

B36 / B37

**Pôle Biologie Santé
1, Rue Georges Bonnet
86 000 Poitiers**



Rapport de diagnostic énergétique

Visite réalisée le : Intervenants H3C-énergies	18 / 01 / 2011
	MARY Gladys, Ingénieure PRIMEY Jeremy, Technicien supérieur
Rapport remis le :	06/07/2011

Sommaire

1. Informations générales	3
2. Consommations et émissions	7
2.1 Méthode séparation par usage	7
2.2 Méthode séparation par poste de consommation	7
2.2.1 Détermination des consommations d'eau chaude sanitaire	7
2.2.2 Détermination des consommations de chauffage	8
2.2.3 Détermination des consommations d'électricité spécifique	9
2.3 Méthode calcul émissions CO₂	10
3. Description du bâtiment et des équipements	11
3.1 Description des éléments du bâtiment	11
3.1.1 Gros œuvre : structure dalle/murs	11
3.1.2 Gros œuvre : charpente et toiture	11
3.1.3 Façades	13
3.1.4 Menuiseries extérieures	17
3.1.5 Portes donnant sur l'extérieur	19
3.1.6 Occultation/protection solaires	19
3.1.7 Tableau récapitulatif	21
3.2 Descriptions des équipements	22
3.2.1 Installation chauffage	22
3.2.2 Refroidissement	27
3.2.1 Centrales de traitement d'air	31
3.2.2 ECS	39
3.2.3 Eclairage	40
3.2.4 Ventilation	41
3.2.5 Process	42
3.2.6 Autres	43
3.3 Analyse des consommations	44
3.3.1 Consommations d'électricité	44
3.3.2 Consommations de gaz	46
3.3.1 Tableau récapitulatif	47
4. Actions d'amélioration préconisées	49
4.1 Préconisations	49
4.2 Tableau de synthèse	49
4.3 Scénario	51
5. Conclusion	54

1. Informations générales



Façade principale



Vue aérienne



Vue aérienne

1, Rue Georges Bonnet
86 000 Poitiers

Année de construction : 1966 – 1995 - 2000

Classement incendie : ERP type R et L, catégorie 5^{ème} et 3^{ème}.

Le site du Pôle Biologie Santé (PBS) est composé de plusieurs bâtiments construits à des époques différentes. Il accueille des laboratoires de recherche, des salles de conférence, des zones d'enseignements et des bureaux.

Le site est sur le campus sud de l'université de Poitiers. Il est constitué d'un assemblage de 4 bâtiments reliés entre eux.

Le site est très peu compact. Les bâtiments sont dans l'ensemble bien entretenus et en bon état. Cela est notamment dû aux rénovations réalisées pendant les années 2000.

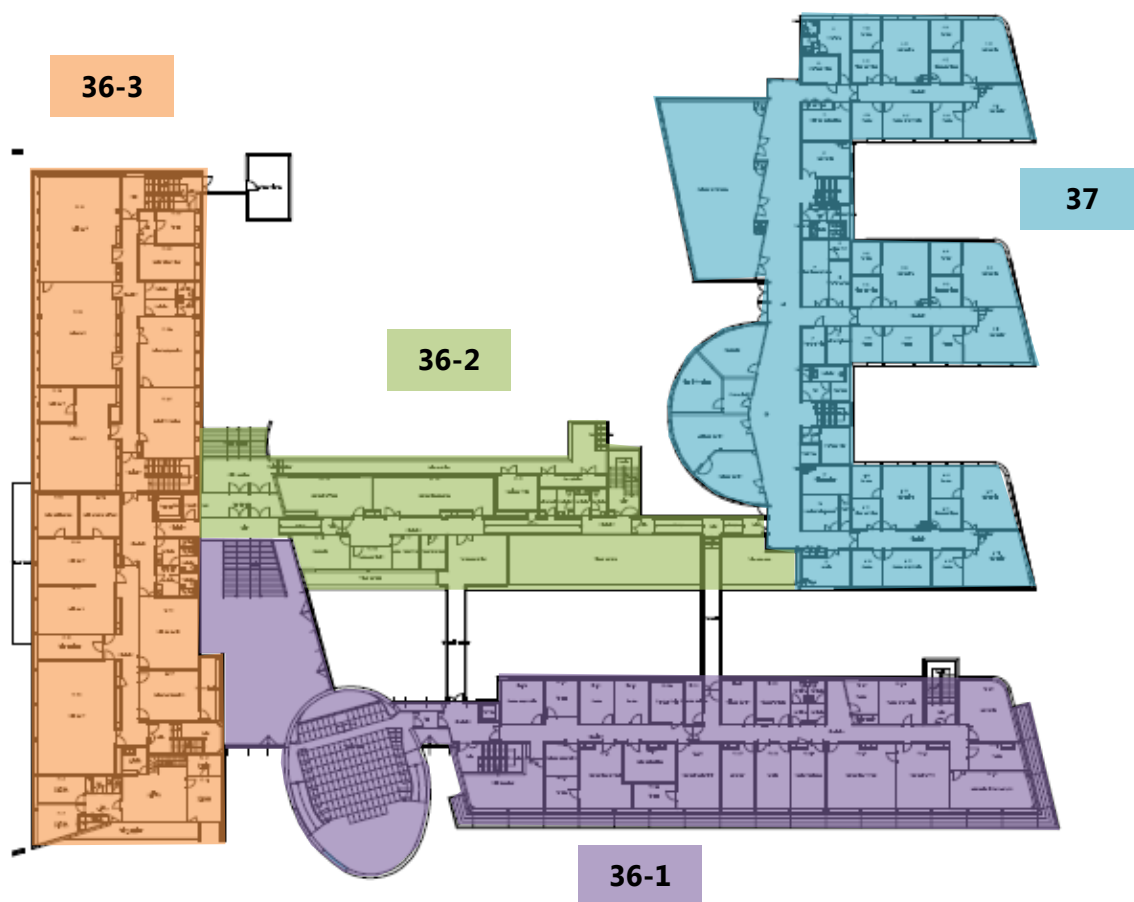
DONNEES GENERALES	
Année de construction	1966 – 1995 - 2000
Nombre de niveaux	5
Surface chauffée (m ²)	12 596 m ² (SHON = 13 206 m ²)
Nombre d'occupants	300
Activité	Enseignements Recherche Administration
Bâtiment classé	Non
Zone climatique	H2b
Altitude	100 m
Température intérieure hors occupation	18°C
Température intérieure avec occupation	20°C
DONNEES CLIMATIQUES	
Station météo de référence	Poitiers-Biard
Moyenne (2007-2009) DJU	2232
CONTRAT	
Contrat CVC	OUI
Contrat ascenseur	NON
DOCUMENTATION ANALYSEE	
Plans	OUI
DPE	NON
DOE	OUI

Les Degrés Jours Unifiés (DJU) représentent la rigueur climatique. Plus le nombre de DJU est élevé, plus le climat est rigoureux. Ils permettent d'estimer ou de corriger les besoins en chauffage d'un bâtiment. La valeur indiquée correspond au cumul des DJU base 18°C, sur les trois dernières saisons de chauffe (du 1^{er} octobre au 31 mai). En comparaison, la moyenne nationale est de 2494.

Source : Météo France

Afin de faciliter la description du site, celui-ci est décomposé en 4 bâtiments :

Bâtiment	Nombre de niveaux	Surface chauffée
37	3	2250 m ²
36-1	3	2426 m ²
36-2	4	2420 m ²
36-3	5	5500 m ²
TOTAL		12 596 m ²



2. Consommations et émissions

2.1 Méthode séparation par usage

Il est demandé dans le cahier des charges de distinguer les consommations par usage. L'audit énergie ne porte pas sur ces équipements mais ces équipements ainsi que les consommations associées sont identifiées afin de pouvoir comparer les performances des bâtis indépendamment des activités hébergées.

Pour chaque équipement, la quantité (n), la puissance électrique nominale (Pn) ainsi que la durée hebdomadaire de fonctionnement (d) sont relevées lors de la visite. La puissance nominale est issue des DOE ou indiquée sur la plaque signalétique de l'équipement. La durée hebdomadaire de fonctionnement est indiquée par les utilisateurs ou l'exploitant lors de la visite.

Les consommations électriques associées sont ainsi obtenues par la formule suivante :

$$C_{\text{équipement}}[kWh] = n[-] \times P_n[kW] \times d[h/semaine] \times 52 [semaines]$$

2.2 Méthode séparation par poste de consommation

Une méthode similaire à la méthode de séparation par usage est appliquée pour la séparation poste par poste avec une particularité pour la détermination des consommations de chauffage et d'ECS.

2.2.1 Détermination des consommations d'eau chaude sanitaire



En fonction des équipements présents (lavabos dans les sanitaires, douches pour le personnel, restaurant d'entreprise...) les besoins B_{ECS} sont estimés sur la base de ratio d'usage.

Exemple :

20 L d'eau chaude sanitaire à 60 °C/douche prise sur site
10 douches par jour de travail (6 jours/semaine)
La température moyenne de l'eau froide est de 10°C
soit $B_{ECS} = 10 \times 6 \times 52 \times 20 \times 1,163 \times (60 - 10^\circ\text{C}) = 3628 \text{ kWh}$

Ensuite selon l'énergie et le mode de production utilisés différents rendements sont appliqués à ces besoins :

- rendement de production (celui-ci peut être différent en hiver et en été pour prendre en considération l'utilisation d'une chaudière assurant à la fois le chauffage et la production d'ECS) η_{prod}
- rendement de distribution η_{distrib}

Pour chaque saison, la consommation d'eau chaude sanitaire est donnée par la formule suivante :

$$C_{ECS} = \frac{B_{ECS}}{\eta_{\text{prod}} \times \eta_{\text{distrib}}} \quad [\text{kWh}]$$

Exemple :

$\eta_{\text{distrib}} = 80 \%$, $\eta_{\text{production}} = 95 \%$, $C_{ECS} = 4,8 \text{ MWh}$ (avec les besoins précédents)

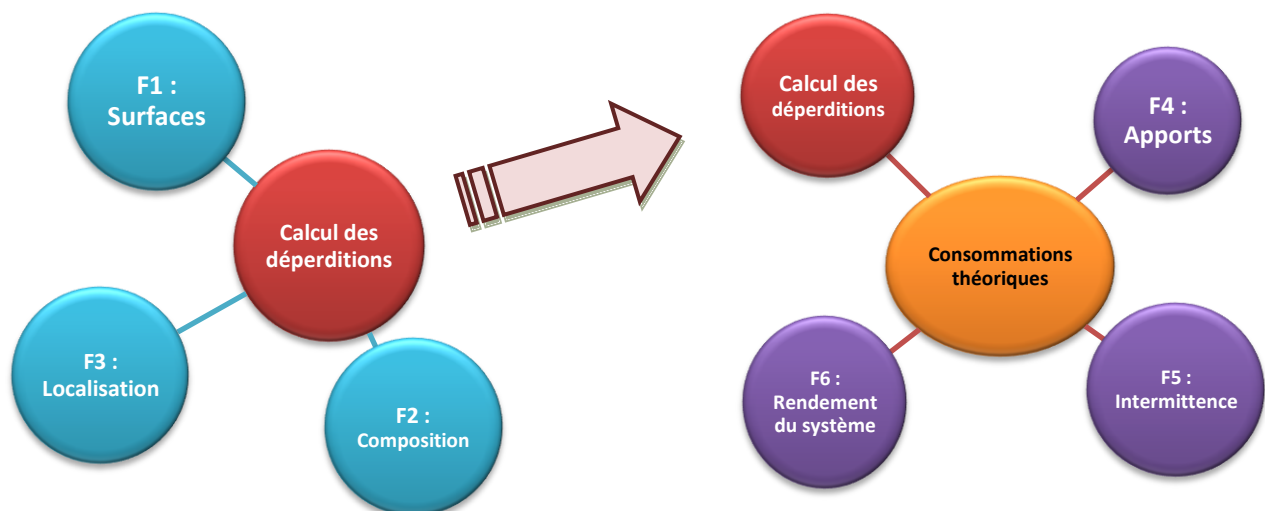
2.2.2 Détermination des consommations de chauffage

La détermination des besoins de chauffage passe par un calcul des déperditions liées à l'enveloppe bâtie. Le logiciel Perrenoud, utilisant le moteur de calcul réglementaire du CSTB est utilisé pour cela. Cette consommation théorique est comparée à la consommation réelle pour valider nos modèles de calcul.

Une fois les déperditions connues, la prise en compte :

- des modes de régulations (consignes et horaires d'occupation, horaires et températures de réduit, régulateurs et sondes présents)
- des apports internes et externes (équipements électriques, occupants, apports solaires...)
- des caractéristiques de l'installation de chauffage (mode de production, de distribution et d'émission de chaleur)

permet le calcul théorique des consommations de chauffage.



2.2.3 Détermination des consommations d'électricité spécifique

Les deux postes précédents concernent à la fois les énergies thermiques (gaz et fioul) et l'électricité selon les modes de production présents sur site. Les consommations électriques restantes sont utilisées pour les postes suivants :

- l'éclairage
- la climatisation
- les ascenseurs
- les équipements bureautiques et informatiques
- la ventilation
- les auxiliaires de chauffage (pompes,...)
- ainsi que divers équipements (électroménager, transformateur,...)

Pour évaluer les consommations de ces différents postes, un inventaire des équipements présents est réalisé lors de la visite. En fonction de l'usage du bâtiment, des horaires d'occupation ainsi que de nos constatations lors des visites des durées moyennes de fonctionnement sont estimées.

Les consommations électriques associées sont ainsi obtenues par la formule suivante :

$$C_{\text{équipement}}[kWh/an] = n[-] \times P_n[kW] \times C_{\text{charge}} \times d[h/an]$$

Avec n , quantité

P_n , puissance nominale

C_{charge} , coefficient permettant de prendre en compte la charge moyenne des équipements ou leur foisonnement

d , durée annuelle de fonctionnement

2.3 Méthode calcul émissions CO₂

Afin de calculer l'impact sur l'effet de serre des consommations d'énergies du bâtiment, il est possible de calculer une quantité équivalente de CO₂ émise. Pour cela les contenus CO₂ des énergies définis par arrêté dans le cadre du diagnostic de performance énergétique sont utilisés. Ils associent une quantité de gaz à effet de serre émise par kWh d'énergie finale consommée.

Coefficients de conversion retenus selon l'arrêté du 15 septembre 2006 :

Désignation	Kg eq CO ₂ /kWh PCI EF
Bois, biomasse	0,013
Gaz naturel	0,234
Fioul domestique	0,300
Charbon	0,384
Gaz propane ou butane	0,274
Autres combustibles fossiles	0,320
Electricité d'origine renouvelable utilisée dans le bâtiment.	0
Electricité (hors électricité d'origine renouvelable utilisée dans le bâtiment)	0,084

Remarque : Dans le cas du gaz naturel, l'énergie finale est obtenue en divisant par 1,11 la quantité d'énergie indiquée dans les factures. Ce coefficient 1,11 correspond au coefficient de conversion entre PCS utilisé dans les factures et PCI utilisé dans les étiquettes et calculs. Pour les autres énergies, l'énergie finale est la quantité d'énergie indiquée sur les factures.

3. Description du bâtiment et des équipements

3.1 Description des éléments du bâtiment

3.1.1 Gros œuvre : structure dalle/murs

Les bâtiments sont construits sur terre plein. Les planchers bas sont en béton non isolés. Des traces d'infiltration d'eau ont été observées sur le bas de plusieurs murs des bâtiments.

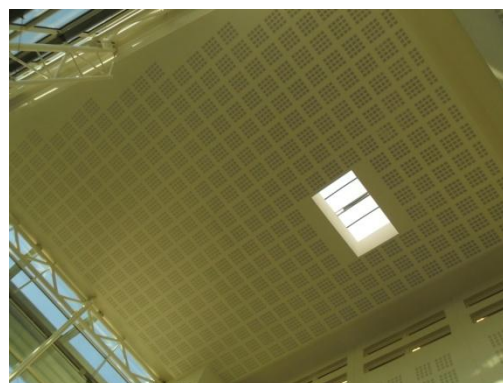
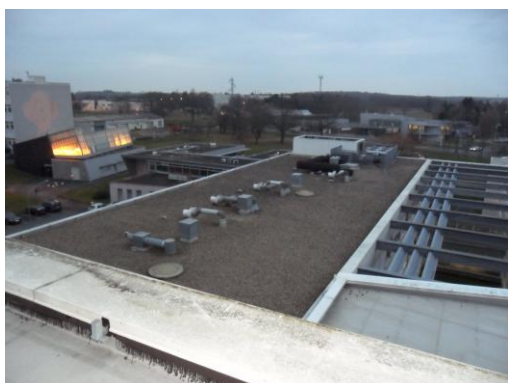


Murs extérieurs et jonctions avec les planchers bas

Les différents bâtiments qui composent le PBS ont été construits ou rénovés à des époques différentes. Les compositions des parois diffèrent quelques peu.

3.1.2 Gros œuvre : charpente et toiture

Les toitures des bâtiments sont des toitures terrasses. Elles sont composées d'une dalle béton, d'une faible épaisseur d'isolant (~ 5 cm de polyuréthane) et d'une étanchéité bitumeuse recouverte de graviers.



Toitures terrasses et plancher haut du hall d'accueil

3.1.3 Façades

Les murs des différents bâtiments n'ont pas les mêmes compositions. Certaines ne sont pas connues avec précision. Elles ont été estimées à partir des relevés sur site, des plans et des années de construction ou de rénovation des bâtiments.

Le détail des compositions par bâtiment est présenté ci-dessous.

3.1.3.1 Bâtiment 36-1

Le bâtiment 36-1 (entrée + médecine sud) est construit en murs moellon de 26 cm avec 20 cm d'isolant par l'intérieur.

Le hall d'accueil est presque entièrement vitré avec une structure métallique.

La salle de conférence possède également des murs en parpaing de 20 cm avec une isolation par l'intérieur de 10 cm.



Bâtiment médecine Sud, hall d'accueil et salle de conférence

3.1.3.2 Bâtiment 36-2

Le bâtiment 36-2 est construit en murs moellon de 26 cm avec 20 cm d'isolant par l'intérieur.



Murs extérieurs du bâtiment 36-2

3.1.3.3 Bâtiment 36-3

Le bâtiment 36-3 est construit en murs moellon de 26 cm. Un isolant a été rajouté sur une épaisseur de 10 cm.



Murs extérieurs du bâtiment 36-3

3.1.3.4 Bâtiment 37

Ce bâtiment possède des murs en béton avec parement en briques intérieur ou extérieur. Une isolation a été rajoutée sur certaines façades. Elle possède une épaisseur de 10 cm.



Murs extérieurs du bâtiment 37



Murs extérieurs du bâtiment 37

3.1.3.5 Coursives

Plusieurs coursives permettent de passer d'un bâtiment à l'autre. Ces espaces ne sont pas chauffés. Des sas, sont présents et permettent de limiter les déperditions.



Cursive

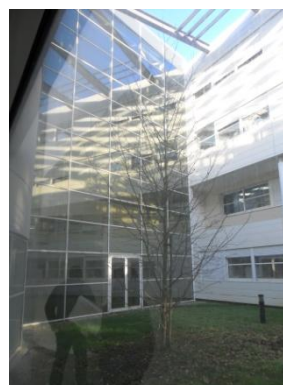
3.1.4 Menuiseries extérieures

3.1.4.1 Bâtiment 36-1

Les menuiseries du bâtiment 36-1 sont en double vitrage 4/6/4, avec structure aluminium. Les baies vitrées du Hall d'accueil ont les mêmes caractéristiques.



Menuiseries du bâtiment 36-1



Menuiseries du hall d'accueil du PBS

3.1.4.2 Bâtiment 36-2

Les menuiseries de ce bâtiment sont en PVC avec un double vitrage 4/12/4



Menuiseries du bâtiment 36-2

3.1.4.3 Bâtiment 36-3

Les menuiseries de ce bâtiment sont en PVC avec un double vitrage 4/6/4.



Menuiseries du bâtiment 36-3

3.1.4.4 Bâtiment 37

Les menuiseries du bâtiment 37 sont en aluminium avec du simple vitrage. Quelques vitrages ont été remplacés par du double vitrage 4/6/4, comme dans la salle de réunion.



Menuiseries du bâtiment 37

3.1.4.5 Coursives

Les coursives possèdent des menuiseries en PVC avec du double vitrage 4/12/4.



Menuiseries des coursives

3.1.5 Portes donnant sur l'extérieur

Les portes donnant sur l'extérieure sont de composition identique aux fenêtres.

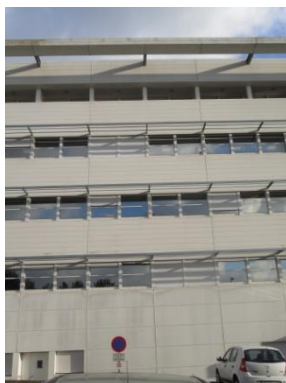
De nombreux sas sont présents et permettent de limiter les déperditions de chaleur par l'air qui peuvent avoir lieu au moment de l'ouverture des portes.

3.1.6 Occultation/protection solaires

De nombreux brise soleil sont présents au dessus des fenêtres :

- Sur la façade ouest du bâtiment 36-3
- Sur les façades Sud et Est du bâtiment 36-1
- Sur les façades Sud et Est du bâtiment 37
- Au dessus de la verrière du hall d'accueil

Ces brises soleil permettent de limiter les apports solaires en été et ainsi de limiter les surchauffes.



Brises soleil sur la façade ouest



Brise soleil au dessus de la verrière du hall



Brise soleil sur des façades Sud et Est

3.1.7 Tableau récapitulatif

Composant	Description	U estimé (W/m ² .K)	U réglementaire (W/m ² .K)
Bâtiment 36-1			
Vitrage + Menuiserie (Uw)	Menuiseries aluminium avec vitrage 4/6/4	3,9	2,3
Murs extérieurs	Murs moellon et 20 cm d'isolant par l'intérieur	0,228	0,434
Murs extérieurs salle de conférence	Murs moellon et 10 cm d'isolant par l'intérieur	0,375	0,434
Toiture	Toiture terrasse : Dalle béton de 15 cm avec 5 cm de polyuréthane, étanchéité bitumeuse et graviers	0,822	0,4
Plancher bas sur terre plein	Dalle béton de 20 cm, non isolée	2,017	-
Bâtiment 36-2			
Vitrage + Menuiserie (Uw)	Menuiseries en PVC avec vitrage 4/12/4	2,6	2,3
Murs extérieurs	Murs moellon et 20 cm d'isolant par l'intérieur	0,228	0,434
Toiture	Toiture terrasse : Dalle béton de 15 cm avec 5 cm de polyuréthane, étanchéité bitumeuse et graviers	0,822	0,4
Plancher bas sur terre plein	Dalle béton de 20 cm, non isolée	2,017	-
Bâtiment 36-3			
Vitrage + Menuiserie (Uw)	Menuiseries en PVC avec vitrage 4/6/4	2,75	2,3
Murs extérieurs	Murs moellon et 10 cm d'isolant par l'intérieur	0,375	0,434
Toiture	Toiture terrasse : Dalle béton de 15 cm avec 5 cm de polyuréthane, étanchéité bitumeuse et graviers	0,822	0,4
Plancher bas sur terre plein	Dalle béton de 20 cm, non isolée	2,017	-
Bâtiment 37			
Vitrage + Menuiserie (Uw)	Menuiseries aluminium avec simple vitrage ou vitrage 4/6/4	5,55 / 3,9	2,3
Murs extérieurs	Murs moellon et 10 cm d'isolant par l'intérieur	0,375	0,434
Toiture	Toiture terrasse : Dalle béton de 15 cm avec 5 cm de polyuréthane, étanchéité bitumeuse et graviers	0,822	0,4
Plancher bas sur terre plein	Dalle béton de 20 cm, non isolée	2,017	-
Ensemble du bâtiment			
Liaisons	Ponts thermiques liés à une isolation par l'intérieur		2 262 W/K

3.2 Descriptions des équipements

3.2.1 Installation chauffage

Le site est chauffé par la chaufferie centrale du campus sud. Il est desservi par l'intermédiaire de deux sous-stations :

- Une sous station pour le bâtiment B36
- Une sous station pour le bâtiment B37

3.2.1.1 Sous-station B36

Le réseau principal issu de la chaufferie centrale alimente la sous-station par l'intermédiaire d'une bouteille casse pression. Celle-ci dessert deux circuits secondaires : un pour les circuits constants et l'autre pour les circuits régulés.

Remarque : le montage hydraulique de la bouteille casse-pression est correct et optimal.



Bouteille casse pression



Départs de distribution



Echangeur de chaleur sur circuit plancher chauffant

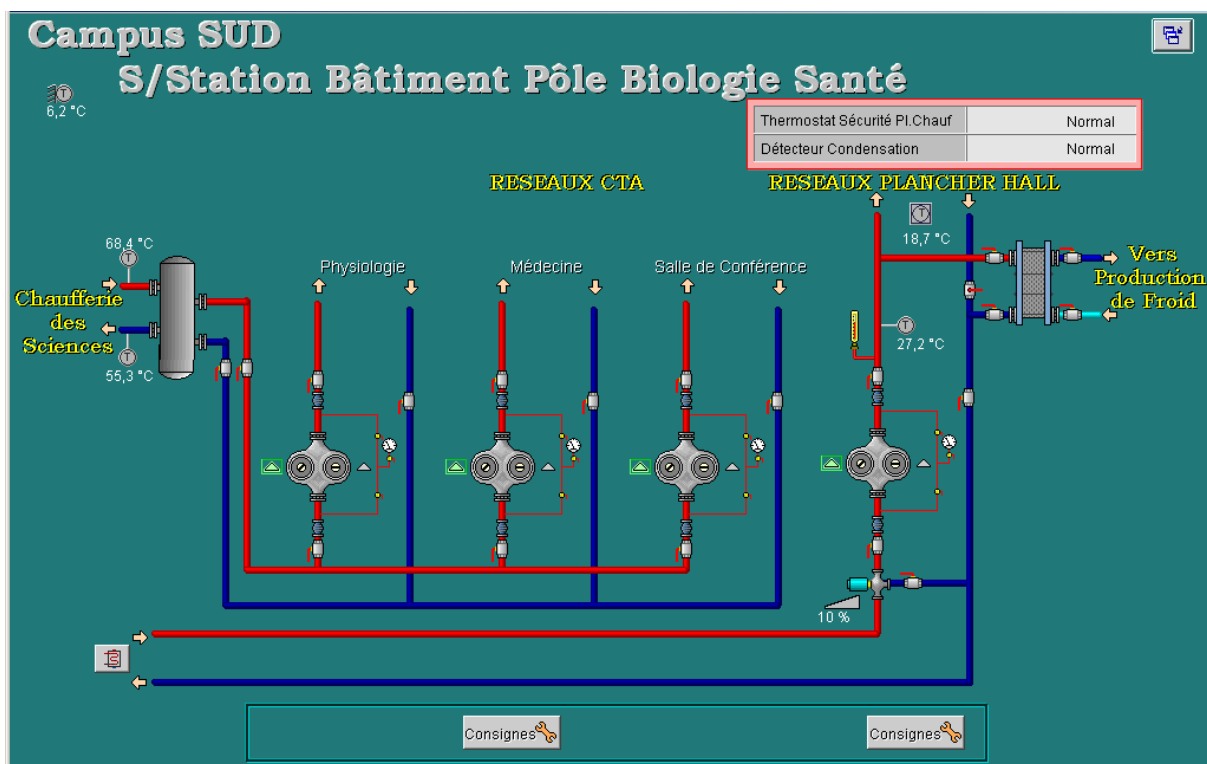


Schéma de principe de la sous-station B36

Le réseau de distribution se divise en 9 départs :

Circuit	Pompe (marque et type)	Puissance de la pompe	Régulation	Remarque
Plancher chauffant	Pompe double GRUNDFOS UPSD 40.120F	460 W	Température régulée par vanne trois voies type SQS 65	1 échangeur à plaques (CETHERM V1CH5I) isole le réseau d'eau du plancher chauffant pour limiter les risques d'encrassement
Médecine sud (radiateurs)	Pompe double GRUNDFOS UPSD 40.120F	460 W	Température régulée par vanne trois voies type SQS 65	
Médecine nord (radiateurs)	Pompe double GRUNDFOS UPSD 40.120F	460 W	Température régulée par vanne trois voies type SQS 65	
Physiologie N-1 (radiateurs)	Pompe double GRUNDFOS UPSD 32.50F	120 W	Température régulée par vanne trois voies type SQS 65	
Physiologie EST (radiateurs)	Pompe double GRUNDFOS UPSD 40.60F	340 W	Température régulée par vanne trois voies type SQS 65	

Physiologie OUEST (radiateurs)	Pompe double GRUNDFOS UPSD 40.60F	340 W	Température régulée par vanne trois voies type SQS 65	
CTA Physiologie	Pompe double GRUNDFOS UPSD 50.60F	360 W	Température constante	
CTA Médecine	Pompe double GRUNDFOS UPSD 50.120F	720 W	Température constante	
CTA Salle de conférences	Pompe double GRUNDFOS UPSD 32.80F	245 W	Température constante	

Remarques :

- Des vannes d'équilibrage TA sont présentes sur tous les retours.
- Le calorifugeage des canalisations en sous station est en bon état.

Ces réseaux desservent différents types d'émetteurs répartis dans le bâtiment 36 :

- Un plancher chauffant dans le hall du bâtiment 36-1
- Des radiateurs dans les bâtiments Médecine (36-1) et Physiologie (36-2 et 36-3)
- Des batteries chaudes de CTA (Cf. 3.2.3 Centrales de traitement d'air)



Plancher chauffant



Radiateurs en acier

3.2.1.2 Sous-station B37

Le bâtiment IBMIG (B37) est alimenté en chaleur par l'intermédiaire d'une autre sous-station.

Le réseau primaire dessert un collecteur pour les départs et un second collecteur renvoi les retours vers le réseau primaire.



Départs de distribution de la sous station B37

Cette sous-station dessert 4 départs :

Circuit	Pompe (marque et type)	Puissance de la pompe	Régulation	Remarque
Sud	Pompe simple GRUNDFOS UMC 40/30	100 W	Température régulée par vanne trois voies type SCS AT25T	Vanne TA sur le retour.
Bibliothèque (Nord)	Pompe simple GRUNDFOS UMC 40/30	100 W	Température régulée par vanne trois voies type SCS AT25T	Vanne TA sur le retour.
Hall	Pompe simple GRUNDFOS UMC 40/30	100 W	Température régulée par vanne trois voies type SCS AT25T	Vanne TA sur le retour.
Salle de réunion	Pompe simple GRUNDFOS UMC 40/30	100 W	Température constante	Vanne de pression différentielle. Vanne TA sur le retour.

Remarque : Cette sous station n'est pas reliée à la GTB du site. La régulation est effectuée par 3 régulateurs présents en sous station.

Ces 4 départs desservent des circuits radiateurs.

Le départ Salle de réunion dessert également 6 ventilo-convecteurs, régulés indépendamment par des régulateurs individuels. Ceux-ci sont accompagnés de sondes de présence et de sondes de température intérieures et extérieures.



Radiateurs en acier



Ventilo-convecteur

3.2.2 Refroidissement

Les besoins en froid dans le bâtiment sont importants. L'eau glacée utilisée sur le site du PBS et de l'IMBIG est produite par deux groupes froids.

De plus, les besoins locaux et ponctuels sont assurés par des systèmes individuels de climatisation.

3.2.2.1 Groupe froid CIAT

Un groupe frigorifique de la marque CIAT, d'une puissance froid de 438 kW, est installé dans le bâtiment B36. Le fluide frigorigène est du R407C. L'installation date de 2001.



Groupe frigorifique CIAT

Le refroidissement est assuré en dry-cooler, par l'intermédiaire de 6 ventilateurs aéroréfrigérants placés en toiture.



Ventilateurs aéroréfrigérants

Le groupe froid dessert les bâtiments Physiologie et Médecine et le réseau plancher chauffant/refroidissant du hall du bâtiment 36-1.

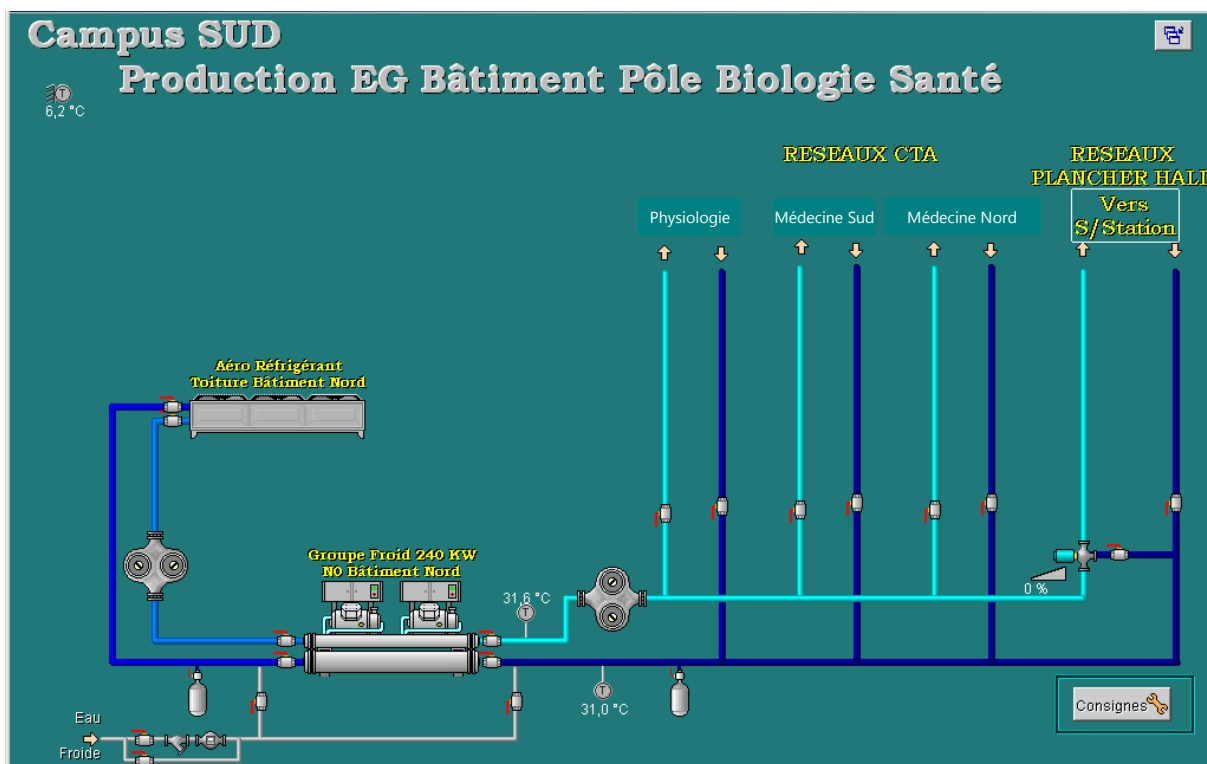


Schéma de principe de la production d'eau glacée

Un disconnecteur est présent sur l'arrivée d'eau froide, afin d'éviter les retours d'eau dans le réseau d'eau potable.



Disconnecteur

Remarque : Le départ plancher chauffant est régulé par une vanne trois voies montée en décharge. Cela implique une modification du débit d'eau envoyé dans l'évaporateur du groupe froid. Les pompes primaires d'eau glacée doivent normalement envoyer un débit constant dans l'évaporateur afin de limiter tout risque de gel.

Le montage réalisé n'est pas conseillé et doit être modifié.

3.2.2.2 Groupe froid Wesper

Un deuxième groupe froid assure les besoins en eau glacée du bâtiment 36-3 (Physiologie). Il s'agit d'un groupe frigorifique de la marque WESPER, de type ALR 70P, d'une puissance froid de 244 kW. Le fluide frigorigène est du R407C.

Le refroidissement est assuré en dry-cooler, par l'intermédiaire de 6 ventilateurs aéroréfrigérants intégrés.



3.2.2.3 Emetteurs

Ces deux groupes frigorifiques fournissent l'eau glacée qui alimente les batteries froides des CTA (Cf. 3.2.1 Centrales de traitement d'air) et les 65 cassettes de froid réparties dans le bâtiment.



Cassette de refroidissement

3.2.2.4 Climatisations individuelles

Le bâtiment de l'IMBIG est en majorité climatisé par des splits systems indépendants. Une partie de ces systèmes assurent le confort dans les bureaux. Ils ne fonctionnent que quelques semaines dans l'année. D'autres systèmes assurent le refroidissement dans les laboratoires, dans lesquels des systèmes spécifiques créent des apports de chaleur importants. Ceux-là fonctionnent en continu.



Unités intérieures de climatisation



Unités extérieures de climatisation

3.2.2.5 Chambres froides / congélateurs

Les bâtiments du PBS et de l'IMBIG accueillent de nombreux laboratoires. Des chambres froides (positives et négatives) et de nombreux réfrigérateurs et congélateurs sont présents. Ces systèmes sont de forts consommateurs d'électricité.

Néanmoins ils sont liés à l'usage du bâtiment et leurs consommations sont difficilement supprimables.



Chambres froides et congélateurs

3.2.1 Centrales de traitement d'air

Il y a sur le site du Pôle Biologie Santé deux types de CTA :

- Les centrales de traitements d'air qui assurent le renouvellement d'air, le chauffage et la climatisation des locaux, en fonction des saisons et des besoins.
- Les centrales de traitement d'air (centrales de compensation) qui compensent les différences de pression liées à l'air extrait par les sorbonnes.

3.2.1.1 CTA salle de conférence

La salle de conférence, au rez-de-chaussée du bâtiment 36-1, est équipée d'une centrale de traitement d'air CIAT Compact S050. Elle assure le renouvellement d'air et le chauffage. Elle est équipée d'une batterie à eau chaude, alimentée par la sous-station B36. La régulation est effectuée par l'intermédiaire d'une vanne 3 voies SQS 65.



Centrale de traitement d'air de la salle de conférence

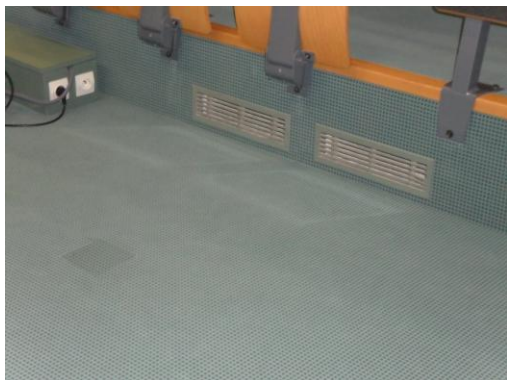
Remarques :

- La gaine d'amenée d'air neuf n'est pas calorifugée. Des problèmes de condensation peuvent apparaître. Il serait judicieux de calorifuger cette gaine.
- La gaine de soufflage est percée. Des pertes importantes de chaleur ont lieu à ce niveau.



Gaine de soufflage percée

La centrale de traitement d'air diffuse dans la salle de conférence par l'intermédiaire de bouches de soufflage. Des bouches de reprise sont placées dans le haut de la salle. Un mélange air neuf / air repris est effectué au niveau de la CTA.



Bouches de soufflage



Bouches de reprise

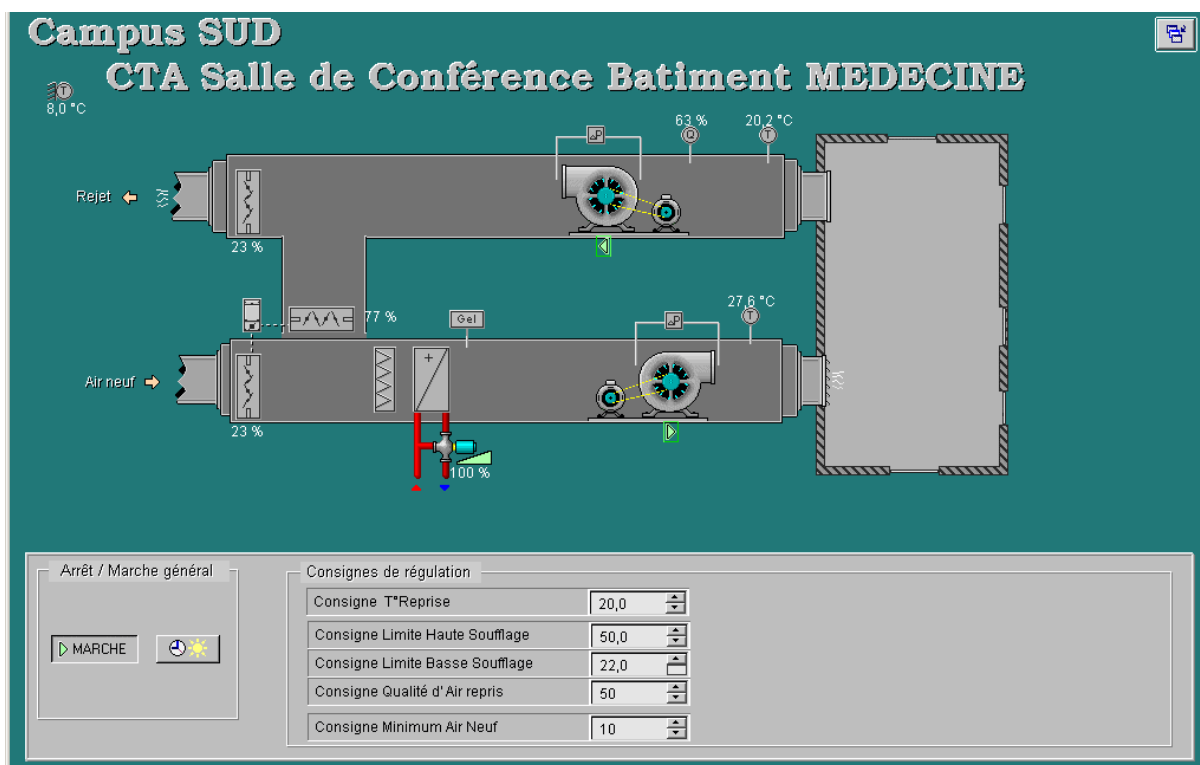


Schéma de principe de la CTA de la salle de conférence

3.2.1.2 CTA Physiologie Nord

La centrale de traitement d'air est de type GI S 100, de la marque CIAT. Cette centrale assure le soufflage et l'extraction dans les locaux du bâtiment 36-3.

Le fonctionnement en double flux permet d'apporter des quantités d'air neuf suffisantes mais également de recycler, en partie, l'air extrait. La régulation des volumes est effectuée par des volets de mélange.

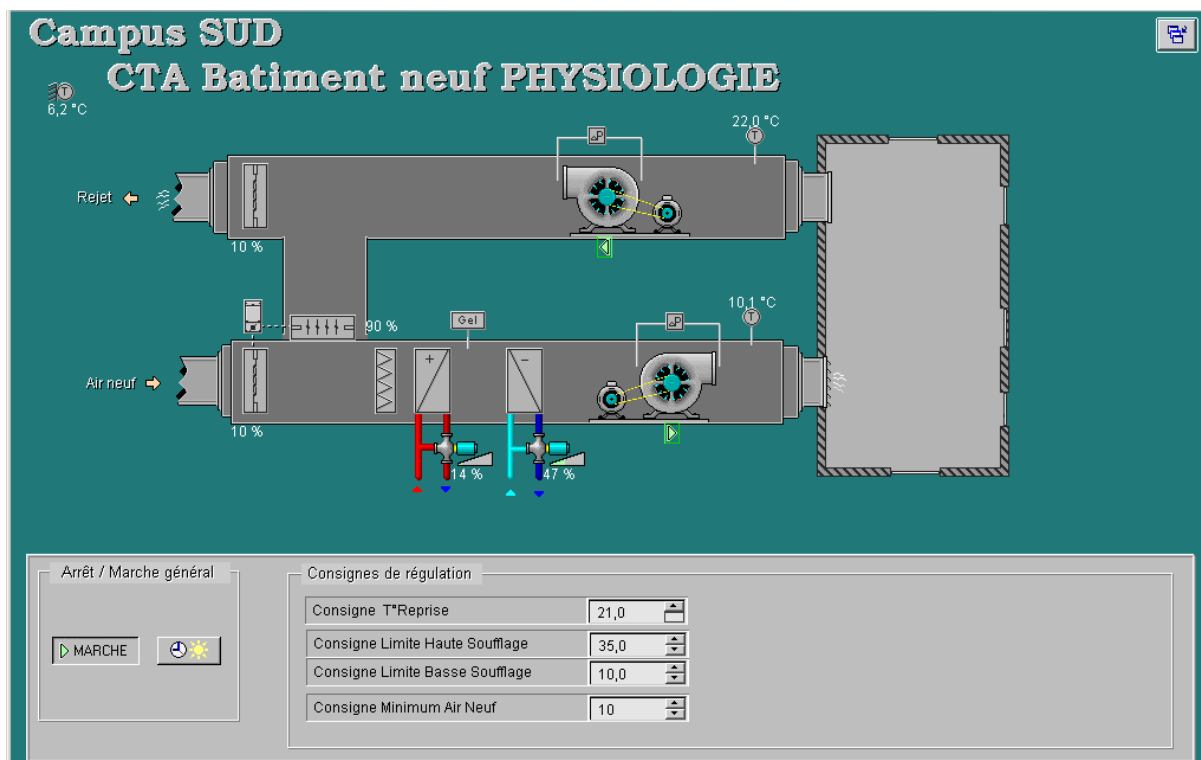


Schéma de principe de la CTA Physiologie Nord

Remarque : Un défaut a été remarqué sur cette centrale :

- Le thermostat antigel est mal placé

Un thermostat antigel assure la protection de la batterie chaude contre le gel. Toute CTA alimentée par une gaine d'air neuf (en partie ou en tout air neuf) doit être équipée d'un thermostat antigel.

Des erreurs de montage sont souvent observées. Le thermostat, pour remplir pleinement son rôle, doit être placé en aval immédiat de la première batterie chaude, plaqué contre les ailettes et réparti sur la surface de celle-ci.

Toute autre place risque de ne pas déclencher correctement l'ouverture de la vanne de la batterie chaude, en cas de température basse, et de provoquer le gel de la batterie et donc sa destruction.

3.2.1.3 CTA Physiologie Sud

Cette centrale de traitement d'air est de type GI 025, de la marque CIAT. Cette centrale assure le soufflage et l'extraction dans les locaux du bâtiment 36-3.

Dans le cas de cette centrale, l'air extrait provient de l'animalerie. La centrale est utilisée en tout air neuf, il n'y a pas d'air extrait qui est réinjecté dans le bâtiment.



CTA Physiologie Sud

Remarque : Deux défauts ont été remarqués sur cette centrale :

- La tension de courroie sur un des moteurs est mauvaise. Celle-ci doit être contrôlée, voir remplacée
- Le thermostat antigel est mal placé

3.2.1.4 CTA Médecine Sud 1 et 2

Le bâtiment Médecine est desservi par deux centrales de traitement d'air, placées en toiture :

- Centrale de traitement d'air CIAT Compact S050
- Centrale de traitement d'air CIAT Compact S025

Ces centrales de traitement d'air fonctionnent également en soufflage et en reprise. Des volets de mélange permettent de réaliser un mélange Air Neuf / Air Repris pour l'air soufflé dans le bâtiment. Une gestion des registres au niveau du caisson de mélange permet de réguler les taux d'air neuf et d'air repris en fonction des besoins.

Une surventilation est mise en place en fonction d'une programmation horaire.



Centrales de traitement d'air des CTA du bâtiment médecine Sud

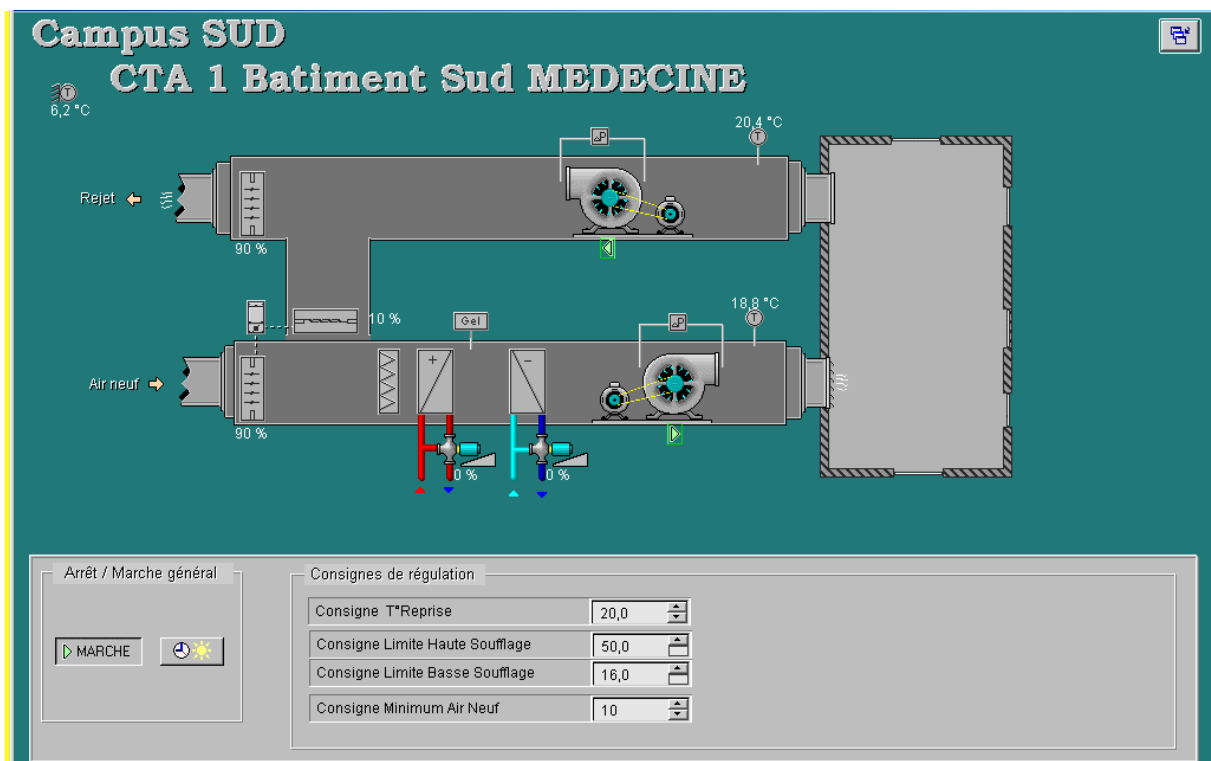


Schéma de principe de la CTA 1 Médecine Sud

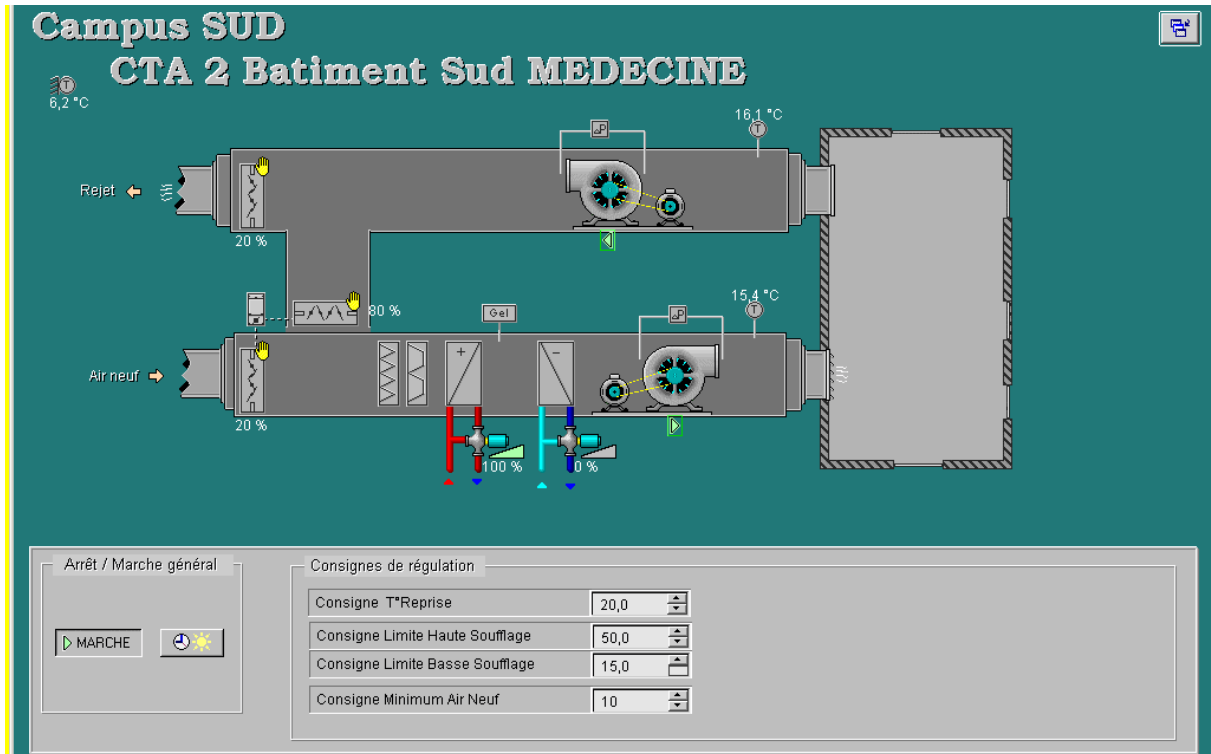


Schéma de principe de la CTA 2 Médecine Sud

Des défauts de calorifugeage ont été observés sur les gaines des centrales de traitement d'air de la terrasse du bâtiment Médecine.

Des pertes importantes ont lieu à ce niveau. En effet, l'air qui vient d'être réchauffé traverse ces gaines avant d'être soufflé dans le bâtiment. Ces gaines se trouvent en toiture. Les échanges thermiques entre la gaine et l'air extérieur sont non négligeables si celle-ci n'est pas calorifugée.



3.2.1.5 Centrales de compensation

Ces centrales de traitement d'air permettent de compenser l'air extrait par les sorbonnes. L'air est préchauffé ou pré refroidi, selon les besoins, avant d'être soufflé dans les laboratoires. L'allumage du soufflage est synchronisé avec celui des sorbonnes.

Il y a trois centrales de compensation CIAT Compact S100 :

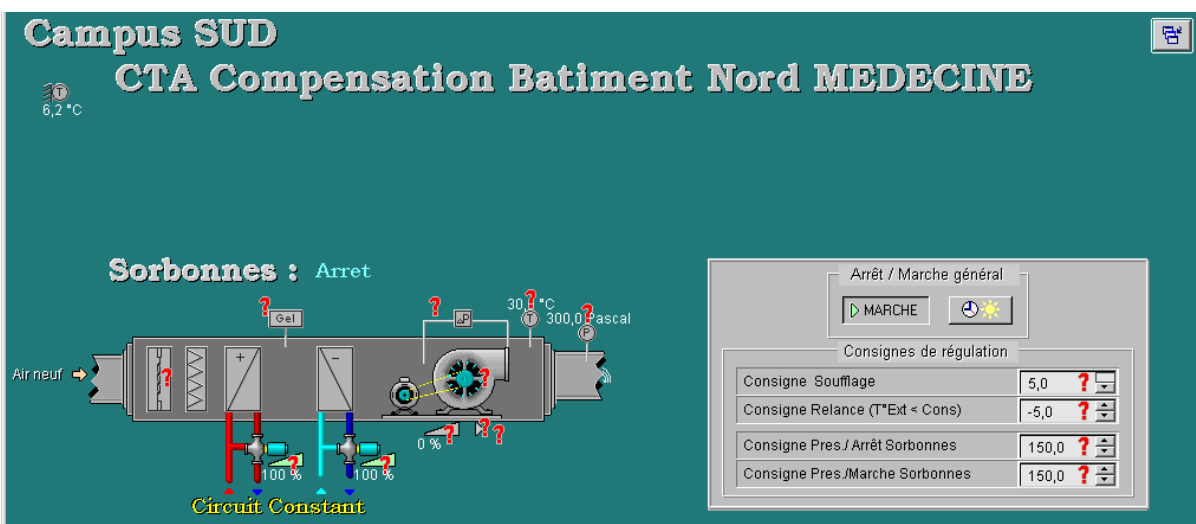
- Physiologie Nord
- Médecine Nord
- Médecine Sud

Et une centrale de compensation CIAT Compact S050 :

- Physiologie Sud



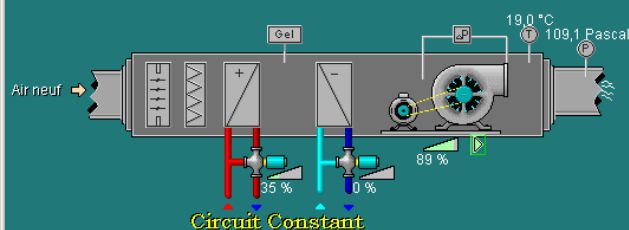
Centrale de compensation Médecine Nord



Campus SUD CTA Compensation Batiment neuf PHYSIOLOGIE

6,2 °C

Sorbonnes : Arrêt



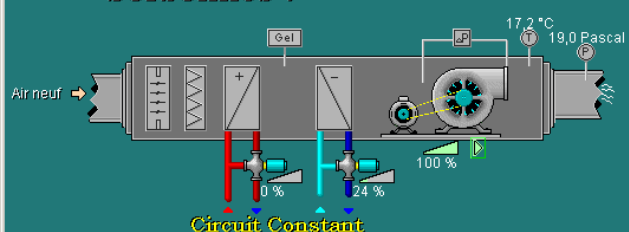
Arrêt / Marche général

Consignes de régulation

Consigne Soufflage	19,0
Consigne Relance (T*Ext < Cons)	12,0
Consigne Pres./ Arrêt Sorbonnes	100,0
Consigne Pres./Marche Sorbonnes	150,0

CTA Compensation Batiment rénové PHYSIOLOGIE

Sorbonnes : Arrêt



Arrêt / Marche général

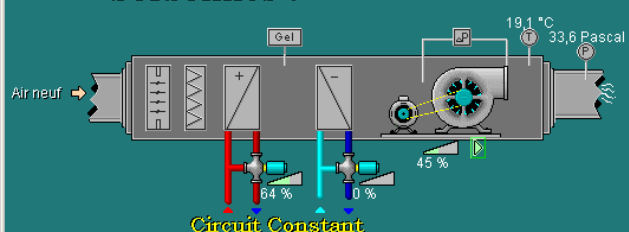
Consignes de régulation

Consigne Soufflage	19,0
Consigne Relance (T*Ext < Cons)	12,0
Consigne Pres./ Arrêt Sorbonnes	30,0
Consigne Pres./Marche Sorbonnes	150,0

Campus SUD CTA Compensation Batiment Sud MEDECINE

6,2 °C

Sorbonnes : Arrêt



Arrêt / Marche général

Consignes de régulation

Consigne Soufflage	19,0
Consigne Relance (T*Ext < Cons)	12,0
Consigne Pres./ Arrêt Sorbonnes	35,0
Consigne Pres./Marche Sorbonnes	100,0

Schémas de principe et paramètres de régulation des centrales de compensation

3.2.2 ECS

L'eau chaude sanitaire est produite par des cumulus électriques à proximité des points de puisage.

Le nombre exact de ballons d'eau chaude sanitaire n'est pas connu. Une douzaine de cumulus a été estimée pour desservir les sanitaires. De plus, des besoins spécifiques liés aux laboratoires ont été pris en compte.

3.2.2.1 Tableau récapitulatif

Production	
Description de la production	Cumulus électriques
Type d'énergie :	Electricité
Puissance installée (kW) :	26 kW
Age de l'installation :	20 ans
Distribution	
Type de distribution	directe
Émission	
Type d'émetteur	intégrée
Régulation	
Régulation existante	non
Type de régulation :	
Gestion :	
Comptage spécifique existant	non

3.2.3 Eclairage

Différents systèmes d'éclairage sont installés dans le bâtiment. En majorité il s'agit de tubes néons type T8 et de lampes basse consommation.

Le recensement exact de chaque point lumineux n'a pas pu être effectué. Des ratios surfaciques d'éclairement ont été évalués par zone en fonction des besoins en éclairage et des apports liés à l'éclairage naturel.

Éclairage artificiel :	
Types d'éclairage installé :	Tubes néons type T8 et lampes basse consommation
Puissance installée (kW):	126 kW
Éclairage naturel :	
Eclairage naturel :	important
Gestion :	
Interrupteurs :	Oui
Détection de présence :	Non
Programmation horaire :	Non, gestion manuelle

3.2.4 Ventilation

La ventilation des locaux est en grande partie assurée par les centrales de traitement d'air et les sorbonnes et centrales de compensations associées.

Des extracteurs sont également installés dans les locaux et les laboratoires. Il en existe deux types :

- Une dizaine d'extracteurs d'air de la marque ELGE ou ATLANTIC
- Une vingtaine d'extracteurs chimiques de la marque FAGES&MARTIN LAVAL

De plus des ventilations mécaniques contrôlées (VMC) assurent le renouvellement d'air dans les locaux et les sanitaires.



Sorbonnes



Extracteurs



Bouche de VMC

3.2.4.1 Tableau récapitulatif

Système:	
Nature de la ventilation :	Mécanique
Description du système :	Centrales de traitements d'air Centrales de compensation Extracteurs VMC
Age de l'installation :	20 ans
Distribution :	
Type de distribution	
Émission :	
Type d'émetteur	
Régulation :	
Régulation existante	Oui, partielle
Type de régulation :	
Gestion :	
Comptage spécifique existant	non

3.2.5 Process

Différents appareils liés aux activités dans le bâtiment, sont également d'importants consommateurs d'électricité.

Il s'agit notamment des nombreux congélateurs et réfrigérateurs, ainsi que des appareils spécifiques de recherche en biologie et en médecine.



Etuve



Sorbonne

**Microscope**

Les consommations de ces différents appareils sont difficilement estimables étant donné qu'ils fonctionnent périodiquement sur des durées variables. Leurs consommations étant liées aux activités du bâtiment, des réductions d'utilisation ne sont pas envisagées. Néanmoins, une mutualisation de ces équipements entre laboratoires, peut être envisagée, dans la limite des possibilités.

3.2.6 Autres

Il y a dans le bâtiment du PBS, beaucoup d'appareils consommateurs d'électricité, hors laboratoires : ordinateurs (~ 300), imprimantes, photocopieurs, ascenseurs. ...

**Photocopieur****Ascenseurs**

Même en veille, les appareils de bureautique (ordinateurs, imprimantes) sont d'importants consommateurs d'électricité. Une bonne gestion de leur extinction permet de limiter considérablement les consommations.

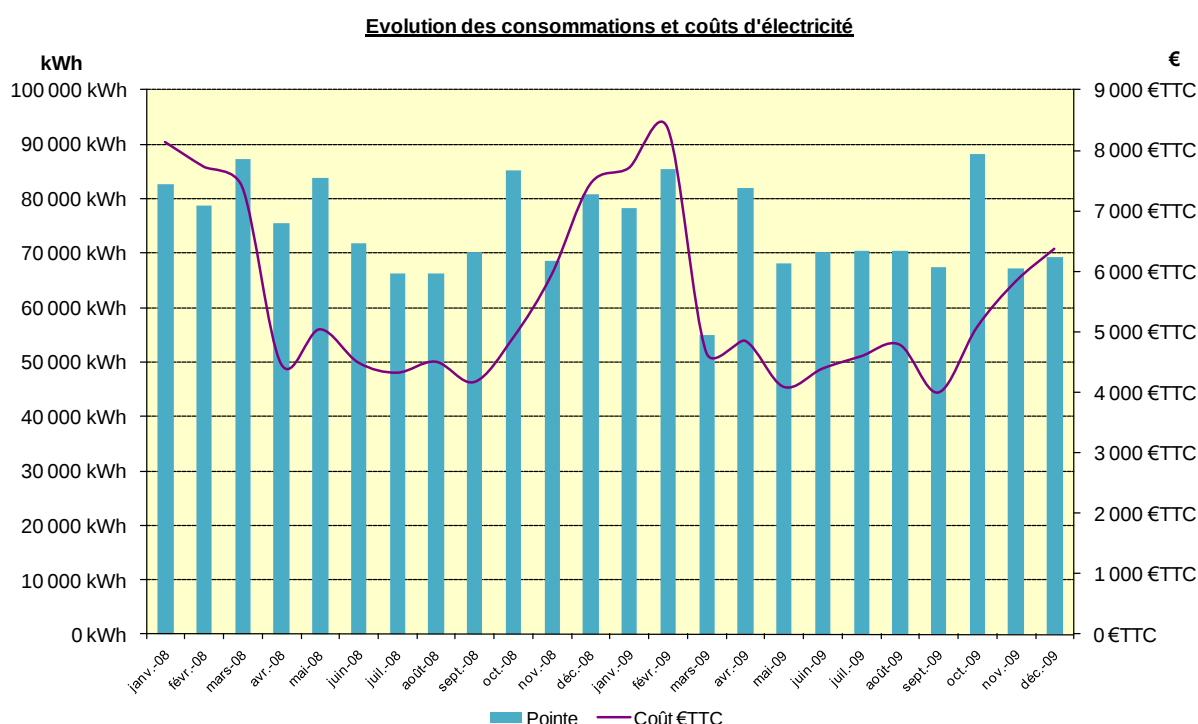
3.3 Analyse des consommations

3.3.1 Consommations d'électricité

Le campus Sud possède un compteur général et a souscrit un contrat auprès d'EDF de type Tarif Vert avec l'option longue utilisation et une puissance souscrite de 1 900 kVA.

Différents compteurs d'électricité sont présents dans le bâtiment du PBS, en fonction des zones desservies.

Le graphique et le tableau suivants présentent les consommations sur les années 2008 et 2009.

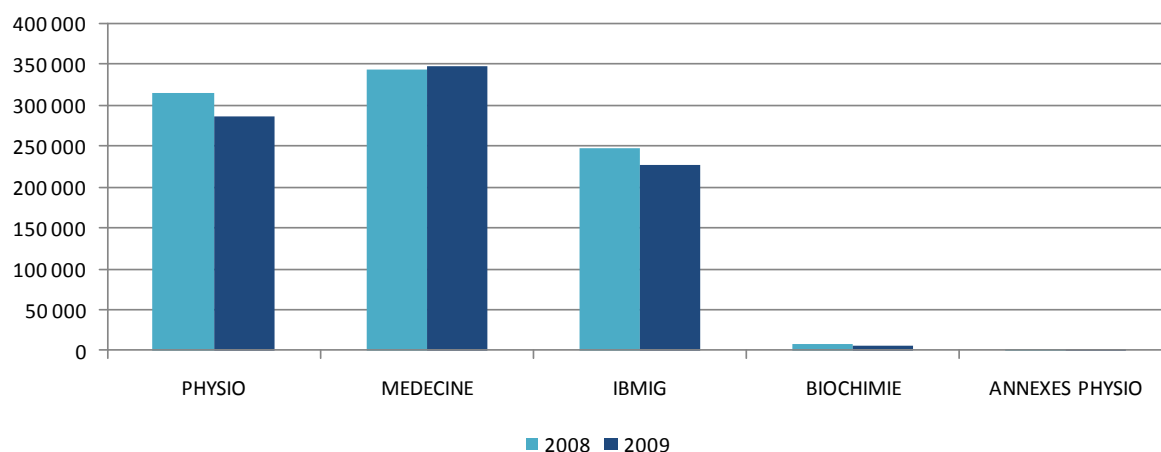


Electricité tarif Vert				
Période	Consommations	Coût TTC	Ratio surfacique *	Coût TTC/MWh
2008	917 MWh	68 570 €	73 kWh/m²	74,76 €/MWh
2009	872 MWh	64 752 €	69 kWh/m²	74,29 €/MWh
Moyenne	894 MWh	66 661 €	71 kWh/m².an	74,53 €/MWh

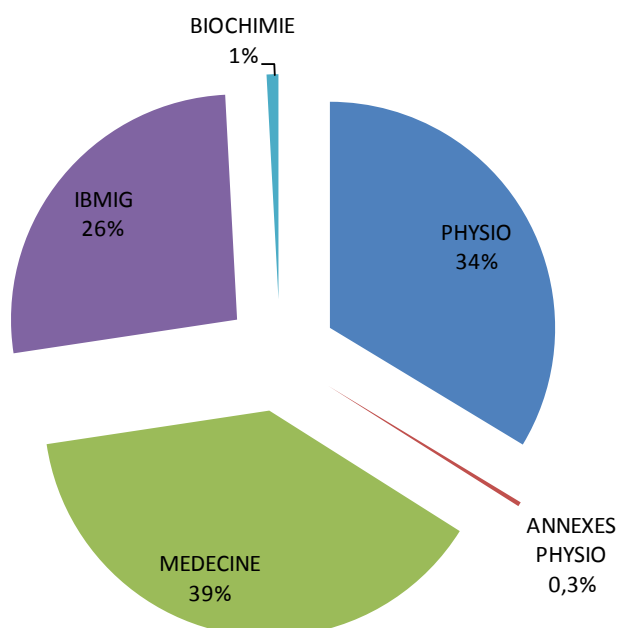
* Surface considérée : 12596 m²

Le graphique ci-dessous présente les consommations par zones.

Evolution des consommations d'électricité par zones du PBS



Répartition des consommations d'électricité par zones



Les consommations d'électricité sont les plus importantes dans les bâtiments de laboratoires.

3.3.2 Consommations de gaz

Le bâtiment du Pôle Biologie Santé est chauffé à partir du réseau de chauffage de la chaufferie centrale du campus Sud.

Un compteur de chaleur est présent uniquement pour la sous-station qui dessert le bâtiment 36.

Les consommations ayant pu être obtenues (2008-2009) sont présentées dans le tableau et le graphique suivants :

GAZ					
Période	DJU	Consommations (MWh PCS)	Coût € TTC	Ratio surfacique *	Coût €TTC/MWh
2008	2272	813 MWh	58 681 €	79 kWh/m ²	72,21 €/MWh
2009	2299	828 MWh	49 877 €	80 kWh/m ²	60,22 €/MWh
2010	2628	1 024 MWh	55 914 €	99 kWh/m ²	54,61 €/MWh
Moyenne	2400	888 MWh	54 824 €	86 kWh/m².an	62,34 €/MWh

* Surface considérée : 10 346 m²

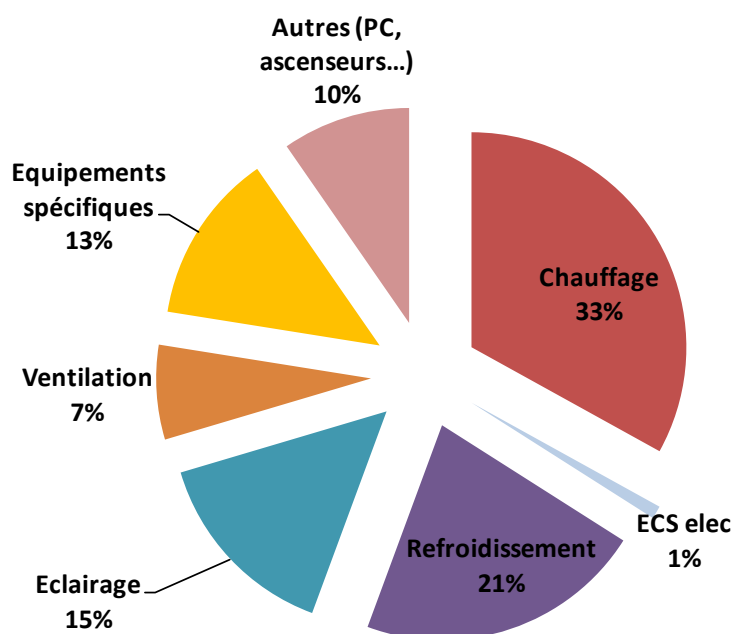
Les consommations du bâtiment B37 ont été estimées à 249,5 MWh

Les consommations totales du bâtiment du PBS (B37 et B36) sont ainsi égales à 1 137,9 MWh. Soit un ratio surfacique de 90,3 kWh/m².an

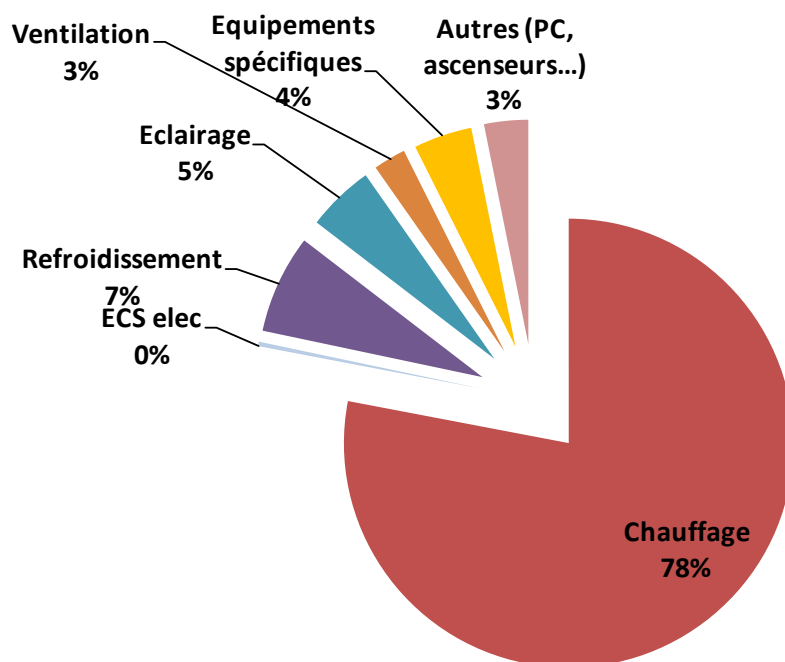
3.3.1 Tableau récapitulatif

Poste de consommation	Nature de l'énergie	kWh _{ef} /an	kWh _{ef} /m ² /an	kWh _{ep} /an	kWh _{ep} /m ² /an	kgeqCO ₂ /an/m ²	DPE Energie	DPE eqCO ₂	Coût € HT/an
Chauffage	Gaz	1 137 869	90	1 137 869	90	21			65 175 € HT
ECS elec	Electricité	12 977	1	33 480	3	0			841 € HT
Refroidissement	Electricité	288 732	23	744 927	59	2			18 721 € HT
Eclairage	Electricité	197 253	16	508 914	40	1			12 790 € HT
Ventilation	Electricité	94 900	8	244 841	19	1			6 153 € HT
Equipements spécifiques	Electricité	171 253	14	441 834	35	1			11 104 € HT
Autres (PC, ascenseurs...)	Electricité	128 885	10	332 524	26	1			8 357 € HT
Production d'énergie		0	0	0	0	0			0 € HT
TOTAL		2 031 869	161	3 444 389	273	27	D	C	123 141 € HT

Répartition des consommations d'énergies primaires par poste



Répartition des émissions de gaz à effet de serre par poste



4. Actions d'amélioration préconisées

4.1 Préconisations

La dernière partie de ce rapport présente les actions à mener pour augmenter les performances énergétiques des bâtiments, optimiser les consommations, améliorer le confort des occupants et envisager le recours aux énergies renouvelables.

Les actions à mener sont présentées sous forme de Fiches Actions, fournies en Annexe.

Dans ces fiches synthétiques sont consignées :

- Un descriptif de l'amélioration,
- Le chiffrage des coûts d'investissement : frais de gestion et d'études éventuelles, de fourniture, et de main d'œuvre,
- Les économies d'énergie (chaleur et électricité) ou d'eau réalisables,
- La réduction d'émissions de gaz à effet de serre envisageable,
- Une estimation des économies financières annuelles réalisables et du temps de retour brut
- Les éventuels coûts supplémentaires engendrés à l'exploitation,
- Les délais de réalisation des travaux et la nature de la gêne éventuellement occasionnée

4.2 Tableau de synthèse

Le tableau de synthèse suivant répertorie les différentes actions, à envisager, ainsi que leurs caractéristiques. Les actions sont traitées indépendamment les unes des autres.

Remarques :

- Les investissements sont donnés Hors Taxes.
- Les temps de retour actualisés sont calculés sur la base d'une augmentation annuelle de 4% du prix des énergies et d'une inflation annuelle de 2%.
- Pour les travaux conséquents, il est nécessaire de faire appel à un bureau de maîtrise d'œuvre.
- Pour les temps de retour importants, il faut opter pour une démarche environnementale de réduction des consommations énergétiques et d'amélioration nette du confort des occupants.

Légende :

CT : court terme, action à réaliser dans les 2 ans.

MT : moyen terme, action à réaliser entre 2 et 7 ans.

LT : long terme, action à réaliser progressivement ou nécessitant une programmation pluriannuelle.

Note : La classification de l'action reste à l'appréciation du diagnostiqueur



Diagnostic énergétique

Synthèse des préconisations

Échéance	N° de FA	Intitulé	Amélioration principale	Amélioration secondaire	Investissement total (€HT)	Economie d'énergie finale (MWh/an)	Surconsommation d'énergie finale (MWh/an)	Economie financière * (€ HT/an)	Economie environnementale (t.CO2)	Temps de retour brut	Temps de retour actualisé
1 Actions sur le bâtiment											
LT	1.1	Remplacement des menuiseries	Confort thermique	Economies d'énergies	948 200 €	207 MWh	0 MWh	10 794 €	44 t.CO2	> 50 ans	> 50 ans
MT	1.2	Ajout d'isolant en toiture	Economies d'énergies	Economies financières	398 400 €	105 MWh	0 MWh	5 469 €	22 t.CO2	> 50 ans	45 ans
2 Actions sur les installations techniques											
CT	2.1	Calorifugeage des gaines et réseaux en toiture	Economies d'énergies	Confort thermique	12 000 €	16 MWh	0 MWh	874 €	3 t.CO2	14 ans	12 ans
CT	2.2	Remplacement des moteurs de CTA	Economies d'énergies	Pérennité équipement	41 500 €	14 MWh	0 MWh	900 €	1 t.CO2	46 ans	33 ans
MT	2.3	Remplacement des CTA vétustes	Economies d'énergies	Economies financières	119 500 €	167 MWh	0 MWh	8 694 €	35 t.CO2	14 ans	12 ans
LT	2.4	Rénovation de l'éclairage	Economies d'énergies	Pérennité équipement	708 600 €	39 MWh	0 MWh	2 470 €	3,3 t.CO2	> 50 ans	> 50 ans
MT	2.5	Gestion de l'éclairage	Economies d'énergies	Confort visuel	19 500 €	36 MWh	0 MWh	2 238 €	3 t.CO2	9 ans	8 ans
CT	2.6	Rénovation de la CTA de la salle de conférences	Maintenance / Exploitation	Economies d'énergies	800 €	1 MWh	0 MWh	45 €	0 t.CO2	18 ans	15 ans
3 Actions sur l'exploitation											
MT	3.1	Mutualisation des équipements	Maintenance / Exploitation	Economies d'énergies	500 €	45 MWh	0 MWh	2 798 €	4 t.CO2	0 ans	0 ans
CT	3.2	Améliorer le suivi des consommations	Maintenance / Exploitation	Economies financières	1 500 €	10 MWh	0 MWh	577 €	2 t.CO2	3 ans	3 ans
CT	3.3	Raccordement de la sous-station B37 à la GTB	Maintenance / Exploitation	Confort thermique	200 €	11 MWh	0 MWh	594 €	2 t.CO2	0 ans	0 ans

4.3 Scénario

Afin d'étudier la mise en œuvre simultanée de plusieurs actions, les tableaux suivants présentent des Scenarii d'action.

Contrairement aux fiches action ou au tableau de synthèse où les actions sont considérées indépendantes, les scenarii permettent de les combiner.

Remarques :

- Les consommations présentées dans les étiquettes énergétiques sont les consommations en énergie primaire.
- Les économies d'énergie sont calculées sur les consommations en énergies finales (effectivement facturées).
- Les économies d'énergie annuelles incluent la production d'électricité par énergies renouvelables (photovoltaïque, ...)

H3C

énergies

Université de Poitiers

Plan d'actions

Scénario de base

UNIVERSITÉ

u p

Poitiers

Situation actuelle

Consommations¹ en EF :2 157 MWh171 kWh/m².an

Consommations¹ en EP :3 444 MWh273 kWh/m².an

Emissions de GES² :341 t.éq CO227 kgCO2/m².an

Données

Surface12 596 m²

Coût énergie(s) de chauffage³52,2 €HT/MWht

Coût de l'électricité³62,6 €/MWHt

Scénario de Base

N°	Intitulé	Investissement
1.2	Ajout d'isolant en toiture	398 400 €HT
2.1	Calorifugeage des gaines et réseaux en toiture	12 000 €HT
2.2	Remplacement des moteurs de CTA	41 500 €HT
2.5	Gestion de l'éclairage	19 500 €HT
2.6	Rénovation de la CTA de la salle de conférences	800 €HT
3.1	Mutualisation des équipements	500 €HT
3.2	Améliorer le suivi des consommations	1 500 €HT
3.3	Raccordement de la sous-station B37 à la GTB	200 €HT

	Université de Poitiers		
	Plan d'actions	Scénario ambitieux	

Situation actuelle					
Consommations ¹ en EF :	2 157 MWh	171 kWh/m².an		Emissions de GES ² :	341 t.éq CO2 27 kgCO2/m².an
Consommations ¹ en EP :	3 444 MWh	273 kWh/m².an			

Données			
Surface	12 596 m²	Coût énergie(s) de chauffage ³	52,2 €HT/MWht Coût de l'électricité ³
			62,6 €/MWHt

Scénario de Base		
N°	Intitulé	Investissement
1.1	Remplacement des menuiseries	948 200 €HT
1.2	Ajout d'isolant en toiture	398 400 €HT
2.1	Calorifugeage des gaines et réseaux en toiture	12 000 €HT
2.3	Remplacement des CTA vétustes	119 500 €HT
2.4	Rénovation de l'éclairage	708 600 €HT
2.5	Gestion de l'éclairage	19 500 €HT
2.6	Rénovation de la CTA de la salle de conférences	800 €HT
3.1	Mutualisation des équipements	500 €HT
3.2	Améliorer le suivi des consommations	1 500 €HT
3.3	Raccordement de la sous-station B37 à la GTB	200 €HT
Total		2 209 200 € HT

Résultats ⁴	
Economies d'énergie finale	590 MWh
Emissions de gaz à effet de serre évitées	109 t.éq CO2
Economies annuelles	32 100 € HT

Réduction de 21 % des consommations en énergie primaire

Réduction de 32% des émissions de GES

Temps de retour sur investissement	
Brut:	69 ans
Actualisé ⁵	44 ans

2 871 960 € TDC
175 € / m²

Situation après investissement			
Consommations en EF :	1 567 MWh	124 kWh/m².an	
Consommations en EP :	2 705 MWh	215 kWh/m².an	Emissions de GES ² : 233 t.éq CO2 18 kgCO2/m².an

Bâtiment ACTUEL APRES

Bâtiment économe

- A ≤ 50
- B 51 à 110
- C 111 à 210
- D 211 à 350
- E 351 à 540
- F 541 à 750
- G > 750

Bâtiment énergivore

← 215 kWhEP/m².an

← 273 kWhEP/m².an

Faible émission de GES Bâtiment ACTUEL APRES Forte émission de GES

- A ≤ 5
- B 6 à 15
- C 16 à 30
- D 31 à 60
- E 61 à 100
- F 101 à 145
- G > 145

← 18 kgCO2/m².an

← 27 kgCO2/m².an

Coefficient de conversion Energie Finale --> Energies Primaire :	Electricité : 2,58	Autres énergies : 1
--	--------------------	---------------------

¹ Consommations moyenne sur les trois dernières années ² Emissions de GES (Gaz à Effet de Serre) exprimées en tonnes équivalent CO2
 ³ Coût de chauffage moyen basé sur la dernière année étudiée ⁴ Les surconsommations éventuelles sont prises en compte
 ⁵ Avec les hypothèses d'une augmentation annuelle du coût de l'énergie de 4% et de l'inflation de 2% (Photovoltaïque indexé à 0,5% et 2%)

5. Conclusion

D'un point de vue bâti, les performances des parois ne sont pas trop mauvaises : présence d'isolant, de double vitrage, de sas, ...

Les améliorations proposées permettent d'atteindre des performances en adéquation avec la réglementation actuelle mais possèdent des temps de retour élevés, étant donné que les caractéristiques du bâtiment ne sont pas si mauvaises.

Les déperditions du bâtiment sont principalement liées à sa forme peu compacte, aux grandes surfaces vitrées et aux volumes importants. Ces caractéristiques sont inhérentes à sa construction et ne peuvent être modifiées. Il est néanmoins indispensable de garder à l'esprit, pour des constructions futures sur le Campus, qu'un bâtiment compact avec une surface vitrée raisonnable est beaucoup moins consommateur d'énergie.

Le site est chauffé par l'intermédiaire de deux sous-stations de chauffage. Les équipements sont régulièrement entretenus et les calorifugeages sont corrects.

La sous-station du bâtiment B37 (IMBIG) n'est pas raccordée à la GTB. Le faire permettrait de mieux paramétrer la régulation de chauffage.

Les émetteurs de chaleur sont en grande partie des centrales de traitement d'air ou des centrales de compensation. Celles-ci sont moins bien entretenues et le calorifugeage des réseaux en toiture est vétuste et détérioré.

Les CTA fonctionnent, dans la mesure du possible (raisons d'hygiène liées aux travaux de recherche), avec un taux de recyclage de l'air extrait. Cela permet de réaliser des économies de chauffage et de climatisation non négligeables.

Les besoins en climatisation du site sont importants. Deux groupes froids permettent de produire de l'eau glacée pour alimenter les batteries froides des CTA et des cassettes plafonniers.

Le bâtiment de l'IMBIG (B37) est desservi par des splits indépendants. Ces systèmes desservent principalement des bureaux, ils sont utilisés rarement dans l'année et représentent une consommation négligeable.

L'éclairage des bâtiments est principalement assuré par des tubes néons type T8. Les campagnes de remplacement pourront être l'occasion de les changer par des systèmes moins gourmands en électricité.

D'autre part, l'éclairage naturel est important dans ces bâtiments, des systèmes avec gradation d'intensité peuvent être envisagés. Il en est de même pour les détecteurs de présence dans les circulations et les sanitaires.

Le bâtiment du PBS, de par sa vocation d'enseignement et de recherche, abrite de nombreux appareils spécifiques, consommateurs d'électricité. Ces consommations sont difficilement supprimables, néanmoins une mutualisation des équipements entre plusieurs laboratoires peut être envisagée.

La réalisation des actions préconisées dans le scénario d'optimisation permet d'économiser 21 % d'énergies primaires et 32 % d'émissions de gaz à effet de serre. Après la mise en place

de ces actions le bâtiment consommera 215 kWhEP/m².an (catégorie D) et émettra 18 kgéq CO₂/m².an (catégorie C). Ce scénario prévoit un investissement de 2 209 k€ soit 175€/m².

Les économies envisageables sur ce bâtiment restent faibles par rapport à son état de base mais concernent néanmoins 590 MWh et 109 tonnes de CO₂.



Remplacement des menuiseries

Fiche Action N°
1.1

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	948 200 €	Réduction des consommations	207 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	10 794 €	Réduction des émissions de GES	44 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	> 50 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	> 50 ans	Confort	***

Présentation de l'action	Installation concernée	Menuiseries
	Les menuiseries actuelles ont des performances énergétiques assez correctes. Néanmoins afin de respecter la réglementation thermique actuelle, nous conseillons, avec une vision à long terme, de remplacer ces menuiseries en mettant en place des nouveaux vitrages possédant de bonnes performances thermiques type 4/16/4 avec isolation renforcée par de l'argon entre les 2 plaques de verre. L'objectif est d'obtenir un coefficient Uw inférieur ou égal à 1,8 W/m².K. Cette préconisations représente un investissement important. Les travaux peuvent être réalisés en plusieurs tranche, de manière à répartir les coûts sur plusieurs années. L'action concerne le remplacement des vitrages des bâtiments 36-1, 36-3 et 37, soit une surface vitrée d'environ 2 000 m².	
	 	
	<i>Illustrations : Grande proportion de surface vitrée - Exemple de double vitrage avec châssis PVC</i>	

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale	206 876 kWh/an	
	Economies de GES	43 612 kgeq.CO2/an	
	<i>Consommations supplémentaires (EF)</i>		
	<i>Emissions supplémentaires de GES</i>		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	8 400 €	Exploitation / maintenance	Pas de changements
	Equipement (€ HT)	844 800 €	Délais des travaux	6 mois
	Main d'œuvre (€ HT)	95 000 €	Indisponibilité	Travaux difficilement réalisables en site occupé
	Total investissement (€ HT)	948 200 €		

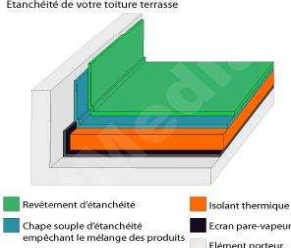
Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.



Ajout d'isolant en toiture

Fiche Action N°
1.2

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	398 400 €	Réduction des consommations	105 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	5 469 €	Réduction des émissions de GES	22 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	> 50 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	45 ans	Confort	***

Présentation de l'action	Installation concernée	Toitures terrasses
	Actuellement les toitures sont légèrement isolées (5 cm de polystyrène). L'action consiste à déposer l'étanchéité asphalte puis venir installer un isolant de type polyuréthane ou équivalent (avec $U \leq 0,4 \text{ W/m}^2.\text{K}$). De plus, avant de lancer les travaux il sera nécessaire de réaliser une étude de portance afin de vérifier que la toiture puisse supporter le poids supplémentaire engendré par l'isolant. L'ajout d'isolant en toiture terrasse élève le niveau du bâtiment, il est donc nécessaire de faire une étude de sécurité pour les acrotères. Ceux-ci ont une hauteur réglementaire. Il faudra peut être les rehausser suite aux travaux d'isolation. Dans ce cas, une modification du permis de construire est nécessaire. Pour formaliser cette action, il est possible de se référer au plan local d'urbanisme (PLU). Le temps de retour élevé pour cette préconisation est en grande partie due à la réfection de l'étanchéité comprise dans l'investissement. Remarque : étant donné le nombre important d'installations techniques en toiture, la mise en place de cette préconisation sera compliquée.	
		
		
	Illustrations : Vue aérienne des toitures - Exemple d'isolation des toitures	

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale	104 816 kWh/an	
	Economies de GES	22 096 kgeq.CO2/an	
	Consommations supplémentaires (EF)		
	Emissions supplémentaires de GES		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	14 800 €	Exploitation / maintenance	
	Equipement (€ HT)	211 000 €	Délais des travaux	
	Main d'œuvre (€ HT)	172 600 €	Indisponibilité	
	Total investissement (€ HT)	398 400 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.



Calorifugeage des gaines et réseaux en toiture

Fiche Action N°
2.1

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	12 000 €	Réduction des consommations	16 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	874 €	Réduction des émissions de GES	3 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	14 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	12 ans	Confort	*

Présentation de l'action	Installation concernée	Réseaux aérauliques en toiture
	Des défauts de calorifugeage ont été observés sur les gaines des centrales de traitement d'air, notamment sur la toiture du bâtiment Médecine. Des pertes importantes ont lieu à ce niveau. En effet, l'air qui vient d'être réchauffé ou refroidi traverse ces gaines avant d'être soufflé dans le bâtiment. Ces gaines se trouvent en toiture. Les échanges thermiques entre la gaine et l'air extérieur sont non négligeables si celle-ci n'est pas calorifugée. Cette action consiste à déposer et évacuer l'ancien isolant abimé et à la remplacer par du calorifugeage, avec entourage résistant à l'eau.	



Illustrations : Calorifugeage détérioré - calorifugeage en bon état

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale	11 379 kWh/an	4 470 kWh/an
	Economies de GES	2 399 kgeq.CO2/an	375 kgeq.CO2/an
	Consommations supplémentaires (EF)		
	Emissions supplémentaires de GES		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	700 €	Exploitation / maintenance	
	Equipement (€ HT)	9 300 €	Délais des travaux	
	Main d'œuvre (€ HT)	2 000 €	Indisponibilité	
	Total investissement (€ HT)	12 000 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.



Remplacement des ventilateurs de CTA

Fiche Action N°
2.2

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	41 500 €	Réduction des consommations	14 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	900 €	Réduction des émissions de GES	1 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	46 ans	Qualité Environnementale	✱
	Temps de Retour Actualisé	33 ans	Confort	✱

Présentation de l'action	Installation concernée	Centrales de traitement d'air
	Le bâtiment du PBS est desservi en air par un nombre important de Centrales de traitement d'air et de centrales de compensation. Les moteurs des ventilateurs de ces centrales sont assez anciens. Certaines courroies sont vétustes. Des réparations ou rénovations partielles peuvent être envisagées mais dans une démarche d'amélioration continue, cette action préconise le remplacement des ventilateurs par des plus récents de classe EFFI (IE 2). Les ventilateurs de nouvelles générations ont des rendements plus élevés. Cela permettra de limiter les consommations d'électricité associées.	



Illustrations : Centrales de traitement d'air - Moteur et ventilateur

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale		14 376 kWh/an
	Economies de GES		1 208 kgeq.CO2/an
	Consommations supplémentaires (EF)		
	Emissions supplémentaires de GES		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	700 €	Exploitation / maintenance	Pas de changements
	Equipement (€ HT)	37 200 €	Délais des travaux	1 mois
	Main d'œuvre (€ HT)	3 600 €	Indisponibilité	Travaux difficilement réalisables en site occupé
	Total investissement (€ HT)	41 500 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.

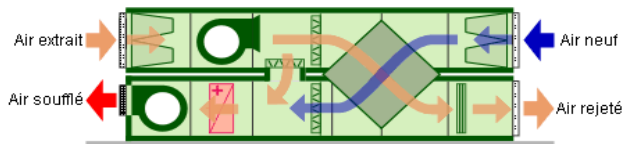


Remplacement des CTA vétustes

Fiche Action N°
2.3

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	119 500 €	Réduction des consommations	167 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	8 694 €	Réduction des émissions de GES	35 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	14 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	12 ans	Confort	***

Présentation de l'action	Installation concernée	Centrales de traitement d'air
	Lors du remplacement des centrales de traitement d'air, il sera intéressant d'envisager l'installation de systèmes avec récupération d'énergie. Ces système possèdent des échangeurs qui permettent de récupérer une partie de la chaleur contenue dans l'air extrait pour la restituer à l'air entrant. Ce principe fonctionne à la fois en récupération de chaleur, l'hiver et en récupération de froid, l'été. Cela permet des échanges de chaleur sans mettre en contact l'air extrait souillé, notamment dans les laboratoires, avec l'air entrant neuf et sain.	



Illustrations :Exemple de CTA avec échangeur

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale	166 634 kWh/an	
	Economies de GES	35 128 kgeq.CO2/an	
	Consommations supplémentaires (EF)		
	Emissions supplémentaires de GES		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	29 900 €	Exploitation / maintenance	Révision du contrat de maintenance
	Equipement (€ HT)	85 500 €	Délais des travaux	2 mois
	Main d'œuvre (€ HT)	4 100 €	Indisponibilité	Travaux à faire hors saison de chauffe
	Total investissement (€ HT)	119 500 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.



Rénovation de l'éclairage

Fiche Action N°
2.4

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	708 600 €	Réduction des consommations	39 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	2 470 €	Réduction des émissions de GES	3 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	> 50 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	> 50 ans	Confort	**

Présentation de l'action	Installation concernée	Eclairage
	Actuellement, les systèmes d'éclairage installés dans ce bâtiment sont de type tubes fluorescents T8 à ballasts ferromagnétiques de puissance 4x18 W. Lors du remplacement des tubes défectueux, il serait conseillé de remplacer les luminaires et d'installer des systèmes plus performants. Par exemple, la mise en place de luminaires à ballasts électroniques munis de tubes T5.	



Illustrations : Luminaires actuels - Exemple de tubes fluorescents T5

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale		39 451 kWh/an
	Economies de GES		3 314 kgeq.CO2/an
	Consommations supplémentaires (EF)		
	Emissions supplémentaires de GES		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	154 300 €	Exploitation / maintenance	Pas de changements
	Equipement (€ HT)	440 900 €	Délais des travaux	2 mois
	Main d'œuvre (€ HT)	113 400 €	Indisponibilité	Travaux à faire en accord avec les occupants
	Total investissement (€ HT)	708 600 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.

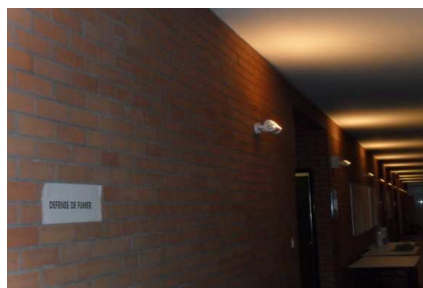


Gestion de l'éclairage

Fiche Action N°
2.5

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	19 500 €	Réduction des consommations	36 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	2 238 €	Réduction des émissions de GES	3 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	9 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	8 ans	Confort	***

Présentation de l'action	Installation concernée	Eclairage
	Actuellement la gestion de l'éclairage est assurée manuellement par les utilisateurs du bâtiment. Cette action consiste à installer des minuteries ou des détecteurs de présence dans les circulations et les sanitaires. Cela permettrait de limiter les consommations d'électricité liées à l'éclairage. Il est de plus possible d'envisager, en association avec la fiche action 2.4, la mise en place de systèmes avec gradation de la lumière. Cela permettrait d'adapter la luminosité dans les locaux qui bénéficient d'une luminosité naturelle importante.	



Illustrations : Eclairage - détecteurs de présence

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale		35 752 kWh/an
	Economies de GES		3 003 kgeq.CO2/an
	Consommations supplémentaires (EF)		
	Emissions supplémentaires de GES		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	700 €	Exploitation / maintenance	Révision du contrat de maintenance
	Equipement (€ HT)	13 900 €	Délais des travaux	1 mois
	Main d'œuvre (€ HT)	4 900 €	Indisponibilité	Quelques contraintes d'utilisation du bâtiment
	Total investissement (€ HT)	19 500 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.



Rénovation de la CTA de la salle de conférences

Fiche Action N°
2.6

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	800 €	Réduction des consommations	1 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	45 €	Réduction des émissions de GES	0 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	18 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	15 ans	Confort	**

Présentation de l'action	Installation concernée	Centrale de traitement d'air de la salle de conférences
	Au niveau de la CTA de la salle de conférences : - La gaine d'amenée d'air neuf n'est pas calorifugée. Des problèmes de condensation peuvent apparaître. Cette action préconise de calorifuger cette gaine. - La gaine de soufflage est percée. Des pertes importantes de chaleur ont lieu à ce niveau. Le raccordement entre les deux gaines doit être changé afin d'assurer l'étanchéité à l'air.	



Illustrations : Gaine de soufflage percée



Illustrations : Gaine de soufflage percée

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale	869 kWh/an	
	Economies de GES	183 kgeq.CO2/an	
	<i>Consommations supplémentaires (EF)</i>		
	<i>Emissions supplémentaires de GES</i>		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	0 €	Exploitation / maintenance	Pas de changements
	Equipement (€ HT)	500 €	Délais des travaux	Courts
	Main d'œuvre (€ HT)	300 €	Indisponibilité	Travaux à faire hors saison de chauffe
	Total investissement (€ HT)	800 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.



Mutualisation des équipements

Fiche Action N°
3.1

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	500 €	Réduction des consommations	45 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	2 798 €	Réduction des émissions de GES	4 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	0 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	0 ans	Confort	*

Présentation de l'action	Installation concernée	Equipements spécifiques
	Il y a dans les différents bâtiment du PBS, un nombre très important d'appareils spécifiques aux laboratoires de recherche. Cette action préconise la mutualisation de certains appareils, entre laboratoires : chambre froides, réfrigérateurs, étuves, microscopes, ... cette démarche est à mettre en place avec accord entre les différentes entités du bâtiment. Les économies liées à cette action sont difficilement évaluables, étant donné que les possibilités de mutualisation et d'accords entre laboratoires ne sont pas connues. Néanmoins cette fiche action constitue un axe de réflexion à avoir au sein du PBS.	  

Illustrations : Equipements spécifiques

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale		44 700 kWh/an
	Economies de GES		3 755 kgeq.CO2/an
	Consommations supplémentaires (EF)		
	Emissions supplémentaires de GES		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	0 €	Exploitation / maintenance	Pas de changements
	Equipement (€ HT)	0 €	Délais des travaux	1 semaine
	Main d'œuvre (€ HT)	500 €	Indisponibilité	A réaliser en accord avec les laboratoires
	Total investissement (€ HT)	500 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.

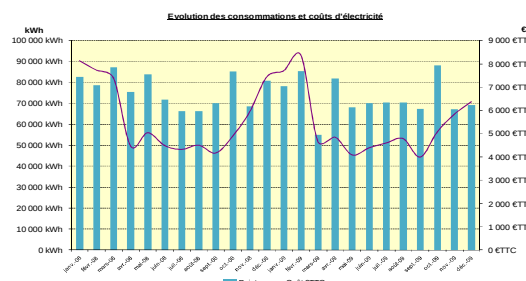


Améliorer le suivi des consommations

Fiche Action N°
3.2

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	1 500 €	Réduction des consommations	10 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	577 €	Réduction des émissions de GES	2 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	3 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	3 ans	Confort	**

Présentation de l'action	Installation concernée	Suivi des consommations
	Les bâtiments qui constituent le PBS sont très grands, possèdent des usages différents et consomment une part non négligeable d'énergie. La mise en place de sous-comptage, que ce soit sur les consommations de chauffage ou celles d'électricité, permettrait de suivre l'évolution des consommations. Cela permettrait d'une part d'anticiper toute dérive et d'autre part, de sensibiliser les occupants du bâtiment.	



Illustrations : évolution des consommations d'électricité - Sous compteur

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale	5 689 kWh/an	4 470 kWh/an
	Economies de GES	1 199 kgeq.CO2/an	375 kgeq.CO2/an
	Consommations supplémentaires (EF)		
	Emissions supplémentaires de GES		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	300 €	Exploitation / maintenance	Révision du contrat de maintenance
	Equipement (€ HT)	700 €	Délais des travaux	1 semaine
	Main d'œuvre (€ HT)	500 €	Indisponibilité	Pas de contraintes
	Total investissement (€ HT)	1 500 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.



Raccordement de la sous-station B37 à la GTB

Fiche Action N° 3.3

Synthèse	Critères	Estimations	Objectifs	
	Investissement (€ HT)	200 €	Réduction des consommations	11 MWh/an
	Economie annuelle (€ HT)	594 €	Réduction des émissions de GES	2 T eq CO2/an
	Temps de Retour Brut	0 ans	Qualité Environnementale	***
	Temps de Retour Actualisé	0 ans	Confort	*

Présentation de l'action	Installation concernée	Sous station B37
	La sous-station B37 n'est actuellement pas raccordée à la GTB du site du campus. La régulation de chauffage est actuellement assurée par l'intermédiaire de trois régulateurs, en sous-station. Le suivi de cette sous-station par l'intermédiaire de la GTB permettrait de suivre au mieux les paramètres de régulation et de limiter les consommations.	



Illustrations : Sous station B37 et régulateurs

Bilan énergétique	Critères	Gaz	Electricité
	Economies d'énergie finale	11 379 kWh/an	
	Economies de GES	2 399 kgeq.CO2/an	
	<i>Consommations supplémentaires (EF)</i>		
	<i>Emissions supplémentaires de GES</i>		

Evaluation économique	Investissement		Autres données économiques	
	Etudes (€ HT)	0 €	Exploitation / maintenance	Révision du contrat de maintenance
	Equipement (€ HT)	0 €	Délais des travaux	1 semaine
	Main d'œuvre (€ HT)	200 €	Indisponibilité	Travaux à faire hors saison de chauffe
	Total investissement (€ HT)	200 €		

Les économies ont été calculées avec le coût de l'énergie de la dernière année connue (2010), soit 62,6 € HT / MWh pour l'électricité et 52,2 € HT / MWh PCS pour le gaz.