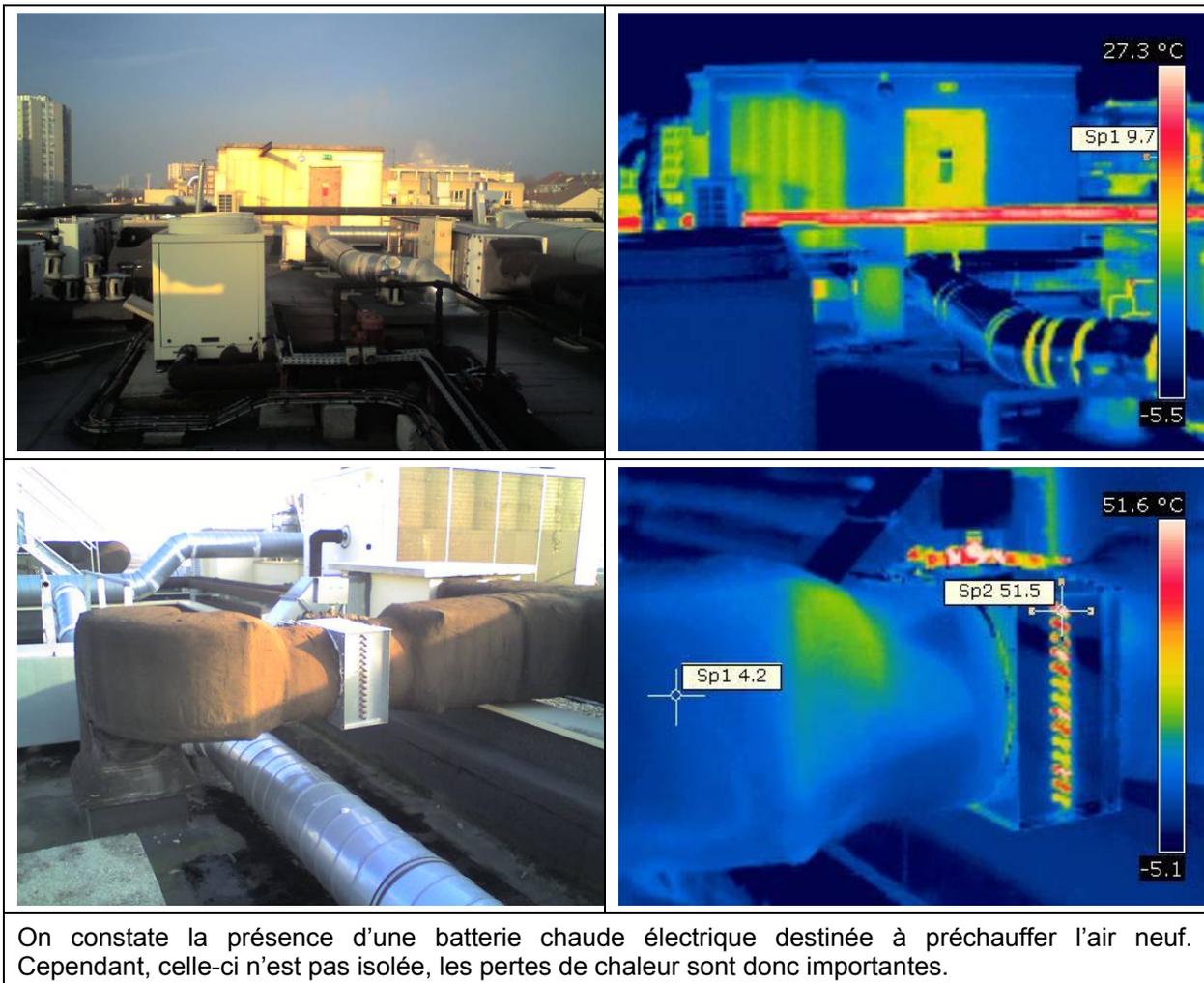
La distribution d'eau chaude de chauffage s'effectue selon sept réseaux distincts :

- Quatre réseaux alimentant les radiateurs des bâtiments 1936 et 1992
- Un réseau alimentant les radiateurs de l'extension 2007
- Deux réseaux alimentant les centrales de traitement d'air (quelques centrales disposent d'une batterie de chauffage électrique)

Les 4 réseaux alimentant les radiateurs comportent bien une vanne trois voies qui permet la régulation de la température de départ en fonction de la température extérieure.

Selon le plan affiché en chaufferie, seul le départ relatif à l'extension 1992 ('bâtiment Rabelais') est équipé d'une vanne 3 voies.

Les canalisations d'eau chaude de chauffage cheminant en chaufferie sont correctement calorifugées. Par contre, en ce qui concerne les canalisations alimentant les CTA cheminant en terrasse, le calorifuge est nettement insuffisant comme l'atteste la vue thermographique suivante.



#### b) Production et distribution de froid

La production de froid est réalisée de différentes façons :

- Par un groupe à eau glacée (157 kW froid) desservant l'ensemble des CTA du bâtiment 2007, et installé lors de la construction de ce bâtiment
- Par un groupe à eau glacée dédié à une CTA Orthopédie (salles 1 et 2)
- Par des groupes de froid en détente directe dédiés chacun à une centrale de traitement d'air (CTA Blocs)

- Par des groupes de froid en split pour ce qui concerne le service Imagerie Médicale, quelques chambres climatisées, l'accueil, le salon, la salle serveur

La plupart de ces groupes sont installés en terrasse du bâtiment principal.

Le tableau récapitulatif des groupes froid installés figure ci-dessous avec en noir les données fournies et en bleu les données estimées en l'absence d'information plus précise.

		ZONE	REFERENCES	TYPE	FLUIDE	Puissance (kW)
BAT 36	GF	Bloc orthopédie salles 1/2	Daikin	GF rév?	?	20
	GF	Bloc orthopédie salle 3	TBL330X	GF DD	?	8,8
	GF	Bloc orthopédie salle 4	?	GF rév	?	10
	clim	Radio Salle 1	GR RXS35 + TA FFQ35	clim DD	R410A	3,5
	clim	Radio Salle 2	GR RXS35 + TA FFQ35	clim DD	R410A	3,5
	clim	Radio Echographie	GR RXS25 + TA FFQ25	clim DD	R410A	2,5
	clim	Radiologie	GR RXS35 + TA FFQ35	clim DD	R410A	3,5
	clim	Salle serveur	Mitsubishi MS209Y	clim DD	?	?
BAT 92	GF	Bloc ophtalmo salle 1	TBL CSAG309	GF DD	R22	9,6
	GF	Bloc ophtalmo salle 2	TBL CSAG309	GF DD	R22	9,6
	GF	Bloc endoscopie salle bleue	TBL 338X	GF DD	?	10
	GF	Bloc endoscopie salle jaune	TBL 265X	GF DD	?	10
	GF	Bloc endoscopie salle rose	TBL 265X	GF DD	?	10
BAT 2007	GF	Stérilisation	Daikin EWAP160	Groupe eau glacée 2007	R407C	157
		Pharmacie Biomédical				
		Dialyse				
		Circulations niv.0/1/2				
		Réveil				
	clim	6 chambres	Daikin VRV RXYQ10P + 6 FXAQxx	clim DD révers.	R410A	30
	clim	accueil	Daikin RQ71BV3 + 2 cassettes FFQ35	clim DD	R410A	7,1
clim	salon	Daikin RXS35 + cassette FFQ35	clim DD	R410A	3,5	
clim	? (RDJ)	Daikin RR100BV3 + FBQ100	clim DD	R410A	10	
clim	? (R+3)	Airwell GCNG12 + SXSP15	clim DD	?	2,1	

On note la présence de plusieurs groupes fonctionnant au **R22** (principalement sur le bâtiment 92) qui devront impérativement avoir été remplacés avant 2015. Tous les autres groupes sont assez récents.

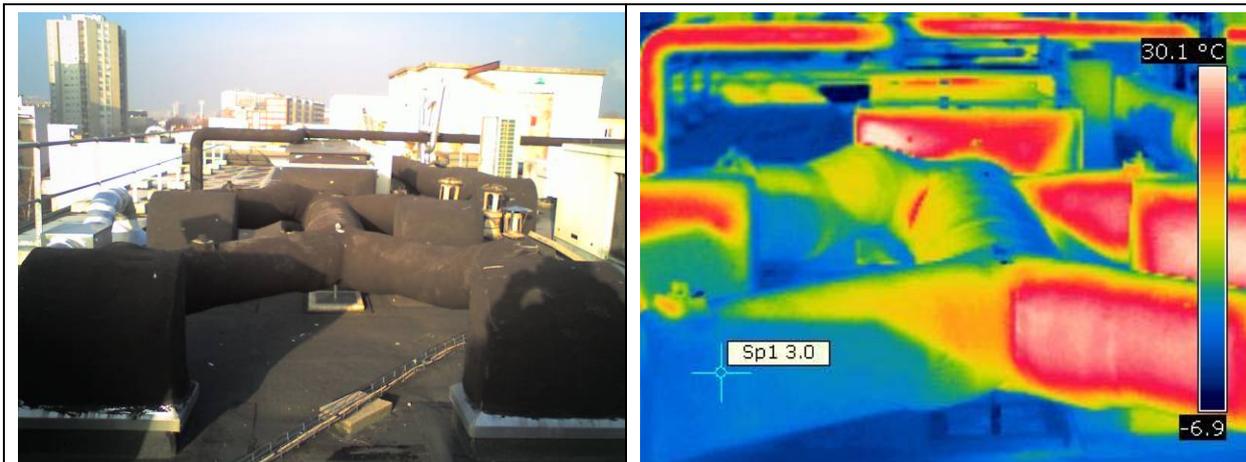
Les canalisations de froid sont presque intégralement situées en extérieur sur la terrasse : leur calorifuge est ainsi soumis aux intempéries. Ces calorifuges sont anciens, et seule une thermographie infrarouge réalisée en été permettrait de vérifier l'état de l'isolant.

### c) Distribution terminale et Ventilation

Seuls les blocs opératoires, la salle de réveil, les circulations du bâtiment 2007, le service de dialyse, la stérilisation et la pharmacie sont desservis en air traité (en chaud et en froid) par des **Centrales de Traitement d'air**.

	zone	type	souffl. m3/h	BC	BF	Extraction	m3/h	GF	
BAT 36	CTA Bloc orthopédie salles 1/2	Hydronic CCH38	Tout air neuf	3700	EC	EG		GF révers. ?	
	CTA Bloc orthopédie salle 3	Hydronic CCM45	recycl + AN fixe	3000	6kW élec	DD	2 x MV96P	GF DD	
	CTA Bloc orthopédie salle 4	Hydronic CCM45	recycl + AN fixe	3000	EC	DD		GF rév	
	clim Radio Salle 1							clim DD	
	clim Radio Salle 2							clim DD	
	clim Radio Echographie							clim DD	
	clim Radiologie							clim DD	
	clim Salle serveur							clim DD	
BAT 92	CTA Bloc ophtalmo salle 1	TBL ABX	recycl + AN fixe	3150	12kW élec	DD	2 MV9/6P	GF DD R22	
	CTA Bloc ophtalmo salle 2	TBL ABX	recycl + AN fixe	3150	12kW élec	DD		GF DD R22	
	CTA Bloc endoscopie salle bleue	TBL CSP 33/8	?		EC	DD		GF DD	
	CTA Bloc endoscopie salle jaune	Hydronic CTB40	?		EC	DD		GF DD	
	CTA Bloc endoscopie salle rose	Hydronic CTB40	?		EC	DD		GF DD	
BAT 2007	CTA 1 Stérilisation		tout air neuf	3100	EC	EG	(E1) Modulys	2900	Groupe eau glacée 2007
	CTA 2/3 Pharmacie Biomédical		tout air neuf	4290	EC	EG	(E3) Modulys	2400	
	CTA 4 Dialyse		mélange motorisé	5470	EC	EG	(CTA4)	5230	
	CTA 5 Circulations niv.0/1/2		tout air neuf	2960	EC	EG	(E2) Modulys	5695	
	CTA 6 Réveil		tout air neuf	5100	EC	EG	(E6) Modulys	5400	
	VMC VMC niv.1/2						VEGA7500HP	2650	

L'ensemble de ces CTA sont en bon état apparent et font l'objet d'une maintenance suivie par un prestataire spécialisé dans ce domaine. Les gaines de ventilation, cheminant comme les canalisations de froid en terrasse, bien que d'aspect assez vétuste, présentent une isolation satisfaisante de leur calorifuge comme le montre la vue ci-dessous.



La température de surface est assez proche de la température extérieure (qui était de  $-4^{\circ}\text{C}$  le jour des mesures), ce qui confirme que l'isolation est satisfaisante.

On constate sur la droite des zones en rouge ; celles-ci sont dues au soleil et ne sont donc pas représentatives de la performance du calorifuge.

L'ensemble des autres locaux (chambres, consultations, bureaux, imagerie médicale, restaurant du personnel), non desservis en air par des CTA, sont chauffés par des **radiateurs à eau chaude**, avec robinet thermostatique dans le bâtiment '2007', mais généralement sans robinet thermostatique dans les bâtiments '1936' et '1992'.

Quelques locaux (imagerie médicale, quelques chambres, l'accueil, le salon, la salle serveur) sont climatisés par **climatiseur individuel en split-system (éventuellement réversible)**.

Le renouvellement d'air des zones non desservies par les CTA (chambres principalement) s'effectue par les entrées d'air en haut des fenêtres, sinon par ouverture de celles-ci.

Tous les sanitaires sont pourvus d'extraction mécanique (VMC). Voir remarques au chapitre 4.2. Analyse des performances énergétiques – Dysfonctionnements.

La maison de ville est chauffée par des convecteurs électriques (système autonome).

#### d) Eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire est produite sur deux échangeurs à plaques disposés sur le réseau primaire en chaufferie. Le second échangeur a été installé lors de l'extension de 2007 : les installations sont conçues pour être redondantes, la totalité des besoins pouvant quasiment être assurée par un seul échangeur. Ce type d'installation permet de pallier la défaillance d'un des deux échangeurs. Ces deux échangeurs sont en bon état apparent.

La distribution s'effectue sur 2 réseaux distincts, avec boucle de recirculation réchauffée par l'échangeur. Quelques tronçons de tuyauterie en chaufferie ne sont pas calorifugés. Le calorifuge des réseaux de distribution n'a pu être contrôlé car difficile d'accès.

#### 1.5.7 Eclairages

Les éclairages diffèrent selon les zones. Le remplacement des plus anciens par des éclairages performants se fait progressivement sur le site au fur et à mesure de la rénovation des services.

On trouve encore des **lampes à incandescence** (60W) en plafonnier des chambres du bâtiment '1992' (a priori peu utilisées) ou dans les hublots de certaines circulations. De même, plusieurs couloirs du bâtiment 1992 sont encore équipés de lampes à incandescence en spot encastré sous plafond.

Les éclairages des circulations et têtes de lit des chambres des bâtiments '1936' et '1992' comportent des tubes fluorescents sur **ballast ferromagnétique**. Pour les circulations (ainsi que dans le restaurant du personnel), il s'agit de pavés avec 4 tubes de 18 W ; pour les chambres, il y a généralement un tube de 58W dirigé vers le plafond, et un tube de 36W vers le lit.

Tous les autres éclairages sont à base de **lampes ou tubes fluorescents basse consommation** de type (fluocompacte ou tube à ballast séparé), dimensions et puissances diverses (36 et 55 W). En particulier, les circulations sont progressivement équipées de plafonniers encastrés comportant 2 lampes fluocompactes de 36W.

Quelques locaux (vestiaires, box ambulatoires) disposent de système d'allumage / extinction automatique par détecteur de présence.

Les équipements installés semblent pertinents par rapport à l'utilisation du site, même si des solutions complémentaires pourraient être mises en œuvre et seront étudiées dans la phase 2.

Une analyse de la performance de certains de ces équipements pourra être trouvée dans la partie [Analyse des performances énergétiques –Dysfonctionnements](#).

Concernant la commande des éclairages, il n'existe pas de commande généralisée sur le site. Cette fonctionnalité pourrait être mise en place avec la GTB.

### 1.5.8 Process

Le process représente une part importante des consommations hospitalières. Cette partie du rapport n'aura pas vocation à être exhaustive mais les différents éléments suivants peuvent être cités :

- les fluides médicaux stockés (oxygène, azote, protoxyde d'azote, air médical) qui ne génèrent pas de consommation d'énergie
- les fluides médicaux produits sur place par compression (air médical, vide)
- l'osmoseur dédié à la dialyse
- les équipements lourds (scanner, radiographie...), le matériel médical
- les équipements de bureautique
- la stérilisation
- la restauration des patients et du personnel...

L'estimation des consommations de cette partie se fera à partir du logiciel IOSIS et non sur une analyse précise des équipements en présence. Les hypothèses de calcul pourront être trouvées en annexes.

### 1.5.9 Gestion technique

Il n'existe aucune installation de gestion technique centralisée des installations. Celles-ci sont gérées par des régulateurs indépendants (chaudières, départs réseaux de chauffage, groupes de froid, CTA). Concernant le traitement des factures, elles sont gérées par le service financier et transmises au service technique pour validation.

Les contrats de sous-traitance sont gérés uniquement par le responsable technique avec au besoin des réunions.

## 1.6 Données manquantes ou extrapolées

Certaines données nécessaires à l'étude n'ont pas pu être obtenues et ont été par conséquent extrapolées. Il s'agit :

- Caractéristiques des bâtiments : les caractéristiques thermiques ont été évaluées à partir de leurs années de construction (voir les différentes RT).
- Descriptif des équipements lourds (scanner, matériel stérilisation...). la consommation de ces équipements a été estimée à partir de certaines données constructeurs disponibles sur les sites de centrales d'achat.
- Les horaires de fonctionnement des services et des équipements. Globalement, le fonctionnement des équipements est lié au fonctionnement des services correspondants (sauf pour l'imagerie). Ces horaires sont donnés dans le tableau suivant :

	OCCUPATION
HEBERGEMENT MCO	Permanente (hors vacances)
HOPITAL DE JOUR	En journée (12h/j ; 5j/sem.)
DIALYSE	En journée (12h/j ; 7j/sem.)
CONSULTATIONS ET IMAGERIE	En journée (10h/j ; 5j/sem.)
SALLES D'OPERATION	En journée (12h/j ; 5j/sem.)
SERVICES TRANSVERSAUX (stérilisation, ateliers...)	En journée (10h/j ; 5j/sem.)

## 1.7 Bilan des consommations

### 1.7.1 Consommations électriques

Les installations du bâtiment principal sont alimentées depuis le réseau EDF HTA 20 kV. Le tarif souscrit est de type vert A5 Longues utilisations (puissance souscrite au 1<sup>er</sup> janvier 2009 : 280 kW).

Le bilan de consommation, hors maison de ville, sur 3 années est le suivant :

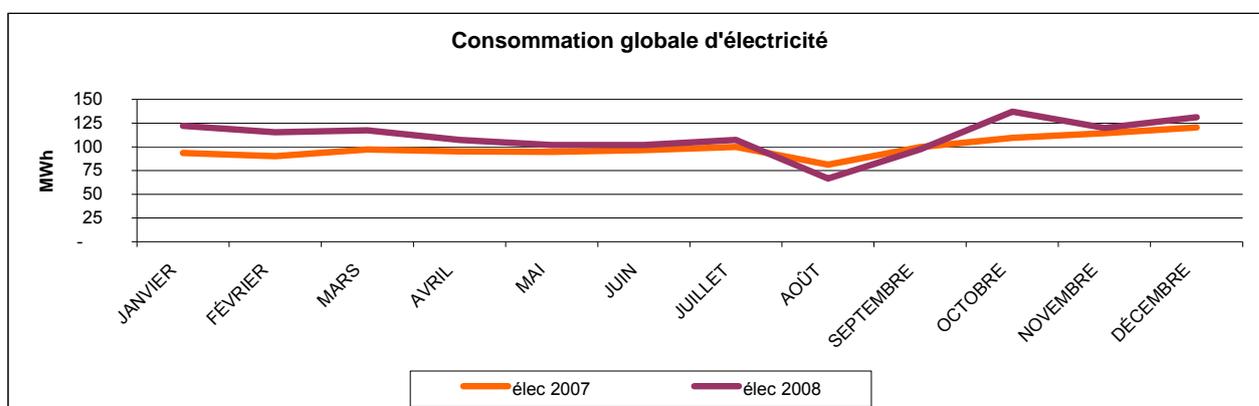
Année	2006	2007	2008
Electricité (kWh)	610 760	1 191 794	1 326 242

La consommation de l'année **2006**, avant ouverture du nouveau bâtiment dit 2007, est inférieure de moitié à la consommation relevée en 2007

Cela peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- L'installation d'un service de dialyse dans le nouveau bâtiment
- La climatisation des chambres avec un taux de renouvellement d'air important.

L'évolution de la consommation globale mensuelle sur les deux dernières années est la suivante :

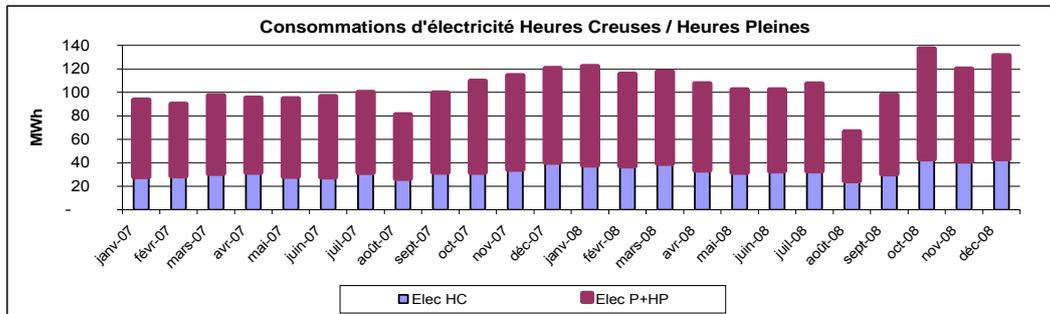


Plusieurs constatations peuvent être faites à partir de ces données :

- Les consommations mensuelles pour 2007 et 2008 deviennent très similaires à partir du mois de mai 2007, (mise en service en avril et inauguration du nouveau bâtiment en décembre 2007) à l'exception du mois d'octobre 2008 qui présente un point singulier
- Les consommations électriques augmentent très sensiblement pendant la période d'hiver (100 MWh par mois mini en été, hors août, et 130 MWh maxi en hiver, soit +30%)
- Une nette réduction de la consommation est constatée au mois d'août, liée à la fermeture de la clinique. Cependant le talon de consommation reste très important. Cette consommation résiduelle peut être liée selon l'établissement à la fois aux purges du réseau d'eau chaude et au fonctionnement permanent de certains équipements :
  - Les climatiseurs et groupes à eau glacée
  - Les CTA
  - La chaufferie (pompes...)

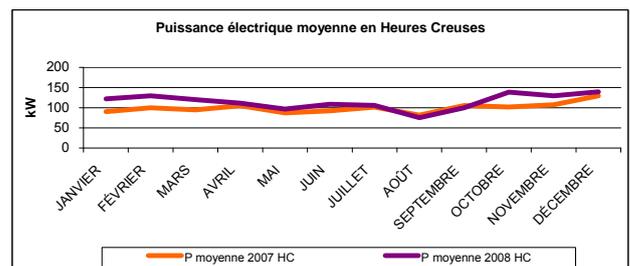
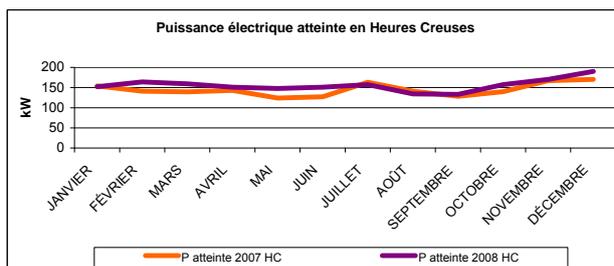
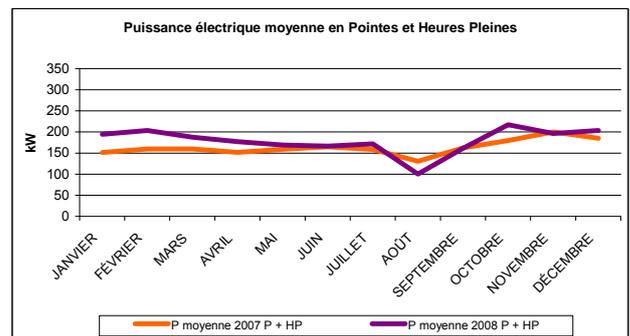
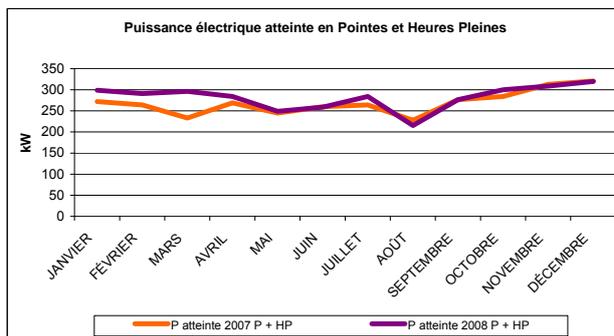
- 2/5 de l'éclairage

Ces consommations se répartissent dans le temps de la façon suivante :



La consommation en **heures creuses** (la nuit de 22h à 6h ainsi que le dimanche toute la journée) est relativement constante (30 à 40 MWh par mois), et représente **près du tiers** de la consommation totale annuelle.

Les **puissances appelées**, maximales et moyennes, évoluent selon les courbes suivantes :



Les puissances **maximales** appelées sont de **320 kW** le jour, soit durant l'activité maximale (consultations, imagerie médicale et blocs opératoires), et **190 kW** la nuit (ou le dimanche) où ne subsistent que les besoins propres à l'hébergement.

Les puissances **moyennes appelées** évoluent, comme les consommations, entre 150 et 200 kW le jour, et de 100 à 140 kW la nuit.

La répartition des consommations d'électricité selon les secteurs principaux de la clinique a été réalisée dans la partie [Répartition des consommations par usage](#).

### 1.7.2 Consommations de gaz

Le bilan de consommation de gaz sur 3 années est le suivant :

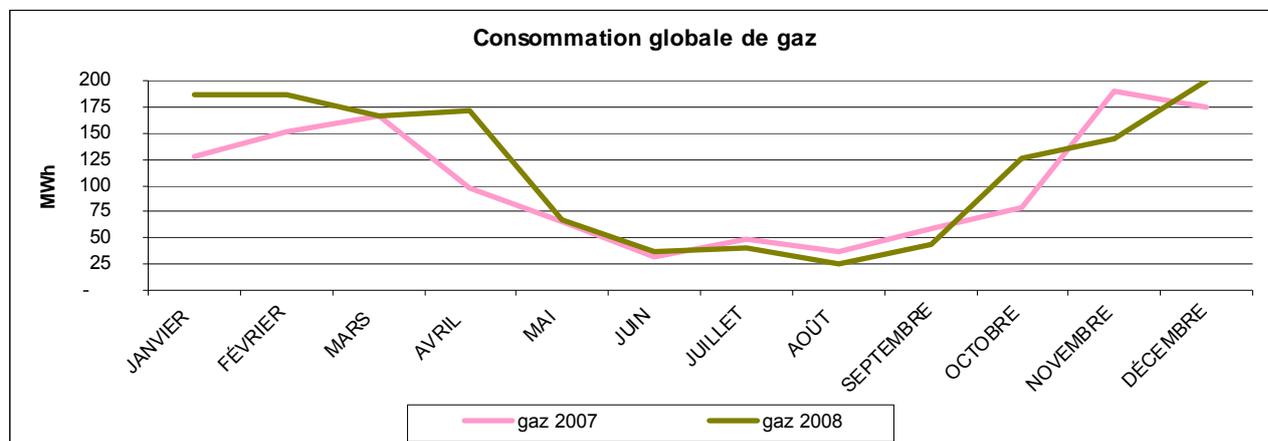
Année	2006	2007	2008
Gaz (kWh PCS)	614 634	1 227 657	1 392 437

Comme pour l'électricité, l'ouverture d'une nouvelle partie du bâtiment en 2007 entraîne un doublement des consommations de gaz de 2006 à 2007.

Cependant, ce nouveau bâtiment représente seulement un tiers environ de la surface globale.

Pour un bâtiment RT 2005, sa consommation est donc proportionnellement particulièrement importante (cf. consommations électriques).

L'évolution de la consommation globale mensuelle de gaz sur les deux dernières années est la suivante :



Plusieurs constatations peuvent être faites à partir de ces données :

- Le talon de consommation en juin, juillet est à peu près constant et correspond à la consommation d'ECS et aux besoins de gaz de la cuisine.
- Le talon de consommation en août, bien que légèrement plus faible, reste équivalent à celui de juin alors que la clinique est fermée. Ceci est lié aux purges sur le réseau d'eau chaude sanitaire nécessaires pour éviter l'accumulation d'eau dans les réseaux et l'apparition de légionelle.
- Les consommations de gaz suivent les besoins liés à la période de chauffe ; elles sont similaires pour les deux années à partir de mai 2007 (ouverture de l'extension).

La courbe permet d'évaluer la part de gaz relative à l'**eau chaude sanitaire** et à la **cuisine** à environ 400 MWh soit **30%** de la consommation totale annuelle.

La répartition des consommations d'électricité selon les secteurs principaux de la clinique a été réalisée dans la partie [Répartition des consommations par usage](#).

### 1.7.3 Consommations d'eau

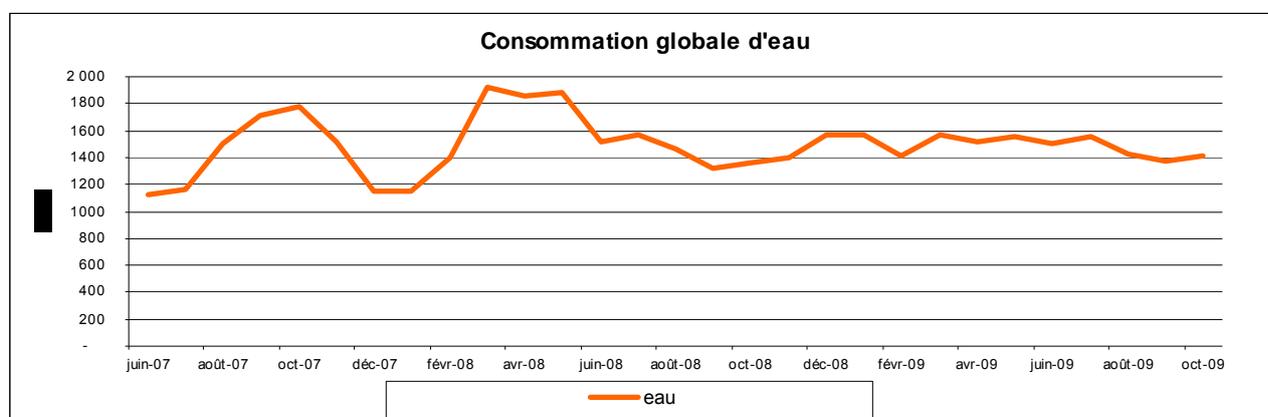
Le bilan de consommation d'eau, hors pavillon, sur 3 années est le suivant :

Année	2006	2007	2008
Eau (m3)	10 159	18 585	17 714

On constate une augmentation importante de l'eau consommée à partir de 2007 (+80%) liée à la mise en service de l'extension. L'une des explications principale est la présence d'un service de dialyse dans l'extension. L'eau utilisée dans ce processus représente une part très importante des consommations de la clinique du Landy.

Pour 2008, les consommations d'eau représentent 126 m3/lit et place. La clinique se situe donc dans la moyenne de consommation.

L'évolution de la consommation mensuelle en eau est la suivante :



Ce graphique a été obtenu en répartissant mensuellement les consommations **trimestrielles** fournies par la clinique du Landy : à partir de juin 2008, la consommation d'eau est à peu près constante ; pour les périodes précédentes, on peut penser que les variations constatées, très improbables, sont dues au fait que la facturation a été réalisée sur la base de consommations estimées (la moyenne mensuelle de juin 2007 à mai 2008 s'établit à 1500 m<sup>3</sup>/mois).

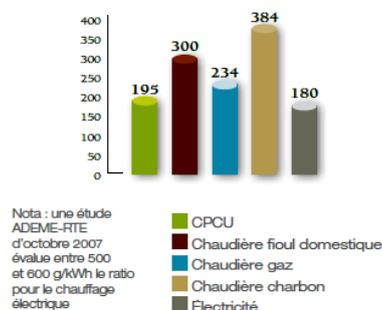
#### 1.7.4 Emissions de gaz à effet de serre

##### a) Base de calcul

Données extraites de l'arrêté du 15/09/2006 relatif au diagnostic de performance énergétique des bâtiments proposés à la vente.

Ces valeurs sont utilisées lors du calcul des émissions de CO<sub>2</sub> relatives au dispositif de **production de chaleur**.

ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> EN g PAR kWh UTILE CHEZ LE CLIENT SELON LE MODE DE CHAUFFAGE



Concernant l'électricité Tous usages, le ratio à appliquer est de **84 g / kWh**.

##### b) Emissions

L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre se fait en faisant intervenir la consommation en électricité et en gaz du site.

Energie	Electricité	Gaz	TOTAL
<b>Consommation</b>	1 326 MWh <sub>e</sub>	1 253 MWh PCI	-
<b>Ratio kg CO<sub>2</sub> / MWh</b>	84	234	-
<b>Tonnes CO2</b>	111	293	404
<b>%</b>	28%	72%	

Précision : PCS/PCI = 1.111 pour le gaz naturel.

A titre de comparaison, l'hôpital Bretonneau qui comporte environ 200 chambres a des émissions annuelles de 930 Tonnes CO<sub>2</sub>/an, soit un peu plus du double. Cette valeur est issue du document réalisé par l'ADEME : « Analyse des consommations énergétiques des établissements de santé franciliens ».

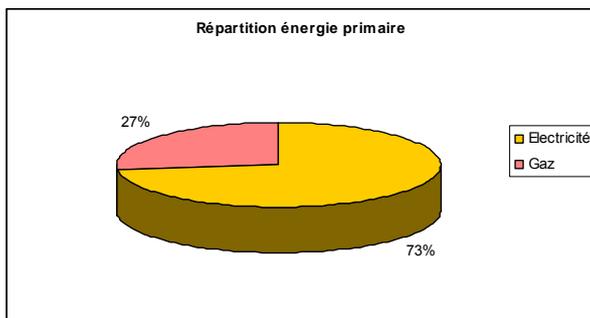
### 1.7.5 Consommations d'énergie primaire

Pour cette étude, il a été décidé de ne pas considérer la consommation conventionnelle d'énergie (usuellement utilisée dans les calculs thermiques et réglementaires). La consommation conventionnelle regroupant les consommations d'énergie d'un bâtiment pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux, ne prend pas en compte tous les process liés à l'activité de soins de l'établissement. De plus, les consommations liées aux équipements de l'établissement sont indissociables de son fonctionnement et sont également difficiles à estimer comparativement aux consommations globales.

Il a donc été retenu pour l'étude de considérer la consommation en énergie primaire au m<sup>2</sup> SHON pour mesurer la performance énergétique du site, soit la consommation énergétique totale.

Les ratios obtenus ne peuvent donc pas être comparés tel quel aux ratios dit 'réglementaires'.

Energie	Electricité	Gaz	TOTAL
<b>Consommation en énergie Finale</b>	1 326 MWh <sub>e</sub>	1 253 MWh PCI	-
<b>Coefficient EP / EF</b>	2.58	1	-
<b>Consommation en énergie Primaire</b>	3 422 MWh <sub>EP</sub>	1 253 MWh <sub>EP</sub>	4 675 MWh <sub>EP</sub>
<b>%</b>	73%	27%	
<b>Ratio en kWh EF/m<sup>2</sup> utile /an</b>	164	155	-
<b>Ratio en kWh EF/m<sup>2</sup> SHON /an</b>	143	135	-
<b>Ratio en MWh EF/ lit /an</b>	12	11	-
<b>Ratio en kWh EP/m<sup>2</sup> utile /an</b>	424	155	579
<b>Ratio en kWh EP/m<sup>2</sup> SHON /an</b>	369	135	504
<b>Ratio en MWh EP/ lit /an</b>	30	11	41



L'électricité représente la majorité des consommations en énergie primaire, surtout à cause du coefficient EP/EF.

### 1.7.6 Impact budgétaire de l'énergie et de l'eau

Les dépenses en énergie et eau de la clinique se répartissent comme suit :

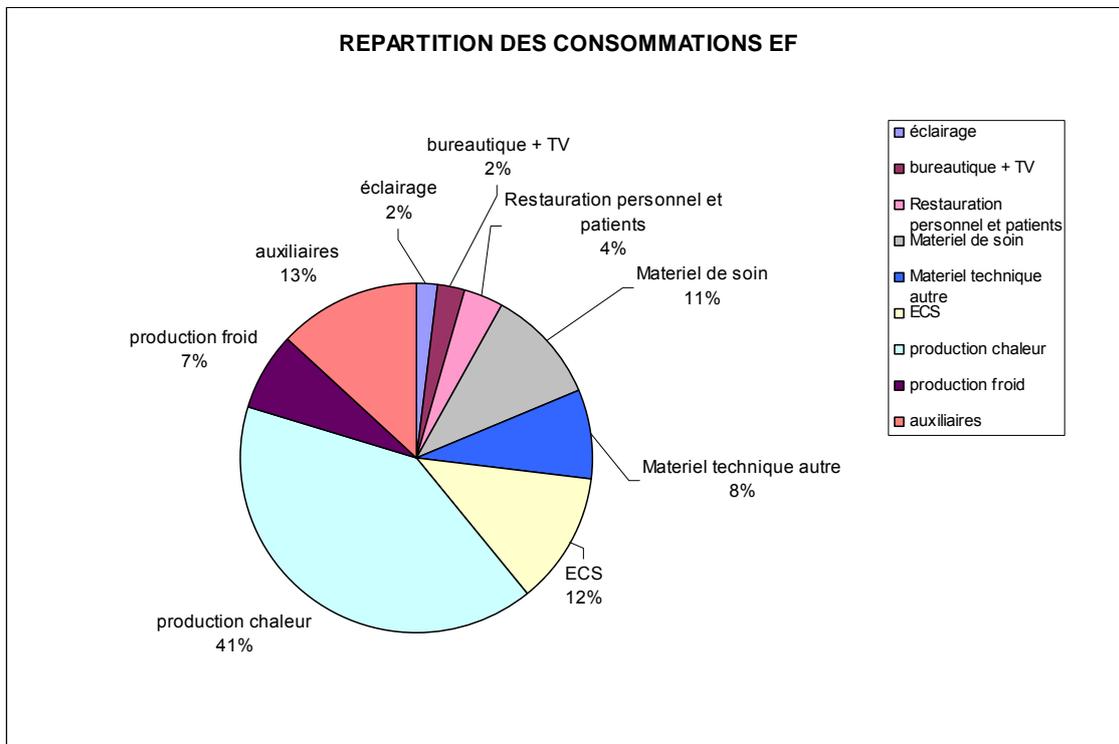
	MWH	Prix
<b>Gaz</b>	1 253	58 k€
<b>Electricité</b>	1 326	111 k€
<b>Eau</b>	17 700 m <sup>3</sup>	74 k€
<b>Total</b>		229 €
<b>Budget total de fonctionnement de l'établissement</b>		NC

### 1.7.7 Répartition des consommations par usage

La répartition des consommations par usage a été réalisée avec le logiciel développé en interne tout en restant en cohérence avec les différentes mesures réalisées.

L'intérêt d'utiliser cet outil est d'obtenir une représentation rapide et simplifiée de la répartition des consommations de cette clinique.

On obtient la représentation en énergie finale suivante :



On vérifie bien sur ce graphique que la consommation de gaz (chauffage + Eau Chaude Sanitaire) et la consommation électrique sont d'importance égale, tel que le révèlent les factures analysées plus haut.

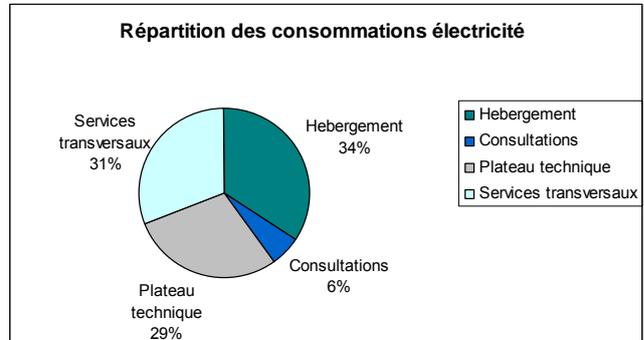
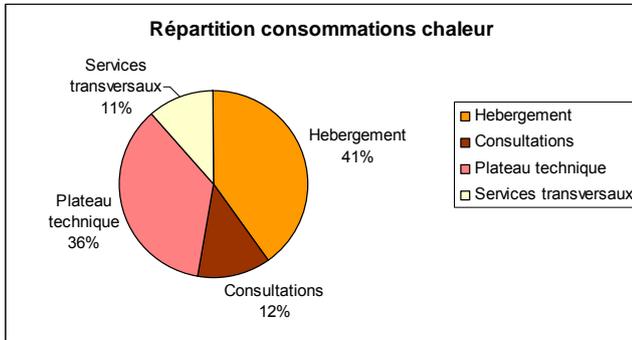
Le matériel de soin comprend notamment l'imagerie médicale et les installations de dialyse. Le matériel technique 'autre' comprend principalement les ascenseurs ainsi que le matériel de stérilisation.

L'ensemble des équipements électriques (imagerie, dialyseurs, bureaux + TV, restauration...) représentent plus de 30% des consommations totales de la clinique. La restauration représente une part faible mais non négligeable des consommations du site.

La part de l'éclairage apparaît particulièrement faible dans cette modélisation : le chiffre réel n'est certainement pas très loin, même si des améliorations peuvent encore être obtenues, du fait que 60% des lampes installées sont à basse consommation.

Concernant la part d'ECS, elle a été estimée à partir d'une hypothèse de consommation basse pour toute la clinique.

Les graphiques ci-dessous permettent de voir la répartition des consommations par type de surfaces.



On constate que l'hébergement représente la majorité des consommations de chauffage et d'électricité.

Les services transversaux, comprenant notamment l'administration, la stérilisation et la restauration représentent près d'un tiers des consommations électriques.

A titre de comparaison, l'étude réalisée par l'EHESP en 2008 par l'EHESP sur la maîtrise de l'énergie à l'hôpital.

(en [Annexe](#))

On constate que dans le cas de la clinique du Landy, la répartition diffère de façon importante par rapport aux études existantes.

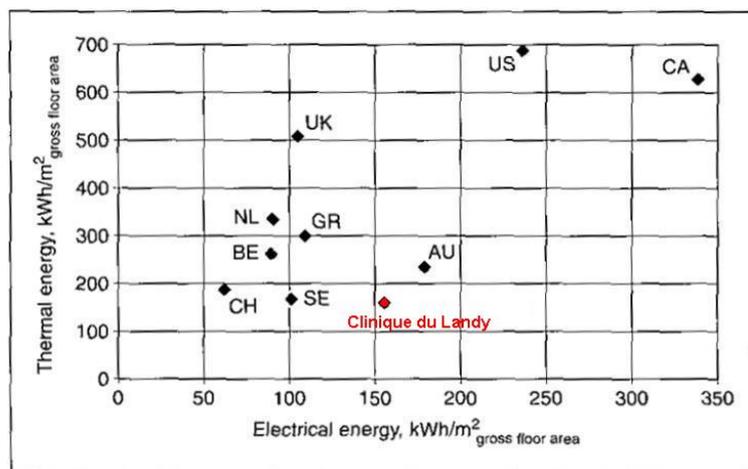
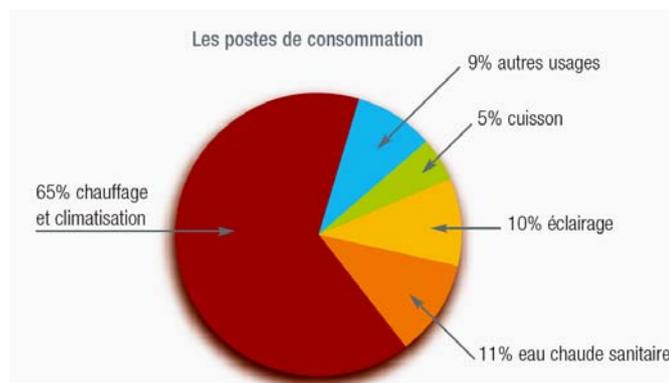
Une étude a été également menée par des scientifiques américains en 1997 sur la consommation au m<sup>2</sup> des hôpitaux de différents pays.

Pour la clinique du Landy, les ratios sont :

- Pour la partie gaz → 161 kWh EF /m<sup>2</sup> SHON /an
- Pour la partie électricité → 154 kWh EF /m<sup>2</sup> SHON /an

La consommation électrique est donc supérieure aux consommations usuelles en Europe.

Ces études sont assez anciennes mais les résultats mis en évidence correspondent aux ratios que nous observons habituellement.



## 1.8 Analyse des performances énergétiques

### 1.8.1 Bonnes pratiques déjà existantes

Sur le site de la clinique du Landy, certaines mesures sont déjà mises en place pour réduire la facture énergétique :

- La suppression quasi-totale des lampes à incandescence et le remplacement progressif des anciens luminaires par des lampes basse consommation, permettant de réduire la part de l'éclairage dans la consommation globale électrique.
- La présence de volets roulants extérieurs dans les chambres permettant de moduler l'entrée de la lumière.
- La présence de doubles vitrages récents dans toutes les chambres, et une isolation des parois dans l'ensemble correcte, y compris sur les plus anciens bâtiments, malgré les ponts thermiques constatés.
- Une détection de présence pour l'allumage de la lumière dans les vestiaires.
- Le chauffage par radiateurs fonctionne sur loi d'eau en fonction de la température extérieure. Celui-ci est ajusté chaque semaine par l'exploitant.
- Les réseaux sont équilibrés, ce qui permet de réguler les débits selon les zones concernées.
- Les chambres ont en majorité des téléviseurs récents à écran plats peu consommateurs en énergie.

### 1.8.2 Dysfonctionnements et Observations diverses

#### 1.8.2.1 Renouvellement d'air des chambres

Concernant le renouvellement d'air des **chambres**, il a été constaté lors des mesures réalisées sur l'extraction VMC du sanitaire de quelques chambres que ce taux de renouvellement d'air est largement insuffisant en certains endroits :

Bâtiment	Etage	Numéro de chambre	Nombre de lits	Vitesse extraction VMC	Débit air (m <sup>3</sup> /h)	Surface chambre	Débit (vol/h)
1992	R+2	236	1	0,28 m/s	5 m <sup>3</sup> /h	17 m <sup>2</sup>	0,11
1936	R+2	201	2	0 m/s	0 m <sup>3</sup> /h	15 m <sup>2</sup>	-
1936	R+2	204	2	0,17 à 0,5 m/s	11 m <sup>3</sup> /h max	15 m <sup>2</sup>	0,28
2007	R+1	147	1	2,5 m/s	55 m <sup>3</sup> /h	19 m <sup>2</sup>	1,11

Le guide sectoriel AICVF « Bâtiments de soins », paru en 1997, propose pour des zones d'hébergement des valeurs usuelles des quantités d'air neuf : 0,8 vol/h la nuit et 1,6 vol/h le jour. Pour des chambres dont la surface est de l'ordre de 18 m<sup>2</sup>, le débit d'air neuf doit donc varier entre 35m<sup>3</sup>/h et 70 m<sup>3</sup>/h.

La seule réglementation en vigueur est donnée par le règlement sanitaire départemental qui impose 30m<sup>3</sup>/h d'air neuf par personne.

Or actuellement, les débits sont largement inférieurs dans les chambres les plus anciennes (1992 et 1936), même si elles sont rénovées.

Les chambres les plus récentes ont un débit d'air suffisant mais permanent, et il serait intéressant de pouvoir le moduler en fonction de l'heure et de l'occupation.

#### 1.8.2.2 Air neuf introduit par les CTA

Les CTA fonctionnent pour certaines en tout air neuf (cas des blocs orthopédiques – salles 1 et 2 - et de la stérilisation), sinon avec recyclage partiel : pour ces dernières, nous n'avons pu obtenir

d'information précise sur le taux d'air neuf. Dans tous les cas, il n'existe aucun dispositif de récupération sur la chaleur de l'air rejeté.

### 1.8.2.3 Régulation locale de la température

Il existe peu de robinets thermostatiques sur les radiateurs des bâtiments '1936' et '1992'. De plus, il a été constaté que certains robinets des radiateurs des chambres les plus anciennes sont bloqués en ouverture maximale.

Quelques relevés de températures ont été réalisés lors d'une visite.

Bâtiment	Etage	Numéro de chambre	Température
1992	R+2	236	24
1936	R+2	201	24,7
1936	R+2	204	25
2007	R+1	147	25
1936	R+2	couloir	25
2007	R+1	couloir	24

On constate que les températures de certaines zones sont nettement supérieures à celles attendues (25°C au lieu de 23°C)

### 1.8.2.4 Consommations

A partir des factures des trois dernières années, on visualise une importante augmentation des consommations en gaz et en électricité suite à la mise en service du bâtiment « 2007 ».

Ces observations semblent particulièrement surprenantes dans le sens où ce dernier bâtiment est censé être RT2005 donc peu consommateur.

Cette augmentation de la consommation peut être expliquée par plusieurs facteurs :

- Un débit d'air supérieur à 1 vol/h dans les chambres (la réglementation exige 0,30 m<sup>3</sup>/h pour les chambres d'une personne soit environ 0.8 vol/h)
- Une orientation nord des façades principales

De plus, on constate que le talon de consommation électrique du site reste très important en août alors que la clinique est fermée. De nombreux équipements restent donc en fonctionnement même en période de fermeture comme, par exemple, les centrales de traitement d'air des blocs opératoires, les groupes frigorifiques...

### 1.8.2.5 Eclairages

Au cours de cette étude, des mesures sur les valeurs d'éclairage dans les chambres et dans les couloirs ont été réalisées.

Eclairage										
Bâtiment	étage	numéro de chambre	nombre de lits	Eclairage naturel	Plafonnier	Tête de lit supérieure	Tête de lit inférieure	mesure de luminosité	caractéristiques	lumière extérieure
1992	R+2	236	1	x				200	occultation partielle des fenêtres ; éclairage incandescent	4000 lux
				x	x			220		
				x		x	x	250		
				x	x	x	x	280		
					x			25		
						x	x	80		
1936	R+2	201	2	x				250	fenêtres non occultées; 1 des têtes de lit ne fonctionne pas	
				x		x		340		
						x	x	46		
1936	R+2	204	2	x				400	fenêtres non occultées	près de 5000 lux
				x		x		450		
						x		100		
2007	R+1	147	1	x				450	occultation partielle des fenêtres; double vitrage	4600 lux
				x		x		520		
				x			x	650		
						x		70		
						x	x	160		
2007		couloir						260 à 330	allumage total (nuit = 1/3 seulement)	

Ces mesures ont permis de montrer que les valeurs d'éclairage artificiel dans les chambres des anciens bâtiments sont généralement **inférieures ou égales à 100 lux**. Or, selon la réglementation, les valeurs minimales d'éclairage pour les chambres d'établissements de santé sont comprises entre 100 et 300 lux. Ces valeurs sont issues de la norme NF EN 14464-1.

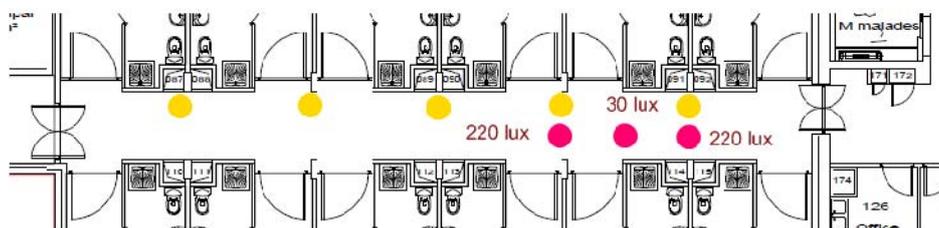
NB : on constate que les plafonniers à base de lampe à incandescence apportent un très faible apport de lumière (20 à 30 lux), et ils sont, pour cette raison, certainement très peu utilisés.

L'éclairage relevé dans un couloir du nouveau bâtiment est assez homogène mais d'un niveau peut-être un peu excessif. Cependant, les mesures résultent d'un allumage total de type jour : de nuit, un tiers seulement est allumé, et l'éclairage minimal doit a priori être satisfait.

Concernant les couloirs des bâtiments '1992' et '1936', les mesures suivantes ont été réalisées (ces mesures ont été réalisées de jour) :

### Mesure d'éclairage

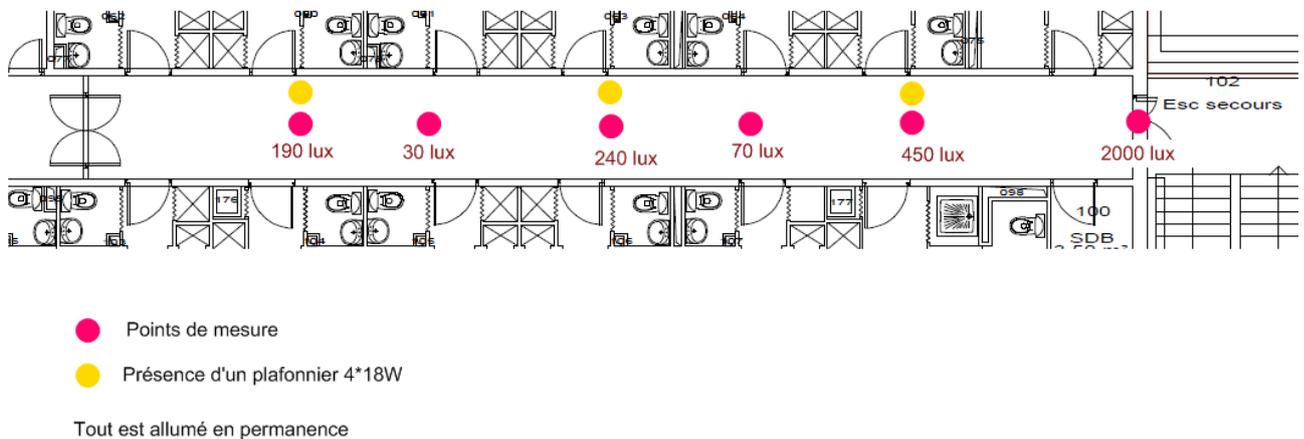
R+2 - bâtiment 1992



- Points de mesure
  - Présence d'un plafonnier 4\*18W
- Tout est allumé en permanence

## Mesure d'éclairage

R+2 - bâtiment 1936



On constate une grande irrégularité de l'éclairage obtenu, satisfaisant, voire un peu excessif sous les luminaires, mais parfois très faible entre ceux-ci. Ceci est dû, semble-t-il, au caractère trop encastré des sources lumineuses installées.

### 1.8.2.6 Gestion de l'eau

Pour la clinique du Landy, les purges ont lieu pendant une minute deux fois par jour sur tous les robinets du bâtiment. Celles-ci doivent permettre d'éviter l'accumulation d'eau dans les réseaux et donc le développement de légionelle.

Dans la pratique, étant donné que le personnel médical est chargé de cette tâche, les purges ont plutôt une durée comprise entre 10 et 20 secondes ce qui reste suffisant pour vider tous les tronçons du réseau.

Cependant, cette pratique est très consommatrice en eau et, dans le cadre de la clinique du Landy, ces purges sont plus importantes que ce qui serait réellement nécessaire.

### 1.8.2.7 Autres

Les systèmes de désenfumage présents sur les portes extérieures sont une source importante de déperditions et ont donc pour conséquence une surconsommation des locaux concernés.

Il n'y a pas de sas à l'entrée du bâtiment 1936, mais on peut trouver un rideau d'air chaud qui permet de maintenir un certain confort dans la zone d'accueil.

A partir de l'étude des consommations, la clinique du Landy apparaît comme peu consommatrice en termes de chauffage. Par contre, au niveau de l'électricité, son ratio au m<sup>2</sup> est nettement supérieur au ratio donné dans le tableau précédent.

### 1.8.3 Pistes de progrès

Sont listés ci-après les bonnes pratiques applicables à la clinique du Landy. De plus, le tableau précise les solutions déjà mises en œuvre, celles en projet et celles nécessitant d'être étudiées par l'établissement.

Déjà mises en application

En projet

A étudier

### Bâtiments

Remplacement des simples vitrages restants dans la cuisine	Déjà en projet
Isolation des bâtiments	Recenser par une thermographie infrarouge détaillée les défauts et ponts thermiques importants et voir la possibilité de les supprimer ou les réduire
Limitation des apports solaires en été	Filtres solaires déjà mis en place dans certaines chambres de la clinique
Etude des grilles de désenfumage placées sur les portes extérieures	A étudier car ces grilles sont actuellement à l'origine de très importantes déperditions
Ajout d'un sas dans le hall principal	A étudier

### Production de froid

Remplacer les anciens groupes au R22	En projet (envisager éventuellement la mutualisation de la production de froid)
Optimiser la température de condensation des groupes froids	A étudier
Privilégier le free-cooling dans certaines zones	A étudier

### Production de chaleur

Installation d'une chaufferie gaz à condensation	A étudier en remplacement des chaudières gaz actuelles en fin de vie.
--	---

### Distribution eau chaude et eau glacée

Maintenir en bon état les calorifuges	Vérifier l'état de l'ensemble des calorifuges en terrasse par thermographie infrarouge
Retirer les radiateurs inutiles	A étudier pour les escaliers par exemple
Calorifuger les canalisations terminales	En particulier dans les locaux qui ne demandent pas à être chauffés

### Traitement d'air

Contrôles température	Mise en œuvre de sondes de contrôle de la température intérieure en vue d'optimiser la régulation du chauffage (avec GTB).
Modulation du débit des CTA	A étudier pour les zones telles que les circulations et la dialyse hors occupation.
Récupération d'énergie sur l'air rejeté	Etudier la possibilité de récupération sur l'air

	extrait avec un circuit à eau glycolée.
Rénovation des VMC des chambres	A étudier car actuellement les débits sont insuffisants dans certaines chambres.

## Eclairages

Installation de détecteurs de présence	Détecteurs de présence en place uniquement dans les vestiaires. Une plus large installation est à envisager, par exemple dans les sanitaires publics.
Programmation de l'éclairage	Modulation automatique jour / nuit à étudier pour certains secteurs.

## Suivi des consommations, actions diverses

Mise en place d'une GTB centralisée	A étudier
Installation de sous comptages	A étudier
Mise en œuvre d'une gestion de maintenance	En projet : une GMAO sera mise en place au cours de l'année 2010
Sensibiliser les utilisateurs, établir des consignes précises	A étudier

## 1.9

## 1.10

## 1.11

## 1.12

### 1.12.1

### 1.12.2

### 1.12.3

#### 1.12.3.1 Bâtiments

##### a) Remplacement des simples vitrages restants dans la cuisine

Au rez-de-jardin du bâtiment « 1936 », quelques fenêtres n'ont pas été rénovées : il est nécessaire de les remplacer pour que les déperditions soient minimales tant au niveau des menuiseries qu'au niveau des vitrages.

Cependant, étant donné l'importance des apports internes de la cuisine qui n'entraînent que peu de consommation de chauffage sur cette zone, cette modification n'aura qu'un faible impact sur les consommations.

##### b) Vérification des caractéristiques des bâtiments

En l'absence de données relatives concernant les constructions et rénovations ; les calculs de déperditions ont donc été réalisés à partir d'hypothèses liées aux dates de construction ou de rénovation des bâtiments.

Quelques prises de vue en thermographie infrarouge ont été réalisées permettant de mettre en évidence :

- L'isolation relativement correcte des façades, y compris sur le bâtiment 1936, avec une réserve cependant pour le bâtiment 1992 où subsistent des ponts thermiques importants.
- Des doubles-vitrages performants malgré quelques fuites ponctuelles par les menuiseries
- Des déperditions très importantes au niveau de l'entrée du bâtiment 1936

Une campagne de mesures plus approfondie en thermographie infrarouge permettrait de recenser précisément les principaux points de déperditions en vue de rechercher les améliorations qui pourraient être réalisées avec une réelle efficacité moyennant un coût raisonnable.

### c) Limitation des apports solaires

Une partie importante des façades de la clinique sont orientées au sud. Les apports peuvent donc être particulièrement importants dans les zones concernées.

Cependant, des mesures sont déjà mises en œuvre :

- la partie imagerie est protégée par des stores intérieurs en tissus
- les chambres disposent de volets roulants extérieurs en PVC.
- les ouvertures donnant sur le bloc opératoire sont particulièrement réduites, voire nulles, les apports solaires sont donc limités.

Il pourrait être intéressant d'apposer des filtres solaires sur les vitrages, comme cela est déjà fait pour certaines chambres, de façon à ce que les occupants n'aient pas systématiquement recours à la fermeture des rideaux ou stores et par conséquent à l'allumage des éclairages. Cette mesure est principalement liée au confort et son impact n'est pas mesurable.

Il est rappelé que les stores extérieurs sont toujours préférables, en été, aux stores intérieures, ces derniers faisant obstacle à la lumière mais pas à la chaleur

Un autre moyen de réduire les apports solaires consiste en la mise en place de **brise-soleils photovoltaïques** au dessus des fenêtres. Cette solution est envisagée au chapitre 2.9.

### d) Etude des grilles de désenfumage sur les portes et les fenêtres

D'importantes entrées d'air ont pu être observées au niveau de certaines grilles de désenfumage du bâtiment « 2007 » :

- La porte au RDC donnant dans le hall de la dialyse
- La fenêtre du couloir du premier étage.

Ces entrées d'air ont pour conséquence une surchauffe nécessaire au maintien du confort dans ces zones, qui engendre des surconsommations particulièrement importantes.

Les prises de vues réalisées en thermographie infrarouge ont parfaitement mis en évidence le phénomène, même si elles ne permettent pas de quantifier précisément la perte thermique occasionnée.



Une étude est nécessaire afin de comprendre d'abord pourquoi une telle solution a été retenue pour un bâtiment construit entre 2005 et 2007, et rechercher ensuite une solution alternative moins énergivore dans le respect des règlements de sécurité

#### e) Ajout d'un sas dans le hall « 1936 »

L'entrée de ce hall comporte une porte automatique coulissante ainsi qu'un rideau d'air chaud.

Pour augmenter le confort de cette zone, qui sert également de salle d'attente, et limiter les apports d'air extérieur, une solution serait de créer un sas à la place de l'entrée actuelle.

La solution la plus simple dans la situation actuelle est de constituer le sas, à l'intérieur du bâtiment, avec deux parois latérales en verre et une seconde porte coulissante automatique.

La solution d'un tambour rotatif, plus difficile à mettre en œuvre ici, serait cependant plus efficace.

Les économies engendrées par cette action sont difficilement chiffrables.

### 1.12.3.2 Production de froid

#### a) Optimiser la température de condensation des groupes de froid

Les groupes de froid destinés à la climatisation sont conçus et dimensionnés pour fonctionner principalement en période estivale : ainsi, le point de condensation est généralement réglé pour les températures ambiantes maximales rencontrées en été, ce qui se produit seulement quelques jours par an.

Dans le cas présent où les groupes fonctionnent toute l'année, il est fortement souhaitable de disposer d'un groupe sur lequel le point de condensation s'adapte automatiquement aux conditions ambiantes : c'est le principe de la 'pression de condensation HP flottante'.

Cette technique apporte un potentiel important d'économie d'énergie : **1°C** de moins sur la température de condensation entraîne une économie d'électricité sur le compresseur de l'ordre de **2.5 à 3%**. Et un écart de l'ordre de **10 degrés** entre la température extérieure et la température de condensation est suffisant pour permettre un fonctionnement satisfaisant du groupe.

Pour cette optimisation, l'intervention de la société d'exploitation et de maintenance, voire du constructeur, est nécessaire pour envisager les consignes et mode de régulation et de pilotage compatible avec les machines en place.

Cette préconisation n'est pas toujours applicable avec les machines existantes car souvent l'enveloppe du groupe froid, le diamètre des tuyauteries ou le détendeur sont des obstacles à ce type de modifications.

Lors de la mise en place de nouveaux groupes, il est donc indispensable d'imposer ce principe au fournisseur.

L'enjeu énergétique est évalué en première approche selon les hypothèses suivantes :

Réduction de la température de condensation	°C moyen annuel	12
Gain sur la consommation des compresseurs : 12 x 2.5%	%	25%
Economie d'électricité	MWh / an	60
Coût électricité	€ HT / MWh	70
Gain financier	€ HT / an	4 200
CO2 évité	Tonnes /an	5

#### b) Privilégier le free-cooling dans certaines zones

Le free-cooling consiste en une introduction supplémentaire d'air neuf extérieur en mi-saison lorsque la température est favorable au rafraîchissement de l'ambiance. Le procédé s'applique aux centrales de traitement d'air fonctionnant avec une part d'air recyclée. Pour cela, les registres sont automatiquement commandés pour adapter ce débit d'air neuf lorsque la température extérieure évolue, ce débit devant toujours être supérieur au minimum requis pour assurer les besoins hygiéniques.

Sur un tel établissement, le procédé n'est pas applicable aux locaux à risques (blocs opératoires, stérilisation) car une augmentation du débit d'air neuf pourrait avoir une incidence sur les installations de filtration (encrassement accéléré, pertes de charge supplémentaires).

Sur la clinique du Landy, il n'est applicable éventuellement qu'au service de Dialyse qui dispose d'une CTA fonctionnant avec air recyclé : la mise en œuvre ne devrait pas poser de problème car les registres de mélange air neuf / air repris sont déjà motorisés.

### 1.12.3.3 Production de chaleur

#### a) Installation d'une chaufferie gaz à condensation

Les deux chaudières gaz de la clinique datent de 1984, par conséquent leur remplacement sera à envisager obligatoirement à court terme. Par ailleurs, il n'existe actuellement aucun système de récupération de chaleur sur les fumées.

Ces chaudières seront idéalement remplacées par des **chaudières modulantes Bas NOx à condensation**. Ces équipements ne sont pas nécessairement plus encombrants que des équipements classiques. La chaudière récupère de la chaleur dite latente contenue dans les produits de combustion du gaz naturel sous forme de vapeur d'eau : ceux-ci traversent un échangeur dans lequel circule l'eau de retour des réseaux. Ce système permet d'augmenter le rendement nominal de près de **15%** par rapport à une chaudière standard, la performance étant d'autant meilleure que la température des retours est basse.

Puissance actuelle chaudières	kW	2 x 380
Rendement moyen estimé chaudières actuelles	% sur PCI	85 %
Rendement moyen chaudières à condensation	% sur PCI	98 %
Economie de Gaz	MWh PCS / an	134
Coût gaz	€ HT / MWh	35

Gain financier	€ HT / an	4 690
CO2 évité	Tonnes / an	28

L'économie de gaz est calculée par rapport aux consommations actuelles.

Une étude détaillée des besoins devra au préalable vérifier que les chaudières actuelles ne sont pas surdimensionnées.

Le coût du remplacement des systèmes à l'identique est de l'ordre de 40 k€ HT.

Sur la base des puissances actuelles, l'investissement est évalué à **75 k€ HT**.

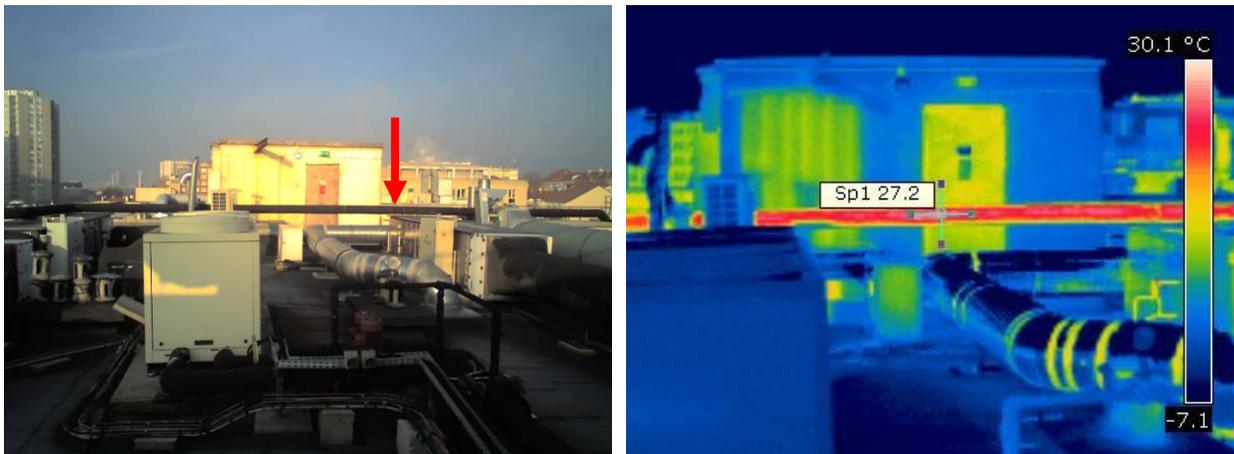
Le surcoût par rapport à une chaudière standard est de l'ordre de 35 k€ HT, il est remboursé en 7 ans par les économies de gaz.

#### 1.12.3.4 Distribution eau chaude et eau glacée

##### a) Maintenir en bon état les calorifuges

Le calorifugeage des réseaux permet de limiter les pertes, qui sont plus ou moins importantes selon la localisation des gaines ou des canalisations.

Le calorifugeage des canalisations (et gaines d'air) était globalement dans un état correct. Cependant, quelques vues thermographiques réalisées en terrasse ont mis en évidence plusieurs points de faiblesse de l'isolation thermique.



Une campagne de mesures généralisée de l'ensemble des installations en terrasse serait nécessaire pour établir précisément les parties nécessitant une rénovation.

##### b) Eviter les émissions de chaleur inutiles

Plusieurs radiateurs sont installés dans des zones où ces équipements ne sont pas indispensables : c'est le cas notamment des escaliers internes au bâtiment '1936' qui ne sont en particulier pas utilisés par le public

Surface concernée	m <sup>2</sup>	110
Gain gaz estimé	MWh PCS /an	14

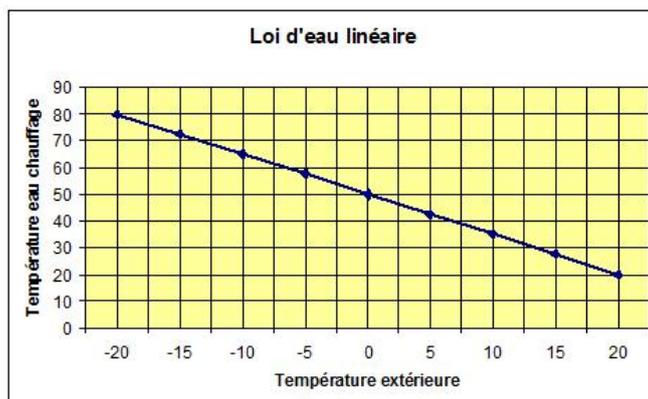
Coût gaz	€ HT/MWh PCS	35
Gain financier	€ HT/an	490
CO2 évité	Tonnes /an	3

De la même façon, des canalisations d'eau chaude traversent également de telles zones sans être calorifugées : elles participent effectivement à un léger réchauffage de ces locaux, à plus ou moins bon escient, mais génèrent la plupart du temps une 'surchauffe' inutile ; de l'énergie serait donc économisée en les calorifugeant.

Au-delà de ces zones ne nécessitant pas de chauffage, on a pu constater dans des chambres où le radiateur était 'fermé' des températures ambiantes plus que suffisantes, celles-ci étant simplement générées par le passage dans la chambre des tuyaux de chauffage. Pour ce type d'établissement un peu ancien où ces tuyaux sont apparents et donc non calorifugés, une réflexion est à mener sur une éventuelle isolation et le coffrage de la canalisation.

### c) Optimisation des lois d'eau

Les lois d'eau actuellement utilisées pour la régulation n'ont pas pu être obtenues..Ces lois doivent être optimisées distinctement pour chacune des zones desservies, en tenant compte notamment de la nature des émetteurs (radiateurs anciens en fonte, radiateurs plus récents en fonte d'aluminium...).



**Exemple de loi d'eau.**

Les réseaux en place résultent des extensions successives des bâtiments : idéalement, ils doivent correspondre à des façades d'exposition différente, présentant donc en particulier des déperditions particulières (notamment liées aux vents) et également des apports solaires différents.

Dans le cas présent, les informations recueillies ne permettent pas de connaître précisément la destination de chacun des réseaux : la mise à jour du schéma en chaufferie et le repérage sur plan des réseaux serait un préalable à une recherche d'optimisation de la distribution de chauffage.

### d) Contrôles de température

En complément des lois d'eau précédentes, et notamment en l'absence de robinets thermostatiques sur les radiateurs, l'optimisation des températures ambiantes (hors locaux traités par les CTA) passe par la mise en place de sondes de température judicieusement disposées dans des locaux 'témoins'. Ces mesures viennent alors, en complément de l'information de température extérieure, moduler la température de distribution de l'eau chaude.

L'installation de sondes liées à une GTB (voir plus loin) est alors nécessaire.

### 1.12.3.5 Traitement d'air

#### a) Modulation du débit des CTA

Les CTA desservent principalement :

- les zones à haut risques comme les blocs opératoires
- les zones comportant des équipements techniques sensibles (stérilisation)
- des zones autres telles que les circulations du « bâtiment 2007 », la dialyse, les vestiaires, l'atelier biomédical

Une étude spécifique sur les CTA des salles d'opération permettrait de vérifier si le taux de brassage et le taux d'air neuf sont optimisés par rapport aux réglementations et à l'utilisation.

Ces CTA fonctionnent actuellement en permanence, et à **débit constant**.

Le débit d'air **neuf** pour ces blocs ne doit jamais être inférieur à **6 volumes par heure**, avec un débit en activité de **15 volumes par heure**.

L'optimisation énergétique de ces installations passe donc inévitablement par une modulation dans le temps de ce débit d'air neuf entre ces deux valeurs, ce qui a pour incidence de réduire les besoins de chauffage et de refroidissement en lien direct avec la température extérieure.

Pour aller plus loin dans cette optimisation, il faudrait également pouvoir moduler conjointement le **débit de soufflage** (brassage), ce qui entraînerait en complément une réduction non négligeable de la consommation électrique de ventilation (diviser par 2 un débit correspond à une consommation électrique divisée par 5).

Sur ce point, la réglementation hospitalière n'est pas très claire, et une réflexion avec des ingénieurs hygiénistes est nécessaire pour définir les limites admissibles d'une telle modulation.

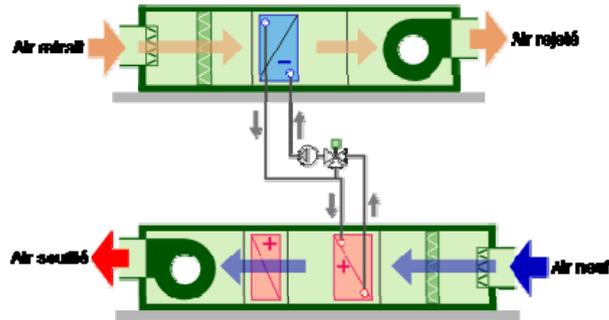
Pour les autres CTA, il est certainement plus facile d'envisager une modulation du fonctionnement et des débits.

#### b) Récupération d'énergie sur l'air extrait

On a relevé l'absence de récupération de chaleur sur l'air extrait des secteurs suivants, pourtant traités **en tout-air neuf** par des installations récemment installées :

Zone	Débit air neuf	Débit d'extraction
Stérilisation	3100 m <sup>3</sup> /h	2900 m <sup>3</sup> /h
Pharmacie / biomédical	4290 m <sup>3</sup> /h	2400 m <sup>3</sup> /h
Zone de réveil	5100 m <sup>3</sup> /h	5400 m <sup>3</sup> /h

Du fait de la distance entre le soufflage et l'extraction, seule une récupération mettant en œuvre un circuit intermédiaire d'eau glycolée est possible sans remettre en cause totalement ces installations récentes. L'efficacité thermique d'un tel système est d'environ **40%**.



Il ne peut y avoir aucune contamination de l'air neuf par de l'air vicié.

Débit d'air traité	m <sup>3</sup> /h	10 700
Gain gaz estimé	MWh PCS /an	150
Coût gaz	€ HT / MWh PCS	35
Gain financier	€ HT / an	5 250
CO <sub>2</sub> évité	Tonnes /an	32

### c) Modification des VMC des chambres

Lors des mesures réalisées dans les chambres des trois bâtiments, mis à part les chambres « 2007 », le débit d'extraction VMC des sanitaires était largement insuffisant.

Il serait donc nécessaire de remettre à niveau les VMC des chambres à l'occasion de leur rénovation pour qu'elles soient conformes à la réglementation.

Cependant, cette mesure ne va pas dans le sens des économies d'énergies car en augmentant le débit d'air, on augmente également les besoins de chauffage.

Dans le cas d'une rénovation plus lourde, il est également possible d'envisager l'installation de VMC double flux qui permet alors une récupération de chaleur sur l'air extrait.

## 1.12.3.6 Eclairages

### a) Optimisation des éclairages

On constate assez souvent maintenant l'utilisation de tubes fluorescents (type T8) à haute performance sur d'anciens luminaires, encore pilotés par ballast ferromagnétique. L'installation de luminaires à ballast électronique, qui se fait généralement lors de la rénovation des locaux, apporte une économie supplémentaire de l'ordre de 15% sur la consommation d'électricité.

La présence de luminaires avec ballast ferromagnétique à la clinique du Landy concerne encore les circulations et les chambres des bâtiments 1936 et 1992. Lors de la rénovation des chambres, ils sont systématiquement remplacés.

Par ailleurs, il existe des ballasts électroniques gradables qui permettent de faire varier l'éclairage pour s'adapter aux conditions de luminosité réelles, ceci afin de garantir un éclairage constant dans les locaux. Ces dispositifs pourraient s'appliquer ici aux circulations, mais dans le cas de la clinique du Landy où les circulations ne bénéficient le plus souvent que de peu d'apport d'éclairage naturel, l'intérêt est très limité.

### **b) Programmation de l'éclairage**

Des économies peuvent être obtenues avec des moyens techniques permettant un pilotage automatisé des éclairages, comme, par exemple, la mise en régime de nuit des circulations qui s'affranchisse des actions manuelles plus ou moins bien appliquées.

### **c) Installation de détecteurs de présence**

Actuellement, seuls les vestiaires sont équipés de détecteurs de présence. Ces équipements pourraient également être mis en place dans les sanitaires, et éventuellement dans certaines circulations peu fréquentées en complément d'un éclairage minimum permanent.

## **1.12.3.7 Suivi des consommations, actions diverses**

### **a) Mise en place d'une GTB centralisée**

Une GTB régit l'ensemble des installations techniques du bâtiment, principalement le chauffage / ventilation / rafraîchissement et l'éclairage ; elle peut également assurer d'autres fonctions, notamment le comptage d'énergie et le suivi des consommations, en lien avec les conditions climatiques réelles.

Grâce à un suivi complet de l'ensemble des paramètres de l'installation, les consommations d'énergie sont gérées au plus juste, et les anomalies sont détectées et transmises rapidement. Cela permet également d'optimiser le confort en affinant les réglages après analyse des relevés de température par exemple. L'accès à l'ensemble des équipements grâce à une interface graphique permet un confort d'utilisation qui facilite et améliore l'exploitation du site.

Actuellement, aucun contrôle centralisé des installations n'existe ; les régulations en place sont assurées par des équipements locaux, principalement :

- la régulation de la température de sortie chaudière, constante,
- les régulations des circuits de chauffage statique par bâtiment en fonction de la température extérieure,
- les régulations des diverses CTA pour garantir une température intérieure.

Un tableau joint en annexe liste les points de contrôle – commande qui pourraient être appliqués à la Clinique du Landy. Ces points sont adaptés aux équipements et au fonctionnement de la clinique du Landy. Sur cette base, l'investissement correspondant est évalué en première approche à 40 000 Euros HT.

En ce qui concerne les gains, ils sont de l'ordre de 10% des consommations actuelles.

### **b) Installation de sous comptages**

Des sous comptages permettraient de mieux connaître et surveiller les consommations par activité ou par usage.

A priori, le plus utile à mettre en place concerne la consommation d'Eau Chaude Sanitaire pour laquelle on n'a actuellement aucune idée précise.

Un comptage de l'électricité utilisée pour la production de froid (avec auxiliaires) pourrait également apporter des informations sur l'évolution des performances de ce type d'équipements. Une bonne connaissance de leur fonctionnement permettrait notamment une régulation plus fine et par conséquent une diminution des consommations.

Un compteur a un coût unitaire d'environ :

- 4000€ HT pour le chauffage / ECS

- 5000€ HT pour l'électricité

La mise en place des sous comptages indispensables sur la clinique coûterait environ 10 000€ HT.

### c) Sensibiliser les utilisateurs, établir des consignes précises

Au niveau d'un établissement de santé, il est particulièrement difficile de diminuer les consommations propres au process, surtout quand les équipements ont un taux d'utilisation élevé.

Cependant, des économies sont possibles en passant par la sensibilisation des personnels sur les thématiques liées au développement durable, notamment les économies d'énergie.

Mais ce résultat n'est pas facile à obtenir et surtout à pérenniser. Des actions en ce sens doivent donc être menées périodiquement.

#### 1.12.3.8 Solutions mettant en œuvre des énergies renouvelables

Parmi les solutions envisageables, une seule est éventuellement applicable ici : la mise en œuvre de **brise-soleils photovoltaïques**. Cette solution permet d'apporter un confort dans les locaux en réduisant la luminosité ainsi que l'échauffement en été. En hiver, le soleil étant plus bas, l'effet est amoindri, ce qui va dans le sens d'une diminution des besoins de chauffage.

Seule la façade principale au sud peut en faire l'objet. Il pourrait au plus être installé une surface de panneaux de l'ordre de **60 m<sup>2</sup>** donnant une puissance crête à ensoleillement maximal de **8.4 kW**. La production annuelle moyenne espérée est évaluée à **7 500 kWh**, à comparer aux 1 326 000 kWh d'électricité consommés par l'établissement.

La revente de cette électricité à EDF rapporterait entre 3 150 et 4 350 € selon le tarif applicable (la nouvelle tarification en cours est imprécise sur certains points concernant l'intégration au bâti) pour un investissement de l'ordre de 65 k€, soit un temps de retour brut compris entre 15 et 20 ans.



# Annexes

---

### 1.13 Plan masse site

- ① - Plateau Technique
- Ⓐ - Accueil / Cafétéria
- Ⓜ - Entrée Urgences Ambulances / Piétons
- ② - Médecine : Hospitalisation
- ③ - Chirurgie / Réanimation : Hospitalisation
- Ⓡ - Entrée Réanimation
- Ⓜ - Chambre Mortuaire
- ④ - Consultation Pneumologie / Hôpital de Jour
- ⑤ - Mère et Enfants : Consultation et Hospitalisation
- Ⓛ② - Entrée des Urgences Gynécologique et Obstétrique
- ⑥ - Stomatologie / O.R.L. : Consultation
- ⑦ - Ophtalmologie : Consultation
- ⑧ - Bâtiment Rouge
  - Réseau Aulnay 93
  - Alcoologie
  - Consultation de la Douleur
  - Toxicologie
  - Consultation de Neurologie
  - Consultation Exploration Fonctionnelle
  - U.T.A.F. / Accueil
- ⑨ - Rééducation Fonctionnelle
- ⑩ - Crèche
- Ⓐ - Blanchisserie / Chauffage
- Ⓡ - Cogénération
- ⑫ - Cuisine Centrale
- ⑬ - Centre EISENMANN : Formation Permanente
- ⑭ - Institut de Formation en Soins Infirmiers
- ⑮ - Secteur Psychiatrie : Centre Social / Hôpital de Jour / Salle de Spectacle
- ⑯ - Psychiatrie : Hospitalisation Secteurs A-B-C
- ⑰ - Pédo Psychiatrie : Hospitalisation
- ⑱ - Porterie
- ⑲ - Service Technique
- ⑳ - Trésor Public
- ㉑ - Espaces Verts
- ㉒ - Hélicoptère
- ㉓ - Pédo Psychiatrie : Hospitalisation de Jour
- Ⓛ① Ⓛ② Ⓛ③ Ⓛ④ Ⓛ⑤ Ⓛ⑥ Ⓛ⑦ - Logements
- ⓅⓂ ⓅⓃ ⓅⓄ - Parkings Visiteurs
- ⓅⓅ ⓅⓆ - Parkings du Personnel

DEPARTEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS

**VILLE DE VILLEPINTE**

Boulevard Robert Ballanger

**HOPITAL ROBERT BALLANGER**

**PLAN D'ENSEMBLE**

ECHELLE : 1 / 2500

PLAN DE SITUATION • Echelle : 1 / 10000 (REPRODUCTION INTERDITE)

REPRODUCTION RESERVEE  
Cabinet CAILLEUX-FOUCHÉ S.A.  
Géomètres-Experts D.P.I.G. associés  
12, rue de la République  
93000 SEVRAN  
Téléphone : 01 43 60 19 50 Fax : 01 48 30 99 40  
Mél : CFSA@cailleux-fouche.com

D.07731 - 31 / 50495  
JUILLET 2005  
N°de 07731-CAD2NG

1



### 1.14 Caractéristiques des bâtiments

Le tableau ci-dessous liste les différents bâtiments ainsi que leurs surfaces, dates de construction ou de rénovation.

		Date permis de construire	Année de construction / rénovation	Année de réhabilitation	Nombre de niveaux	Surfaces SHON
1	Plateau technique	1975	1978/1980		R+2 ; SS	50 799 m <sup>2</sup>
2	Pavillon de médecine		1983		R+4 ; SS	
3 A et B	Pavillon de chirurgie/réanimation		1978		R+6 ; SS	
4	Consultation de pneumologie et hôpital de jour		1996		R+1	
5	Bâtiment Mère enfant		1985		R+2 ; SS	
6	Consultation stomatologie / ORL	1939	1950		R+1	788 m <sup>2</sup>
7	Consultation ophtalmologie		1963		R+1	929 m <sup>2</sup>
8	Bâtiment rouge/ brique	1939	1950		R+6 ; SS	6 311 m <sup>2</sup>
9	Pavillon de rééducation fonctionnelle		1974		R+1 ; SS	2 769 m <sup>2</sup>
10	Crèche	1980	1981		RDC	754 m <sup>2</sup>
11	Blanchisserie/ Chaufferie		1963 Extension en 1982		R+1 ; SS	2 892 m <sup>2</sup>
12	Cuisine centrale		1965		RDC ; SS	1 942 m <sup>2</sup>
13	Centre Eisenmann : Centre de formation	1963	1964	1992/93	R+1	1 720 m <sup>2</sup>
14 A et B	Institut de formation en soins infirmiers IFSI		1980		R+2	2 165 m <sup>2</sup>
15	Secteur de psychiatrie : Centre social et hôpital de jour		1965		R+1 ; SS	3 980 m <sup>2</sup>
16A	Hospitalisation de psychiatrie	1965	1969	2004	R+1	1 946 m <sup>2</sup>
16B	Hospitalisation de psychiatrie	1965	1969	1999	R+1	1 746 m <sup>2</sup>
16C	Hospitalisation de psychiatrie	1965	1969	2007	R+1	1 394 m <sup>2</sup>

16D	Hospitalisation de psychiatrie	1965	1969		R+1	
17	Hospitalisation de pédopsychiatrie		2000		Red	510 m <sup>2</sup>
18	Porterie		1975		RdC	125 m <sup>2</sup>
19A	Services techniques magasin	1939	1955		RDC	108 m <sup>2</sup>
19B	Services techniques bureaux		1960 et 1976		RDC	283 m <sup>2</sup>
19C	Services techniques menuiserie	1981	1982		RDC	408 m <sup>2</sup>
19D	Services techniques serrurerie	1975	1976		RDC	193 m <sup>2</sup>
19E	Services techniques plomberie électricité		1955		RDC	195 m <sup>2</sup>
19F	Services techniques maçonnerie peinture		1955		RDC	236 m <sup>2</sup>
20	Trésor public		1999		R+1	600 m <sup>2</sup>
21	Espaces verts avec serre à proximité		1976		RDC	380 m <sup>2</sup>
22	SAMU/SMUR Hélistation	1997	1999		R+1	
23	Hôpital de jour de pédopsychiatrie	1997	1998		RdC	160 m <sup>2</sup>
L1	Logements	1939	1950	2003	R+2 ; SS	920 m <sup>2</sup>
L2	Logements	1939	1950	1999	R+2 ; SS	920 m <sup>2</sup>
L3 A et B	Pavillons à l'entrée (associations)	1939	1950	2008	R+1	196 m <sup>2</sup>
L4	Logements		1970		R+2	1 126 m <sup>2</sup>
L5	Logements		1970		R+2 ; SS	840 m <sup>2</sup>
L6	Logements		1974	1991	R+2	614 m <sup>2</sup>
L7	Logements		1983		R+2	1 149 m <sup>2</sup>
G5	Garages des logements L7	1970				
Hôtel social		1958	1959	1995		

## 1.15 Activité par bâtiments

### Bâtiment n° 1- Plateau technique

Ce bâtiment conçu au milieu des années 70 a été ouvert en 1981. Il est de type R+3 sur un niveau de sous-sol et comprend :

- Au sous-sol, des locaux techniques (chauffage, climatisation, cabine électrique et groupes électrogène), des archives, magasins généraux, le centre d'aide et de crise (CAC) des urgences psychiatriques, le restaurant du personnel, les vestiaires du personnel, la stérilisation centrale (rénovée en 2007) et les consultations externes de cardiologie, médecine et dermatologie
- Au RDC, les admissions, la direction des finances, la cafétéria, la permanence d'accès aux soins (PASS), le poste de sécurité incendie, le service d'imagerie, les consultations de chirurgie viscérale et orthopédique, les consultations de gastroentérologie et d'urologie, les urgences et le SMUR (service mobile d'urgence et de réanimation)
- Au R+1 (niveau plus réduit), le bloc opératoire polyvalent (rénové en 2004) avec un secteur de chirurgie ambulatoire, le bloc obstétrical (rénové en 2006) et des services administratifs
- Au R+2 (niveau partiel), la direction générale

Le plateau technique est relié à plusieurs bâtiments dits 'satellites' que sont :

- L'USM de médecine (bâtiment n°2)
- L'USN de chirurgie (bâtiment n°3)
- Les consultations de pneumologie et hôpital de jour d'oncologie (bâtiment n°4)
- Le bâtiment mère et enfant (n°5)
- Le Trésor public (n°20)
- Le SAMU/SMUR (n°22)
- Le laboratoire ouvert en 1984

Le laboratoire de microbiologie est contigu au plateau technique et ouvert depuis 1984.

Il comprend :

- Un vide sanitaire accessible avec un local technique
- Au RDC, le laboratoire
- Au R+1, les consultations d'anesthésie (surélévation du bâtiment réalisée en 2003)

### **Bâtiment n°2 – Pavillon de médecine**

Ce bâtiment de type USM comportant 1 aile a été ouvert en 1983 et est de type R+4 sur un niveau de sous-sol. Il comprend :

- Au sous-sol, des locaux techniques, la réserve de la pharmacie et le local d'incinération des déchets (dépôt de matériel) aujourd'hui désaffecté
- Au RDC, la pharmacie centrale avec un guichet de dispensation (restructurée)
- Au R+1, le service de pneumologie
- Au R+2, une unité de neurologie
- Au R+3, une unité de cardiologie et l'unité de soins intensifs (USI)
- Au R+4, une de médecine interne

Ce bâtiment est relié au plateau technique par le sous-sol et les niveaux RDC et R+1. Il n'a pas fait l'objet de restructuration lourde depuis sa construction.

### **Bâtiment n°3- Pavillon de Chirurgie /Réanimation**

Ce bâtiment de type USN comportant 2 ailes A et B reliées à un noyau central, a été ouvert en 1978.

L'aile A est de type R+6 sur un niveau de sous-sol et comprend :

- Au sous-sol, des locaux techniques, des réserves, les vestiaires du personnel et le service mortuaire
- Au RDC, la réanimation polyvalente, des bureaux médicaux et l'atelier biomédical.

- Au R+1, l'unité de gastro-entérologie restructuré en 2004/2005
- Au R+2, les unités de chirurgie viscérale et d'urologie restructuré en 2003
- Au R+3, l'unité de chirurgie orthopédique A restructurée en 1999
- Au R+4, l'unité de chirurgie infantile
- Au R+5, l'unité de soins de suite et de réadaptation (SSR)
- Au R+6, l'unité de chirurgie ORL, ophtalmologie et stomatologie

Les sous-sols, RDC et le R+1 sont reliés au plateau technique.

L'aile B est de type R+3 et comprend :

- Au RDC, le laboratoire de biochimie
- Au R+1, en travaux et recevra l'unité d'ambulatorie et les spécialités ORL, stomatologie et ophtalmologie
- Au R+2, l'unité de chirurgie viscérale restructuré en 2004
- Au R+3, les unités de chirurgie orthopédique B et de rhumatologie restructuré en 2000

#### **Bâtiment n°4 - Consultations de pneumologie et hôpital de jour d'oncologie**

Ce bâtiment relié par une galerie au plateau technique a été ouvert en 1996. Il comprend

- Au RDC, les consultations de pneumologie
- Au R+1, l'hôpital de jour d'oncologie et des bureaux de la direction des finances.

#### **Bâtiment n°5 – Bâtiment mère et enfant**

Ce bâtiment de type R+2 sur un niveau de sous-sol a été construit en 1985 et comprend :

- Au sous-sol, le planning familial avec un accès spécifique, des locaux techniques et des vides sanitaires
- Au RDC, les consultations Femme-Enfant,
- Au R+1, les unités de gynécologie et d'obstétrique
- Au R+2, les unités de pédiatrie et de néonatalogie

#### **Bâtiment n°8 – Bâtiment rouge**

Ce bâtiment est l'ancien bâtiment principal du centre hospitalier datant de 1950. Il regroupait jusqu'en 1980 toutes les activités de l'établissement à l'exception de la blanchisserie, de la cuisine, du secteur de psychiatrie et des consultations d'ORL et de stomatologie (bâtiment n°6).

Sa surface totale est d'environ 6 300m<sup>2</sup> SHON répartie sur 8 niveaux, dont le dernier est désaffecté et sa hauteur d'environ 27m.

Il comprend :

- Au RDC bas, des consultations (alcoologie, douleur...), le laboratoire d'anatomopathologie
- Au RDC haut, des unités d'accueil, un dispensaire et des réserves
- Au R+1, la consultation de neurologie
- Au R+2, le stockage de matériel
- Au R+3 (niveau restructuré), médecine du travail, locaux syndicaux...
- Au R+4, les archives médicales
- Au R+5, l'imprimerie et son magasin
- Au R+6, les archives administratives.

## **Secteur de psychiatrie**

L'ensemble du secteur de psychiatrie a été conçu et réalisé en une seule opération en 1968 avec une architecture homogène. Il comprend un centre social avec un hôpital de jour et 4 bâtiments d'hospitalisation dont un est désaffecté. Il a ensuite été complété par un secteur de pédopsychiatrie.

### Bâtiment n°15 - Centre social et hôpital de jour

Le centre social est un bâtiment à simple RDC organisé autour d'un patio central comprenant une salle de spectacles, une cafétéria, des ateliers, une salle de sport et des bureaux de consultations. Un bâtiment de type R+1 lui est accolé. Il comprend :

- Au sous-sol mi enterré, les archives et des locaux techniques
- Au RDC, des bureaux (médecins et secrétariat)
- Au R+1, l'hôpital de jour et un centre médico-psychologique (CMP)

Les bâtiments d'hospitalisation A, B et C ont été agrandis et restructurés respectivement en 2003, 1999 et 2007.

Le bâtiment D est désaffecté et n'est plus chauffé

### Bâtiment n° 17 – Hospitalisation de pédopsychiatrie et Bâtiment n°23 – Hôpital de jour de pédopsychiatrie

Ce bâtiment à simple RDC a été construit en 2000 comprend 10 lits d'hospitalisation et des locaux d'activités. Il est complété par 2 pavillons (bâtiment n°23) d'hôpital de jour, et par la consultation de pédopsychiatrie située dans le bâtiment rouge n°8.

### **Bâtiment n°20 – Trésor public**

Ce bâtiment construit en 1999 comprend,

- Au RDC, les locaux de la trésorerie
- Au R+1, des bureaux médicaux et des chambres de garde du plateau opératoire.

Ce bâtiment sera démolé dans le cadre de la rationalisation du centre hospitalier.

### **Bâtiment n°22 – SAMU/SMUR/ Hélistation**

Ce bâtiment a complété le secteur des urgences du plateau technique. Il comprend

- Au RDC, un local d'ambulancier et un garage pour 9 ambulances
- Au R+1, un ensemble de chambres de garde

Derrière ce bâtiment est installée une hélistation.

## **Logements**

### L1 et L2

Ils ont été construits en 1950 en même temps que le bâtiment rouge n°8. Ils comportent 3 niveaux sur un sous-sol et aménagement en logement de type F2 et F3.

Ils ont été restructurés respectivement en 2003 et 1999.

### L3 A et B

Ces bâtiments sont occupés par des associations.

### L4 et L5

Ces bâtiments de type R+3 ont été construits en 1970. Le bâtiment L5 comprend des caves en sous-sol.

L6

Ce bâtiment a été construit en 1974 et rénové en 1991, est de type R+3. Il ne comporte que des studios.

L7

Il s'agit de deux pavillons construits en 1983.

### 1.16 Logiciel de simulation interne IOSIS conseil

L'outil présenté ci-dessous est un outil développé en interne par IOSIS Conseil. Celui-ci a pour objectif de permettre de modéliser la consommation énergétique théorique d'un hôpital.

Les données à rentrer par l'utilisateur sont de plusieurs types :

- les données concernant le bâtiment en lui-même (situation, qualité de l'isolation, date construction)
- les données concernant le matériel présent dans le bâtiment, (centrales de traitement d'air, pompes, etc.)
- les données concernant l'utilisation du bâtiment.

Suite à l'entrée de ces données, trois types de résultats peuvent être obtenus :

- Estimation des déperditions et apports internes du bâtiment
- Répartition des consommations par type d'énergie
- Répartition des consommations par poste de consommation

Le fonctionnement de cet outil repose sur des ratios obtenus à partir des différentes études réalisées sur les hôpitaux ainsi que sur des principes généraux de programmation hospitalière.

**A RENTRER PAR L'UTILISATEUR**

A rentrer par l'utilisateur	Réinitialiser	Sauvegarder	Rappeler sauvegarde
Menu déroulant			
Fixé			
facultatif			

1- Saisir les données générales sur l'hôpital

Nombre de consultants	16
Nombre de services de consultation	3
Nombre de décès par an	0
Capacité morgue	0
Effectif total du personnel	250
Nombre de passages par an aux urgences	0
Type d'urgences	Pas de service des urgences
Nombre de boxes	0
Présence d'un laboratoire?	non

2- Saisir le nombre de lits et taux d'utilisation correspondant aux différentes catégories

	Nombre de lits	Taux remplissage	Nombre de services
Hébergement médecine et chirurgie	75	80%	
Réanimation	0	80%	
Chambres surveillance continue	0	80%	
chambres soins intensifs	0	80%	
Chambres spécifiques (de type hémato)	0	80%	
Chambre hôpital de jour	24	80%	
Urgences	0	80%	
Chambres obstétrique / gynécologie	0	80%	
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>80%</b>	

3- Sélectionner le nombre d'équipements lourds présents

	Quantité
IRM	0
Scanner	1
Gamma caméra	0
Gamme camera avec scanner	0
Appareils angionumérisés	0
TEP	0
Radiologie	2
Ecographie	2
postes hémodialyse	31
Equipement de radiothérapie	0

4- Caractéristiques des plateaux techniques

	Nombre de salles	Surface totale	taux d'utilisation
Salle de rééducation		146	
Blocs opératoires	6		
Nombre de salles de travail	0		

5- Donner les caractéristiques des services transversaux suivants

type de cuisine	repas préparés par l'hôpital
Type de blanchisserie	externalisée

**A RENTRER PAR L'UTILISATEUR**

A rentrer par l'utilisateur	Réinitialiser	Sauvegarder	Rappeler sauvegarde
Menu déroulant			
Fixé			
facultatif			

1- Saisir les données générales sur l'hôpital

<b>Nombre de consultants</b>	80	
<b>Nombre de services de consultation</b>	30	
<b>Nombre de décès par an</b>	0	
<b>Capacité morgue</b>	0	
<b>Effectif total du personnel</b>	2140	
<b>Nombre de passages par an aux urgences</b>	70 948	
<b>Type d'urgences</b>	SAU (services et pôles spécialisés d'accueil et de traitement des urgences)	
<b>Nombre de boxes</b>	6	
<b>Présence de laboratoires?</b>	oui	

2- Saisir le nombre de lits et taux d'utilisation correspondant aux différentes catégories

	Nombre de lits	Taux remplissage	Nombre de services
Hébergement médecine et chirurgie	324	86%	
Réanimation	20	100%	
Chambres surveillance continue	0	80%	
chambres soins intensifs	12	80%	
Chambres spécifiques (de type hémato)	0	80%	
Chambre hôpital de jour	38	80%	
Urgences	12	80%	
Chambres obstétrique / gynécologie	55	80%	
Chambres psychiatrie	160	95%	
<b>TOTAL</b>	<b>621</b>	<b>63%</b>	

3- Sélectionner le nombre d'équipements lourds présents

	Quantité
IRM	1
Scanner	1
Gamma caméra	0
Gamme camera avec scanner	0
Appareils angionumerisés	2
TEP	0
Radiologie	6
Ecographie	3
postes hémodialyse	0
Equipement de radiothérapie	0

4- Caractéristiques des plateaux techniques

	Nombre de salles	Surface totale	taux d'utilisation
Salle de rééducation		2769	
Blocs opératoires	13		
Nombre de salles de travail	7		

5- Donner les caractéristiques des services transversaux suivants

<b>type de cuisine</b>	repas externalisés
<b>Type de blanchisserie</b>	sur place

6- Donner les caractéristiques de la ventilation, du chauffage et de la climatisation dans les zones suivantes

	Ventilation	Chauffage	Climatisation
Hébergement normal et consultations	VMC simple flux	radiateur + ventilation	pas de rafraichissement
Soins spécialisés et intensifs	Centrale traitement d'air	CTA batterie chaude uniquement	CTA batterie froide uniquement
Consultations et administration	VMC double flux	radiateur + ventilation	pas de rafraichissement
Imagerie (hors IRM)	Centrale traitement d'air	CTA batterie chaude uniquement	CTA batterie froide uniquement
IRM et bloc op	Centrale traitement d'air	CTA batterie chaude uniquement	CTA batterie froide uniquement
Urgences	Centrale traitement d'air	CTA batterie chaude uniquement	CTA batterie froide uniquement
logistique médicale et technique	VMC double flux	radiateur + ventilation	pas de rafraichissement
Pharmacie	Centrale traitement d'air	CTA batterie chaude sans recu	Climatiseur
Laboratoires	Centrale traitement d'air	CTA batterie chaude sans recu	Climatiseur

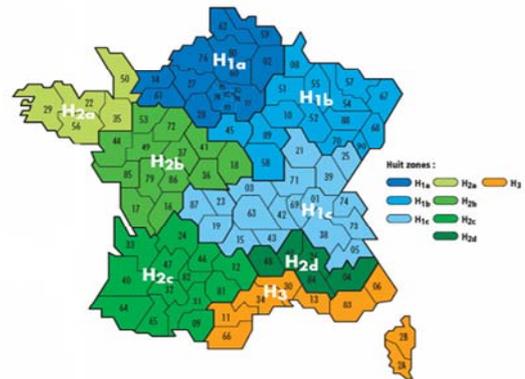
7- Sélectionner les caractéristiques suivantes du bâtiment

type alimentation combustible	fuel ou gaz
localisation de l'hôpital	zone H1
couleur parement extérieur	moyen
Nombre de bâtiment	23
Type architecture majoritaire	Pavillonnaire

BATIMENT 1

Date du permis de construire	1950
Surface au sol	24 500
Surface totale du bâtiment (m <sup>2</sup> U)	68 538
hauteur sous plafond moyenne	2,6

Caractéristiques des murs	d'origine
Caractéristiques des fenêtres	Double vitrage
Caractéristiques des combles	avec travaux isolation importants



POUR ALLER PLUS LOIN (données facultatives)

Type d'éclairage	lampes incandescentes
état du calorifugeage du réseau	moyen

ne préciser le taux de renouvellement d'air que s'il est différent de la réglementation

	Taux de renouvellement d'	Modulation jour / nuit	Etat du matériel ventilation/ chauffage
Hébergement normal		non	
Soins spécialisés et intensifs		non	
Consultations et administration		non	
Imagerie (hors IRM)		non	
IRM et bloc op		non	
Urgences		non	
logistique médicale et technique		non	
Pharmacie		non	
Laboratoires		non	

Consommation ECS	faible (100 l/lit/j)
Consommation annuelle ECS (m3)	

	Surfaces totales	Surfaces vitrées
Paroi Nord		
Paroi Sud		
Paroi Est		
Paroi Ouest		

### 1.17 Répartition des locaux par type de surface

Concernant la répartition par type d'activité, le « découpage » de l'établissement est le suivant :

TYPES D'ACTIVITES	
HEBERGEMENT ET CONSULTATIONS	Hébergement médecine et chirurgie
	Chambres spécifique (type hémato)
	Soins intensifs
	Chambres obstétrique
	Chambres hôpital de jour
	Consultations
PLATEAU TECHNIQUE	Imagerie
	Urgences
	Bloc opératoire
	Bloc obstétrical
	Réanimation et surveillance continue
	Rééducation
	Pharmacie
	Laboratoires
SERVICES TRANSVERSAUX	Stérilisation
	Blanchisserie
	Lingerie
	Magasins
	Service mortuaire
	Administration et admissions
	Services transverses
	Autres

Ce découpage n'est pas représentatif du fonctionnement réel d'un établissement mais sert uniquement pour la répartition des consommations.

### 1.18 Les surfaces de la clinique du Landy

A partir des données récoltées, un tableau récapitulatif des localisations des activités et de leur surface utile a été réalisé.

	1936		1992		2007	
RDJ	Cuisine + Restaurant	369 m2	Consultations	104 m2	Locaux lingerie	78 m2
	Locaux déchets	52 m2	Kinésithérapie	91 m2	Locaux maintenance.	97 m2
			Administration	267 m2	Pharmacie	119 m2
				Stérilisation	130 m2	
				Vestiaires	66 m2	
RDC	Hospitalisation chirurgie	260 m2	Hospitalisation chirurgie	230 m2	Hospitalisation chirurgie	43 m2
	Imagerie	190 m2	Consultations	598 m2	Dialyse	715 m2
	Accueil	100 m2	Accueil	95 m2		
	Administration	176 m2	Pré admissions	34 m2		
N1	Hospitalisation chirurgie	260 m2	Hospitalisation chirurgie	230 m2	Hospitalisation médecine	461 m2
			Consultations	209 m2		
N2	Hospitalisation chirurgie	260 m2	Hébergement ambulatoire	396 m2	Hospitalisation chirurgie	43 m2
			Hospitalisation chirurgie	230 m2		
N3	Bloc opératoire	350 m2	Bloc ambulatoire	389 m2	Bloc opératoire	139 m2
	Réveil	121 m2				
TOTAL		2 138 m2		2 873 m2		1891 m2

## APPROCHE DES BESOINS GTB pour la Clinique du Landy

- E TOR= entrées tout ou rien (téléalarme, télésignalisation)
- S TOR= sortie tout ou rien (télécommande)
- EA= entrée analogique (mesures)
- SA= sortie analogique (commande vannes, variation vitesse)
- EC= entrée comptage

DESCRIPTION DES POINTS	E TOR	S TOR	EA	SA	EC
<b>TGBT</b>					
Synthèse Position départs classiques	1				
Synthèse Défaut départs classiques	1				
Synthèse Position départs sécurité	1				
Synthèse Défaut départs sécurité	1				
Présence tension	1				
Comptages					5
<b>Tableaux divisionnaires</b>					
Synthèse Position départs	12				
Synthèse Défaut départs	12				
<b>Onduleur</b>					
Synthèse état	1				
Synthèse défaut	1				
<b>Serveur</b>					
Sonde de température ambiante			1		
<b>Groupe électrogène</b>					
Synthèse état	1				
Synthèse défaut	1				
<b>Production thermique</b>					
Température extérieure			1		
Température départ			5		
Synthèse défaut chaufferie	1				
Compteur gaz					2
Sondes températures par zone			10		
Commande vannes 3 voies				5	
<b>Production frigorifique</b>					
Synthèse état groupes	10				
Synthèse défaut groupes	10				
Synthèse état auxiliaires	3				
Synthèse défaut auxiliaires	3				
Commande marche auxiliaires		3			
Température départ EG			3		
<b>Arrivée EF</b>					
Température EF		1			
Comptage					1
Synthèse état adoucisseur	1				
<b>Production ECS</b>					
Température départ			2		
Température retour			2		
Comptage ECS					2
<b>Eclairage</b>					
Commande par zone		5			
<b>Cuisine</b>					
Défaut chambres froides	4				
Sonde température salle de restauration			1		
<b>CTA</b>					
Vanne 3 voies froid CTA				12	
Vanne 3 voies chaud CTA				12	
Température de soufflage			12		
Pressostat filtre	12				
Commande vitesse ventilateur				12	
Synthèse Défaut extracteurs	1				
<b>Comptages divers</b>					
comptages					5
	<b>78</b>	<b>9</b>	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>15</b>

**REPÈRES  
DÉVELOPPEMENT  
DURABLE EN  
SANTÉ**

**LA MAÎTRISE  
DE L'ÉNERGIE  
À L'HÔPITAL**

**La consommation énergétique des hôpitaux**

L'Ademe (l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) estime que la branche santé représente 11% des consommations d'énergie du secteur tertiaire. Les hôpitaux consomment de l'énergie en permanence et nécessitent des conditions d'ambiance strictes. Ils utilisent des équipements spécifiques qui ont une consommation d'énergie par m<sup>2</sup> bien plus importante que d'autres types de bâtiments du secteur tertiaire. On estime que la facture énergétique représente de 1,5 à 5% du budget d'un établissement de santé.

La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et la hausse inéluctable du coût de l'énergie nécessitent de parvenir à une consommation moyenne d'environ 100 kWh/m<sup>2</sup> en 2050 pour l'ensemble des bâtiments en service (au lieu des 400 kWh/m<sup>2</sup> actuels, selon une estimation de l'Ademe), dont environ 50 kWh/m<sup>2</sup> d'énergie pour les usages de chauffage de locaux et de l'eau chaude sanitaire. L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments est donc fondamentale. Les établissements de santé peuvent être accompagnés pour réaliser

des diagnostics énergétiques qui permettent de faire un bilan des consommations et de dégager des voies d'amélioration, soit en améliorant la conduite de l'existant, soit en investissant notamment dans des équipements (ou actions) de maîtrise de la demande d'énergie.

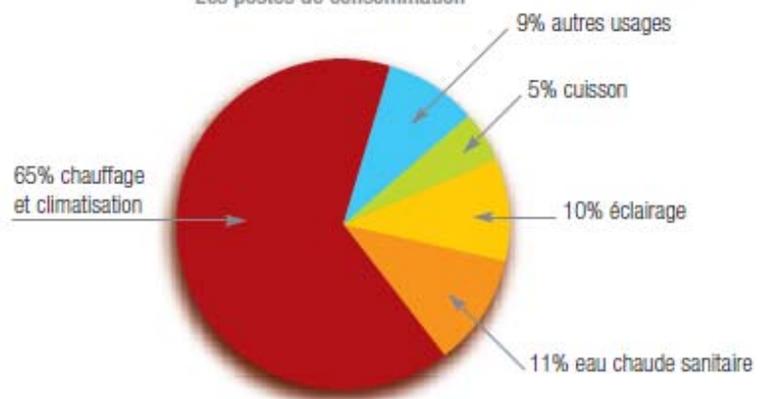
**Quelques ratios de consommation pour les hôpitaux en Europe**

• Chauffage	100 - 135 kWh / m <sup>2</sup>
• Ventilation	45 - 55 kWh / m <sup>2</sup>
• Air conditionné	5 - 14 kWh / m <sup>2</sup>
• Eclairage	34 - 39 kWh / m <sup>2</sup>
• Eau chaude sanitaire	60 - 90 kWh / m <sup>2</sup>
	85 - 95 kWh / lit / jour
• Cuisines	1,3 - 1,65 kWh / repas
• Blanchisserie	2,5 - 3 kWh / kg de linge

(Source : Electricité De France)

*Auteurs :*  
Les élèves-directeurs  
de l'EHESP, École des  
Hautes Etudes en Santé  
Publique

Les postes de consommation



# Remerciements

---

**Tous nos remerciements vont....**

**Centre Hospitalier Intercommunal Robert Ballanger à Aulnay-sous-Bois**

Jean-Michel Toulouse – Directeur

Pierre Laffly – Directeur adjoint

Bernadette Besnard – Direction du plan, des travaux et de la maintenance

Benoit Martin – TSH Services Techniques

Etienne Guillhot – Services Techniques

**Générale de Santé**

Giuseppe Zolzettich – Directeur Pôle Immobilier

Jérôme Piechowiak – Pôle immobilier

**Clinique du Landy**

Jérôme Bouttin – Responsable technique

**MEDDTL – Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement**

Albane Rambaud – Chef de projet « Bâtiments de l'Etat Exemplaire »

Sébastien Bonnaud – Chef de projet

**ADEME - Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie**

Raphaël Guastavi - Chargé de mission Eco-responsabilité

Ackli Assal – Coordinateur Pôle Développement Durable des Territoires

**Réseau Energie Environnement des Hôpitaux de Picardie**

Juliette BARTHE – Ingénieur en charge du pilotage du réseau

**IOSIS Conseil – Groupe Egis**

Jean-Léonce Korchia – Directeur du département performance des ouvrages

Olivier Vilain

Michel Pilloud – Chef de projet CVC

Florence Lavrard - Chef de projet CVC

#### Mention légale

Financement : les contenus publiés par l'ANAP sont le résultat du travail de ses salariés et de sociétés de conseil dont les prestations sont exécutées dans le cadre de marchés publics et financées par le budget de l'ANAP.

Conflits d'intérêts : les contenus et conclusions de l'ANAP sont indépendants de toute relation commerciale. L'ANAP n'approuve ni ne recommande aucun produit, procédé ou service commercial particulier.

Usage : l'ANAP garantit la validité des informations à la date de leur publication. Les contenus sujets à évolution particulière sont susceptibles d'être actualisés.

Propriété intellectuelle : les contenus sont la propriété intellectuelle de l'ANAP. Toute utilisation à caractère commercial est formellement interdite. Toute utilisation ou reproduction même partielle doit mentionner impérativement : « Améliorer sa performance énergétique - démarche et pratiques organisationnelles © ANAP 2011 » et respecter l'intégrité du contenu.



Conception et réalisation : [corporate.pixelis.fr](http://corporate.pixelis.fr) - 2011  
Secrétaire de rédaction : Fanny LENTZ  
Crédit photos : ANAP, Guetty Images.  
Imprimé par CARACTÈRE, imprimerie certifiée Iso 14001, sur du papier PEFC.

Dans ce document de retours d'expérience, l'ANAP présente deux audits énergétiques de sites hospitaliers : le Centre hospitalier intercommunal Robert Ballanger (Aulnay-sous-Bois, 93) et la Clinique du Landy (Saint-Ouen, 93). Il constitue un complément à la publication "Améliorer sa performance énergétique" présentant les démarches et pratiques organisationnelles qui peuvent être mises en oeuvre par les établissements souhaitant se lancer dans une démarche d'amélioration et d'optimisation de leurs consommations énergétiques.

Avec la promulgation des lois Grenelle 1 et 2 et la volonté de plusieurs établissements de mettre en place une démarche de développement durable, plusieurs questions se posent à eux : comment répondre aux objectifs du Grenelle de l'environnement sans engager des opérations d'investissement lourdes ? Comment mettre en oeuvre cette démarche ? Quels sont les gains possibles ?...

1

DES  
ÉTABLISSEMENTS  
TRANSFORMÉS

2

DES PROCESSUS  
DE PRODUCTION  
EFFICIENTS

3

DES PARCOURS  
DE PERSONNES  
OPTIMISÉS

4

DES RESSOURCES  
HUMAINES  
VALORISÉES

5

DES INVESTISSEMENTS  
EFFICACES

6

UNE CULTURE  
PARTAGÉE  
DE LA  
PERFORMANCE

Ce document  
s'inscrit  
dans le cadre  
du levier n°5,  
« Des investissements  
efficaces »