

INSTITUT MINES-TELECOM

-

IMT MINES ALBI-CARMAUX

-

BATIMENT PRINCIPAL

ECOLE + EPI RECHERCHE + HALLES

TECHNIQUE ET DE RECHERCHE



Février 2020



IMT Mines Albi-Carmaux
École Mines-Télécom

Sommaire

1. Etat des lieux	5
1.1 Informations générales.....	5
1.2 Description du site	7
1.3 Description du bâti.....	8
1.4 Confort thermique du bâtiment – Ressenti des usagers	12
1.5 Description des équipements.....	22
2. Analyse des données.....	31
2.1 Consommations et émissions	31
<i>Consommations d'électricité.....</i>	<i>32</i>
<i>Consommations de gaz naturel</i>	<i>33</i>
2.2 Répartition énergétique, financière et environnementale	35
2.3 Répartition des consommations par type d'énergie	36
2.4 Etiquettes énergétiques et GES.....	38
3. Recommandations d'économies d'énergie	39
3.1 Aides à l'investissement	39
3.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables.....	40
3.3 Récapitulatif des préconisations	41
3.4 Détails des préconisations	42
3.5 Scénarios d'optimisation	57
<i>Scénario 1 : Objectif de réduction de 20 % de la consommation d'énergie.....</i>	<i>57</i>
<i>Scénario 2 : Objectif de réduction de 40 % de la consommation d'énergie.....</i>	<i>58</i>
<i>Scénario 3 : Facteur 4 ou économie maximale</i>	<i>59</i>
4. Conclusion.....	61
5. Annexes	62









		Bâtiment principal	
	Adresse	Allée des sciences 81000 Albi	
	Année de construction	1995	
	Dernière rénovation	2019 – Isolation par l'intérieur d'une partie de la façade Est	
	Surface chauffée	20 982 m²	
	Catégorie ERP	2ème catégorie Type R + L	
	Nombre de niveaux	3	
Niveau d'isolation du bâti - détails au chapitre 2.3. « Récapitulatif du bâti »			
Murs	Moyen	Ouvrants	Moyen
Toiture	Moyen	Plancher bas	Correct
Renouvellement d'air	Moyen	Inertie thermique	Moyenne
Performance des usages énergétiques - détails au chapitre 2.4. « Description des équipements »			
Poste de consommation	Equipement(s) présent(s)	Performance	Vétusté
Chauffage	production	chaudière au sol gaz naturel	Moyenne Bon état
	réseaux de distribution	canalisations en chaufferie calorifugées	Correcte Bon état
		circulateurs à débit fixe	Moyenne Bon état
	émetteurs	radiateurs en acier + panneaux rayonnants	Correcte Bon état
	régulation	Automate loi d'eau + réduit de nuit	Correcte Bon état
ECS	ballon électrique : 495 L litres + Ballons électriques : 2 x 100 L litres		Moyenne Etat moyen
Ventilation	CTA double flux VMC double flux Extracteurs individuels		Correcte Correcte Insuffisante Bon état
Climatisation	Groupe de production d'eau glacée Tour aéroréfrigérante Climatisation à détente directe réversible		Correcte Moyenne Moyenne Neuf Etat Moyen Etat Moyen
Eclairage	Tubes fluorescents T8, Ampoules halogène, Ampoules fluocompactes Luminaires LED		Moyenne Faible Moyenne Bonne Etat Moyen Etat Moyen Bon état Neuf
Bilan des consommations d'énergie 2016 à 2018			
Energie	Consommation	Facture annuelle	
Electricité (estimée)	1 670 774 kWh/an	186 445 € TTC	
Gaz naturel (relevés Cofely)	1 734 904 kWh/an	84 669 € TTC	

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : Bonne Correcte Moyenne Insuffisante Faible
 Vétusté : Neuf Bon état Etat moyen Etat dégradé A remplacer

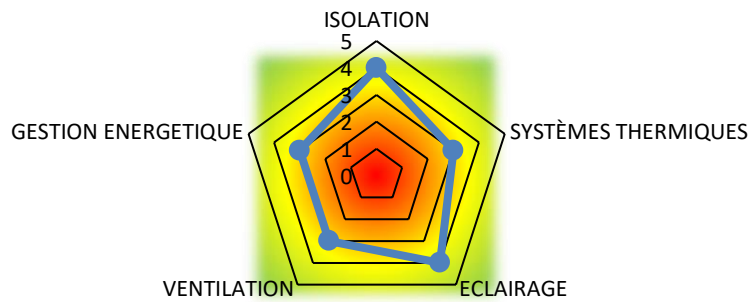
Propositions d'améliorations									
Actions		Investissement	CEE	Economies	Gain énergétique		Gain GES	Temps de retour	
préconisées		€ TTC	€	€ TTC /an	kWhep / m2.an	%	kgeqCO2 / m2.an	brut	actualisé
1	Régulation éclairage sanitaires - Détection de présence	5 400	0	736	1	0%	0,0	8 ans	7 ans
2	Poursuite du relamping Led	677 060	35 578	10 599	13	5%	-2,2	> 50 ans	30 ans
3	Poursuite du relamping de l'éclairage extérieur	24 700	0	458	1	0%	0,0	> 50 ans	27 ans
4	Modulation de la ventilation en fonction de l'occupation du site	150 000	3 639	22 708	25	9%	1,3	7 ans	6 ans
5	Isolation des murs par l'intérieur - Façade Est	45 000	6 146	5 108	5	2%	1,2	9 ans	8 ans
6	Renforcement de l'isolation en toiture	625 000	48 583	9 134	9	3%	2,1	> 50 ans	31 ans
7	Remplacement circulateurs anciens	30 000	1 371	2 300	2	1%	0,4	14 ans	11 ans
8	Production d'ECS par chauffe-eaux thermodynamique	12 000	0	3 471	4	1%	0,1	4 ans	4 ans
9	Free cooling	15 000	0	6 629	7	3%	0,2	3 ans	3 ans
10	Climatisation VRV	150 000	0	11 933	13	5%	0,4	13 ans	11 ans
11	Chaudières à condensation	172 000	31 725	4 234	4	1%	1,0	41 ans	23 ans
12	Production de chauffage centralisée - Biomasse	1 660 000	0	19 988	-5	-2%	18,2	> 50 ans	43 ans
13	Production de chauffage centralisée - Géothermie	3 000 000	52 120	68 078	64	22%	18,8	45 ans	29 ans

Synthèse des plans d'actions								
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour		P. Therm.
	Prix TTC	CEE €	kWh _{EP} /m².an	€ TTC/an	kg éq CO2/m².an	TRB	TRA	kW
Scénario 1	407 400	11 156	53 Gain : 18 %	48959	3,5	9	7	1 102
Scénario 2	4 734 160	147 437	124 Gain : 43 %	122550	20,7	39	26	1 013
Scénario 3	3 394 160	95 317	80 Gain : 28 %	110547	20,9	31	22	1 013

Potentiels d'amélioration				
	Etat initial	Scénario 1 : "-20% de consommation"	Scénario 2 : "-40% de consommation"	Scénario 3 : Facteur 4
	Actions :	1-4-5-7-8-9-10	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12
Energie				
Gaz à effet de serre				

TRB = Temps de retour Brut – TRA = Temps de retour Actualisé

Analyse des performances énergétiques du bâtiment



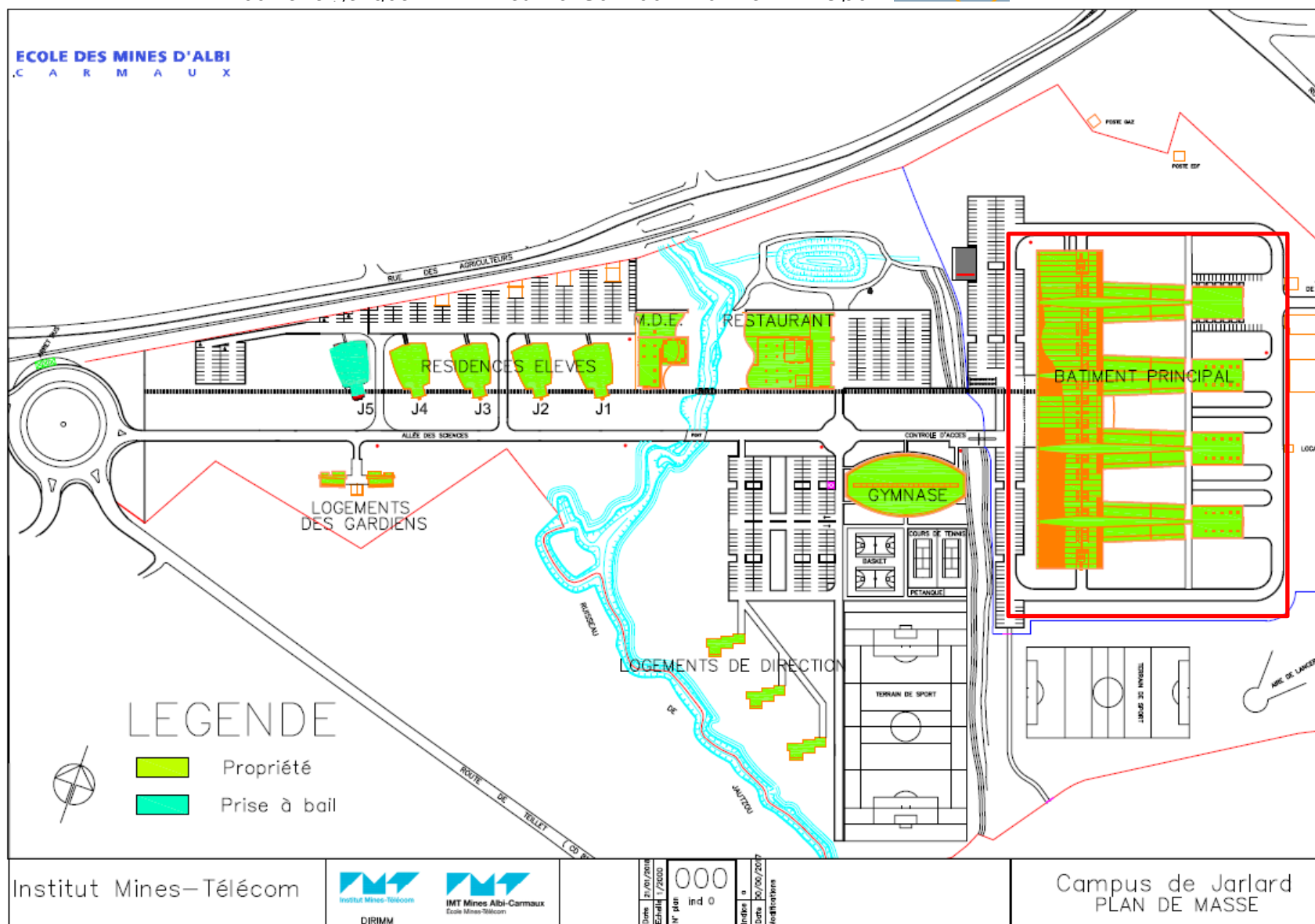
Notation

- 1 : Très mauvais état
- 2 : Faiblement performant
- 3 : Performance moyenne
- 4 : Performance correcte
- 5 : Très performant

1. Etat des lieux

1.1 Informations générales

Bâtiment principal	
Adresse	Allée des sciences 81000 Albi
Année de construction	1995
Dernière rénovation	2017-2019 : Isolation façade Est
Surface chauffée	20 982 m ²
Données générales	
	
<u>Maitre d'ouvrage</u> : Institut Mines Telecom 19 Place Marguerite Perey – 91120 PALAISEAU <u>Contact</u> : Jean Pierre SOLE – Chef du département Infrastructures & Logistique <u>Mission</u> : Audit énergétique	<u>Prestataire</u> : ad'3e 74 rue George Bonnac 33000 Bordeaux Site internet : www.ad3e.fr Consultant : Guillaume CALMETTES Courriel : g.calmettes@ad3e.fr Date de la visite : 10/02/2020



1.2 Description du site

Le bâtiment a été créé en 1995 et accueille aujourd'hui environ 1000 élèves. Il est constitué d'un bloc principal sur 3 niveaux et de 4 épis sur la façade Est dédiés à la recherche.

Occupation du site

Les salles de classe sont occupées principalement en période scolaire du Lundi au Vendredi de 8h à 18h00.

Une période de fermeture annuelle est généralement observée entre le 25 décembre et le 1^{er} janvier.

Tableau des surfaces

	Surface chauffée	Hauteur moyenne	Volume chauffé
Rez-de-chaussée	4 415 m ²	2,9 m	12 803 m ³
R+1	3 413 m ²	2,6 m	8 875 m ³
R+2	3 076 m ²	3,0 m	9 228 m ³
Halle Services technique	698 m ²	3,8 m	2 683 m ³
Halle Matériaux	725 m ²	3,7 m	2 683 m ³
Halle Chimie	725 m ²	3,7 m	2 683 m ³
Halle énergétique	725 m ²	3,7 m	2 683 m ³
Epi Chimie	1799 m ²	2,8 m	5 011 m ³
Epi Energétique	1798 m ²	2,8 m	5 008 m ³
Epi Formation	1811 m ²	2,8 m	5 047 m ³
Epi Matériaux	1799 m ²	2,8 m	5 011 m ³
TOTAL	20 982 m²	-	61 715 m³

Données climatiques

Données climatiques	
Station météo	ALBI – LE SEQUESTRE
Département	81
Zone climatique	H2c
T°C ext de base	-5 °C
DJU période d'étude	2036
DJU trentenaire	2121

La période d'étude considérée pour cet audit est la période glissante juin 2016 à juin 2019. Sur cette période, la rigueur climatique a été inférieure à la moyenne des 30 dernières années.



Les DJU ou Degrés Jour Unifiés permettent de quantifier la rigueur climatique. Les DJU sont calculés pour chaque station météo à partir des températures minimales et maximales observées chaque jour.

1.3 Description du bâti

Le niveau d'isolation global du bâtiment est moyen.

La partie principale est constituée de murs rideaux en aluminium et verre. Elle présente donc une inertie faible.

Les murs pignons et des épis sont en béton isolés par l'intérieur par 10 cm de laine de roche. Une partie de la façade Est en mur rideau a fait l'objet de travaux d'isolation entre 2017 et 2019 : isolation par l'intérieur par 10 cm de laine de roche + BA13. Une partie de cette façade reste sans isolation thermique.

Le plancher haut est constitué d'une structure en bac acier isolé par l'équivalent de 5 cm de laine de verre. On trouve également des parties en toitures terrasses isolées par l'équivalent de 10 cm de polyuréthane.

Le plancher bas est constitué d'une dalle béton sur terre-plein.

Les menuiseries sont de type aluminium sans rupteur de pont thermique avec un double vitrage de type 4/16/4 argon.



Façade Ouest



Façade Est



Pignon Nord



Pignon Sud



Epis



Halles de recherche



Toiture



Menuiseries Aluminium sans rupteur de pont thermique

Récapitulatif du bâti

	Paroi	Structure	Isolation	Vétusté	Coefficient de déperditions W/m².K
Murs	Mur rideau Façade Est isolé	Structure métallique	Correct Laine de roche - 10 cm	Bon état	$U = 0,36$ $U_{réf} = 0,36$
	Mur rideau Façade Est non isolé	Structure métallique	Non isolé	Bon état	$U = 4,55$ $U_{réf} = 0,36$
	Mur Pignon/ Epi	Béton plein	Correct Laine de roche - 120cm	Bon état	$U = 0,35$ $U_{réf} = 0,36$
Ouvrants	Châssis Mur rideaux	Menuiserie Aluminium sans rupteur de pont thermique	Moyen Double vitrage Argon 4/16/4	Bon état	$U = 2,8$ $U_{réf} = 2,1$
	Fenêtres et portes vitrées	Menuiserie Aluminium sans rupteur de pont thermique	Moyen Double vitrage Argon 4/16/4	Bon état	$U = 2,8$ $U_{réf} = 2,1$
	Portes pleines	Menuiserie Aluminium	Moyen Porte opaque pleine	Bon état	$U = 5,8$ $U_{réf} = 1,5$
Planchers haut	Toiture rampant	Bac acier	Insuffisant Laine de verre - 5 cm	Bon état	$U = 0,71$ $U_{réf} = 0,2$
	Toiture terrasse	Béton plein armé	Correct Polyuréthane - 10 cm	Bon état	$U = 0,31$ $U_{réf} = 0,27$
Planchers bas	Plancher bas	Béton plein armé	Correct Polystyrène - 5 cm	Correct	$U = 0,16$ $U_{réf} = 0,27$

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Niveau d'isolation :

Performant

Correct

Moyen

Faible



Le coefficient **U** (Coefficient de transmission surfacique) représente les déperditions relatives à chaque surface déperditive du bâtiment. Le coefficient **U référence** est déterminé à partir des exigences réglementaires en matière de rénovation. Plus le coefficient est faible plus l'isolation de la paroi est performante.

Coefficient de déperditions

Le bâtiment présente un niveau d'isolation moyen. L'écart entre le coefficient U_{bat} initial et le coefficient $U_{bat REF}$ reste limité.

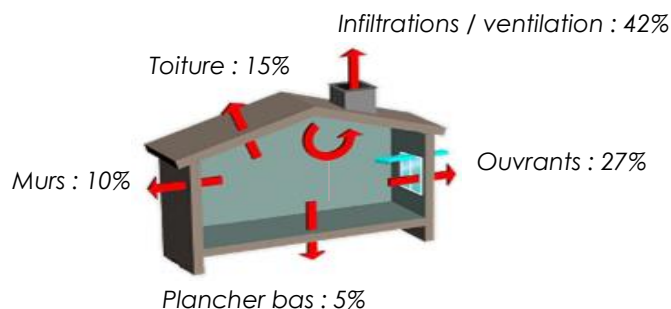
	$U_{bat} \text{ initial (W/m}^2\text{.K)}$	$U_{bat REF} \text{ (W/m}^2\text{.K)}$
Bâtiment principal	0,69	0,48



Le coefficient U_{bat} représente les déperditions ramenées aux surfaces déperditives du bâtiment. Le coefficient U_{bat} doit être comparé au coefficient $U_{bat REF}$ déterminé à partir des exigences réglementaires en matière de rénovation.

Répartition des déperditions

Déperditions de chaleur	
Température de base de -5 °C	
Toiture	178,4 kW
Murs	120,2 kW
Plancher	53,9 kW
Menuiseries	311,2 kW
Infiltrations / ventilation	487,8 kW
Total	1151 kW



Les pertes de chaleur les plus significatives sont les pertes par renouvellement d'air (infiltrations non volontaires, renouvellement d'air mécanique sanitaire) et les pertes par les menuiseries.

Remarque :

Les déperditions ont été estimées sur la base des débits théoriques de ventilation qui peuvent différer des débits réels.

Les déperditions par les parois étant faibles, la part de déperdition par le renouvellement d'air est élevée.



Les déperditions de chaleur calculées par la simulation indiquent la puissance thermique nécessaire pour atteindre la température intérieure de confort. Ces déperditions sont données avec une marge de +20 %.

Le tableau précédent exprime les déperditions de chaleur brutes à l'échelle du bâtiment. Pour estimer la consommation théorique de chauffage exprimée en énergie finale, il convient de prendre en compte les apports gratuits de chaleur (apports solaires, apports internes issus des équipements électriques et de l'activité des occupants).

Consommation théorique de chauffage	
Besoins utiles en chauffage	2 082 778 kWh utiles
Apports gratuits (apports solaires, équipements)	625 026 kWh
Besoins nets en chauffage	1 457 752 kWh
Consommation théorique en énergie finale	1 734 949 kWh EF

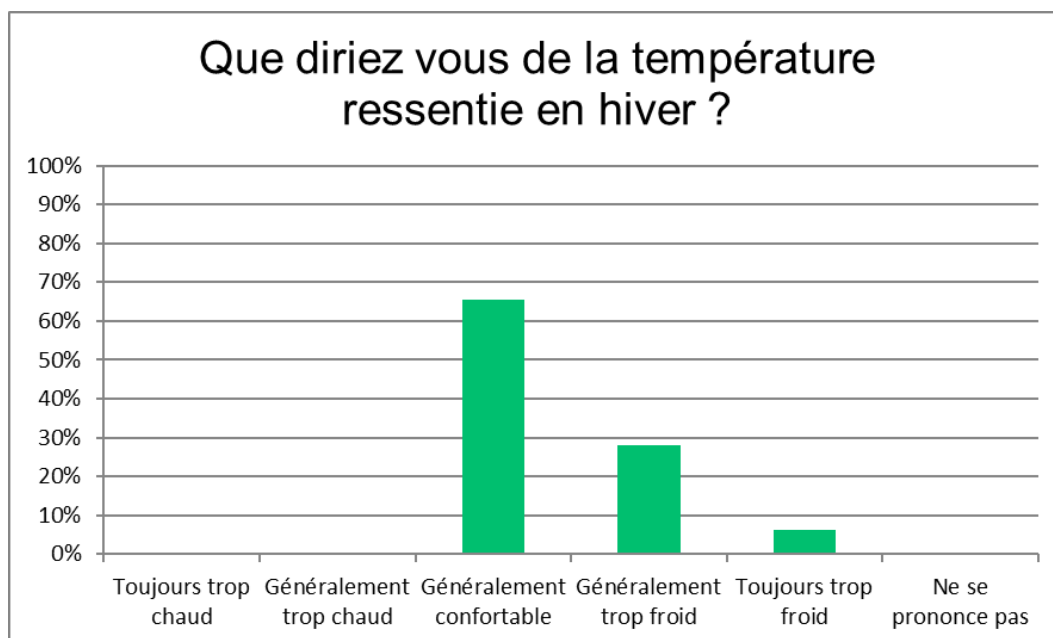
1.4 Confort thermique du bâtiment – Ressenti des usagers

Un questionnaire sur le confort thermique des bâtiments a été distribué à l'ensemble des usagers.

Nombre de réponse au questionnaire : 32

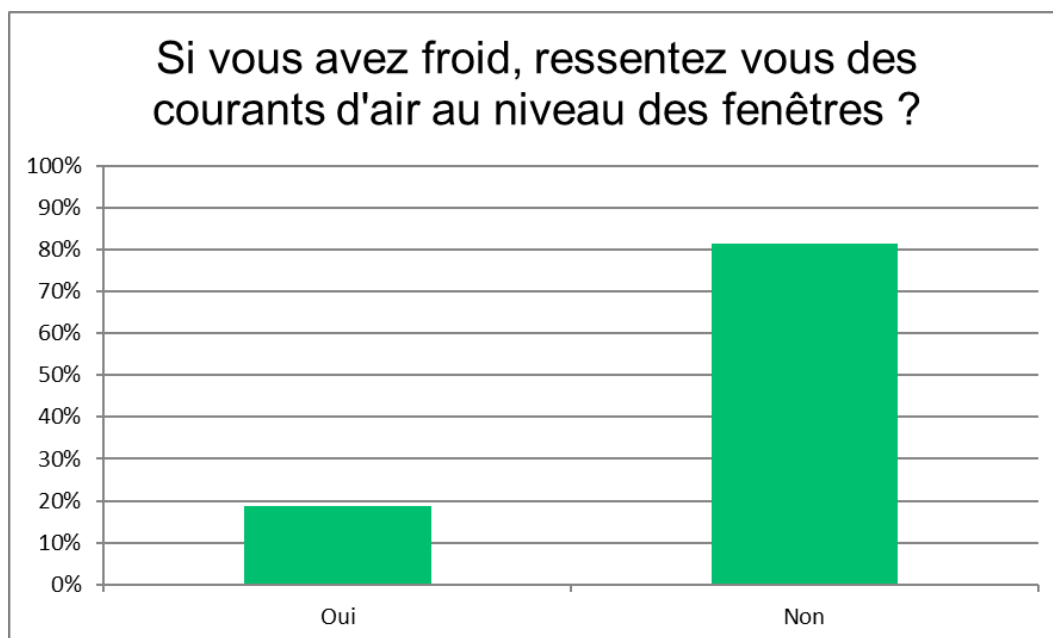
Le taux de réponse est suffisant sur ce site pour avoir un aperçu significatif du ressenti des usagers.

Le confort thermique en hiver



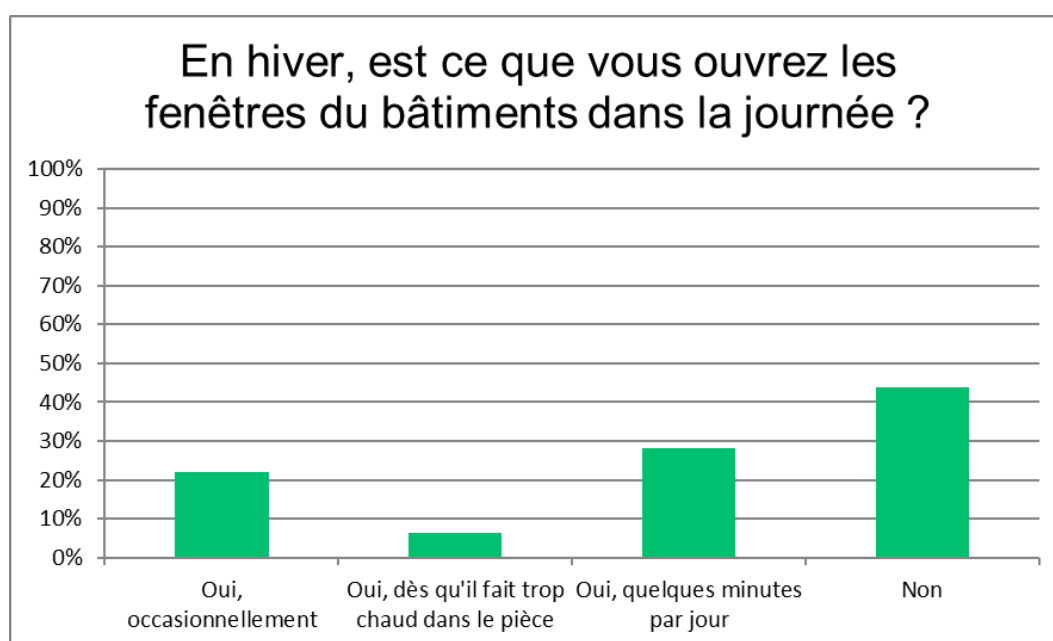
Commentaires usagers

- Commentaire 1 : En cas de grands froids (rares à Albi) mon bureau pourtant situé au sud est très mal isolé et il peut alors y faire froid : inconfort entre le radiateur très chaud et le mur extérieur très froid.
- Commentaire 2 : je garde la porte du bureau fermée
- Commentaire 3 : Chaud dans le bureau, froid dès que l'on en sort.
- Commentaire 4 : Le ressenti est très différent selon l'endroit où l'on se trouve : bien dans les bureaux (je suis en 1E01) et froid dans les couloirs.
- Commentaire 5 : Surtout à la cafétéria c'est une glacière l'hiver surtout les tables qui se trouvent sous les verrières.
- Commentaire 6 : je m'habille chaudement et il n'est pas rare que je sois obligé d'enlever le pull
- Commentaire 7 : Bureau des doctorants épi ICA - 0M01 bien trop froid, avec des arrivées d'air que nous sommes obligés de boucher avec des sacs poubelle. Nous avons un seul chauffage pour 7 personnes, dans un bureau qui était à l'origine un laboratoire, et donc avec une grande hauteur sous plafond. Il fait toujours froid et nous avons beaucoup de mal à travailler dans ces conditions. Les températures sont inférieures à 19°C.



Commentaires usagers

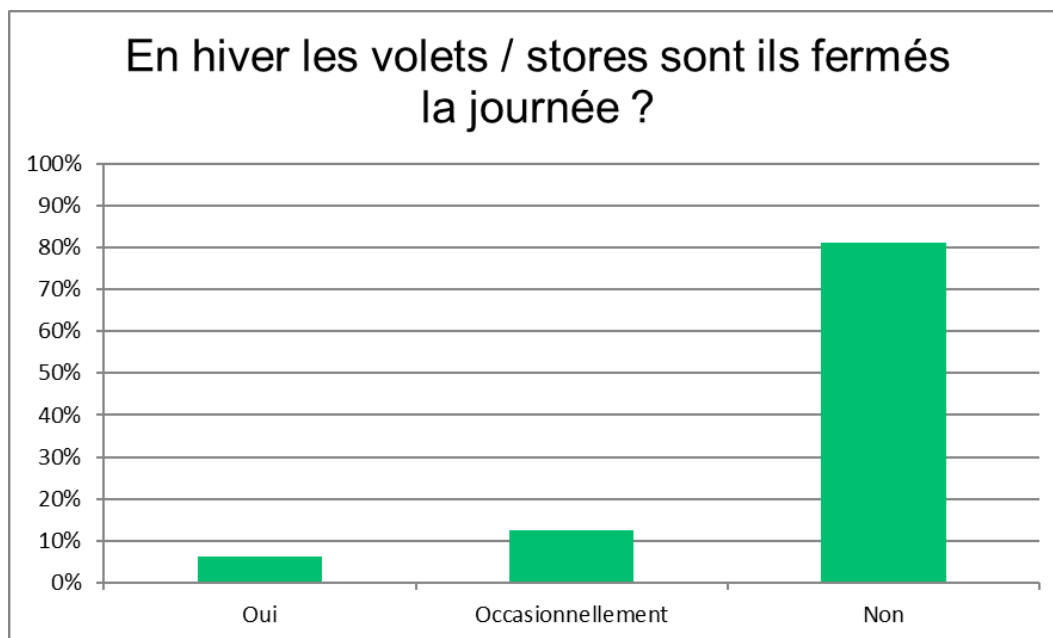
- Commentaire 1 : Mauvaise isolation au niveau des fenêtres quand le chauffage baisse dans les périodes de transition. Fort ressenti en cas de vent.
- Commentaire 2 : Pas spécialement au niveau des fenêtres mais les parois extérieures sont froides
- Commentaire 3 : Pas de courant d'air au niveau des fenêtres mais condensation dans le double vitrage
- Commentaire 4 : surtout au niveau des couloirs, l'air froid entre dans les bureaux.



Commentaires usagers

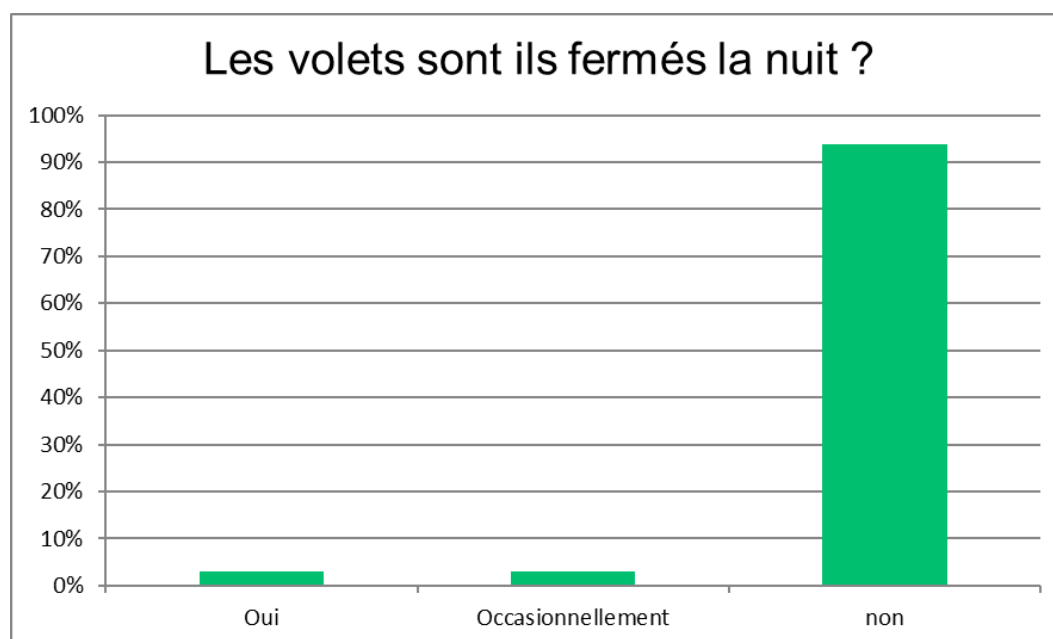
- Commentaire 1 : s'il fait bon dehors pour aérer
- Commentaire 2 : Tous les matins en arrivant pour aérer durant env. 30mn en coupant le radiateur
- Commentaire 3 : Entre 2 cours pour enlever l'odeur d'efforts
- Commentaire 4 : Notamment en cas d'odeurs venant du système aéraulique
- Commentaire 5 : pour aérer de temps en temps

- Commentaire 6 : Durant les interclasses pour aérer et refroidir la pièce.
 Commentaire 7 : Oui, le matin, car pas de ventilation dans le bureau !
 Commentaire 8 : les salles de cours ont besoins d'être aérées régulièrement (à chaque pause, toute les 2h)
 Commentaire 9 : J'ai souvent mal a la tête lorsque je suis dans mon bureau, je suis obligé d'ouvrir la fenêtre
 Commentaire 10 : Renouveler l'air



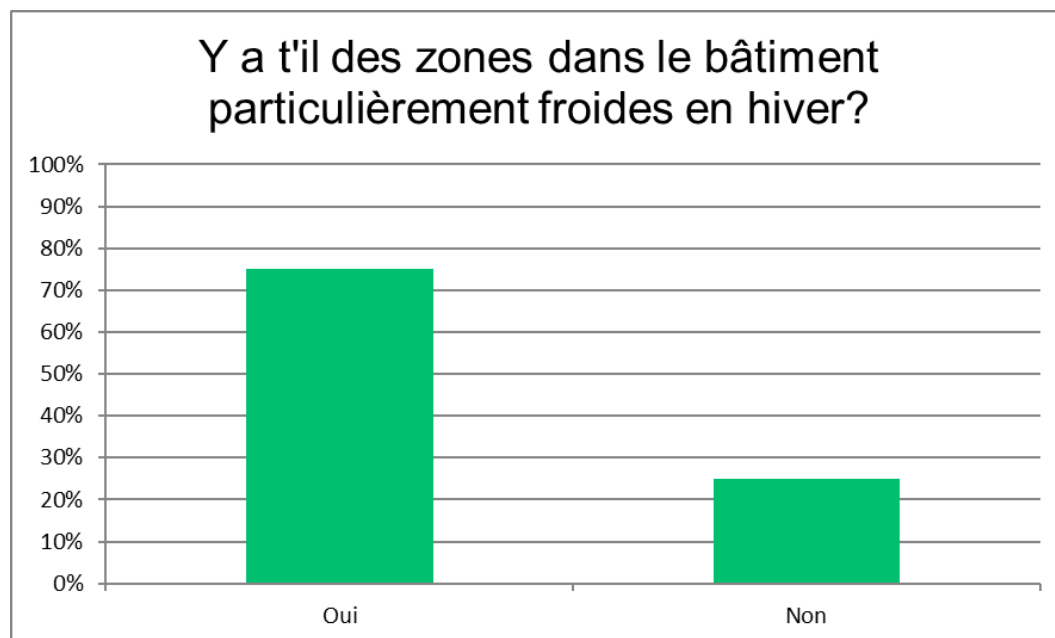
Commentaires usagers

- Commentaire 1 : À certaines heures, pour se protéger du soleil rasant
 Commentaire 2 : Il n'y a pas de volets ...
 Commentaire 3 : je n'ai pas de stores ou de volets
 Commentaire 4 : Sinon nous avons le soleil sur nos ecrans
 Commentaire 5 : Pour profiter du rayonnement solaire



Commentaires usagers

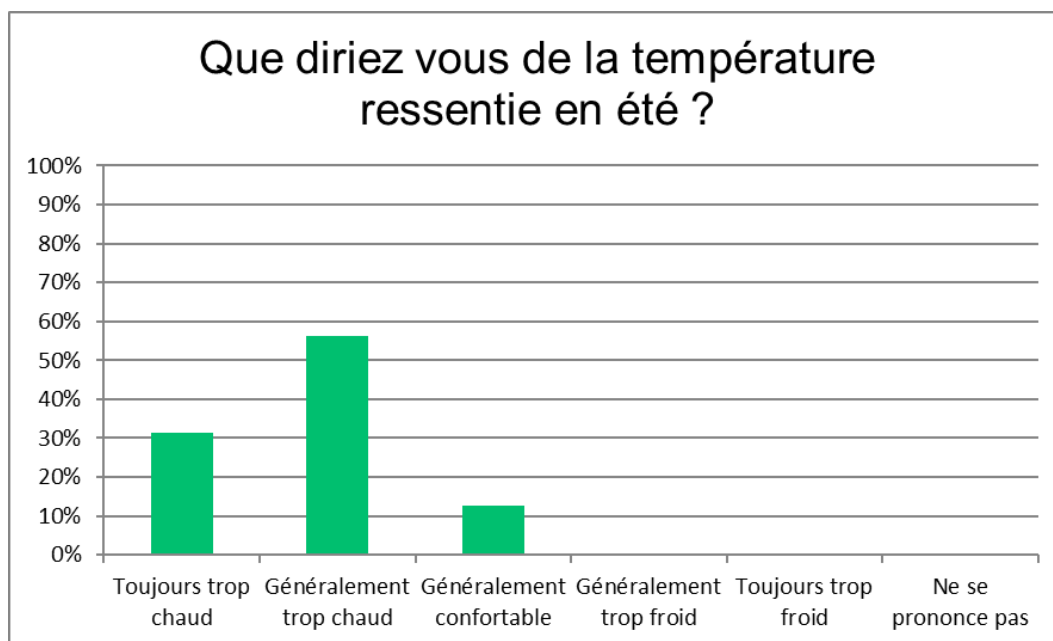
- Commentaire 1 : Il n'y a pas de volets dans le bâtiment Ecole
 Commentaire 2 : je ne sais pas
 Commentaire 3 : Pas de volets
 Commentaire 4 : je n'ai pas de stores ou de volets
 Commentaire 5 : Pas de volets
 Commentaire 6 : Nous n'avons pas de volets à proprement parler.



Commentaires usagers

- Commentaire 1 : bureaux 2A
 Commentaire 2 : cafétéria
 Commentaire 3 : Cafétéria, accueil, halles de recherche et halle technique
 Commentaire 4 : Dans le grand couloir central, qui passe devant la bibliothèque
 Commentaire 5 : généralement les couloirs
 Commentaire 6 : Halle technique
 Commentaire 7 : Les halls, avec les courants d'air probablement
 Commentaire 8 : Ne sais pas
 Commentaire 9 : accueil et cafeteria
 Commentaire 10 : les couloirs
 Commentaire 11 : Les couloirs, ce qui est normal.
 Commentaire 12 : Les couloirs, la cafétéria.
 Commentaire 13 : les couloirs
 Commentaire 14 : la cafétéria, les couloirs, certaines salles de réunion
 Commentaire 15 : Hall d'accueil
 Commentaire 16 : Les bureaux mal exposés au soleil et avec des chauffages qui fonctionnent très mal.
 Commentaire 17 : Le hall d'entrée

Le confort thermique en été



Commentaires usagers

Commentaire 1 : Dans certaines salles de l'aile langues (1F)

Commentaire 2 : Thermomètre dans le bureau avec des températures en permanence au dessus de 25°C. Des pics à 35°C dans le bureau l'été dernier..

Commentaire 3 : 32° au plus chaud en 2019

Commentaire 4 : L'inconfort peut être extrême lors des jours de forte chaleur

Commentaire 5 : En cas de fortes chaleurs fréquentes à Albi, la température peut largement dépasser les 30° dans mon bureau (au sud et mal isolé)

Commentaire 6 : On peut atteindre plus de 25-28 degrés en plein été

Commentaire 7 : 35° à 36° dans les bureaux

Commentaire 8 : confortable, mais évidemment trop chaud en période de fortes chaleurs. besoin occasionnel d'un ventilateur

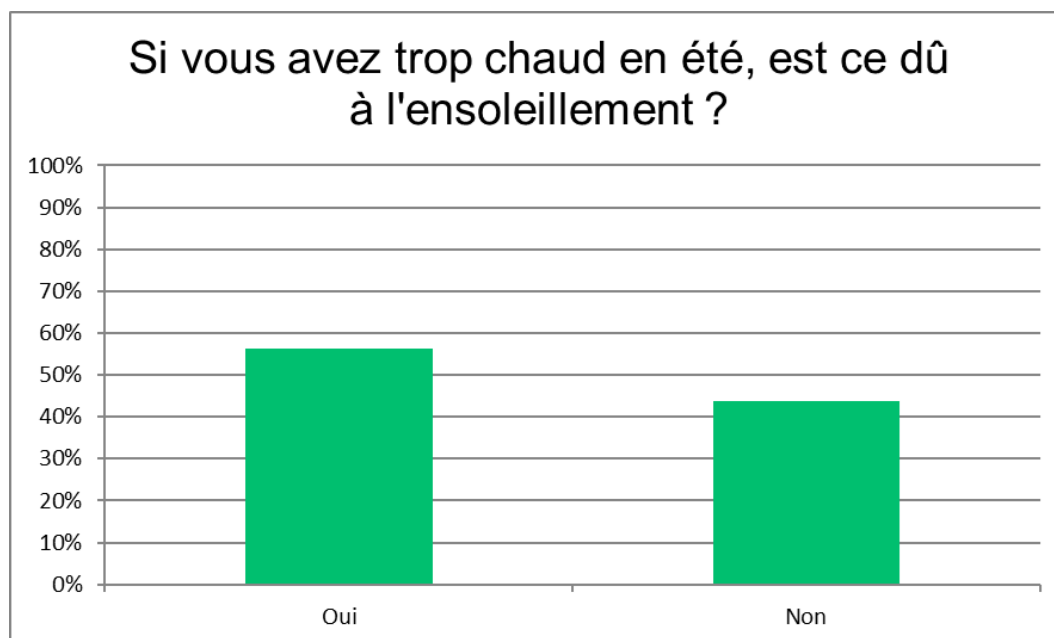
Commentaire 9 : oui 33.7 degré. Le matin même à 7 h 30 lorsque l'on dur rdc arrive au deuxième étage on sent déjà une grosse différence de température

Commentaire 10 : 30 à 33°

Commentaire 11 : Pas de climatisation dans les bureaux et pas de possibilité de laisser ouvert la nuit pour rafraichir (rez-de-chaussée). Il fait terriblement chaud.

Commentaire 12 : L'été nous travaillons souvent ailleurs que dans notre bureau. Personnellement j'évite au maximum d'y être car je me sens toujours mal en fin de journée à cause de la chaleur

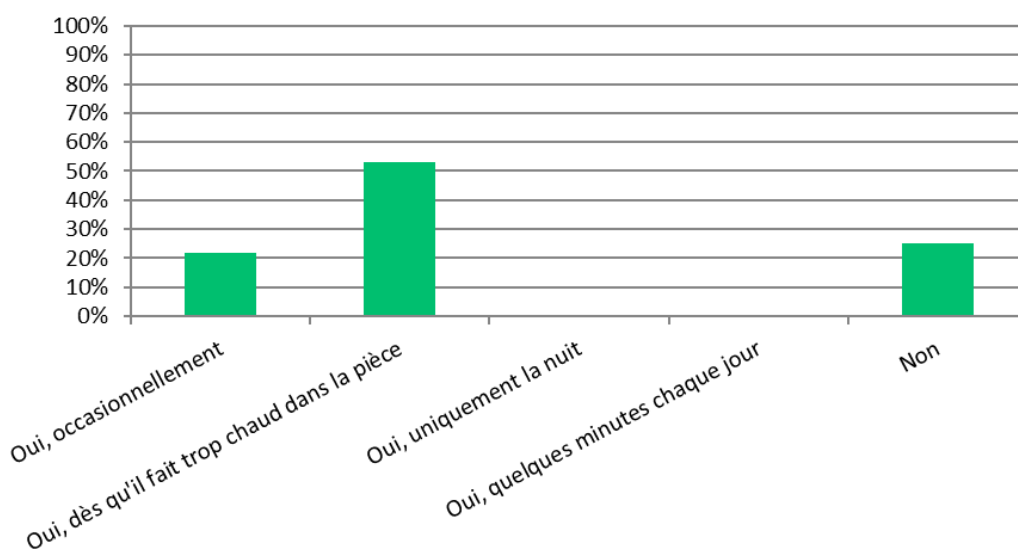
Commentaire 13 : "35



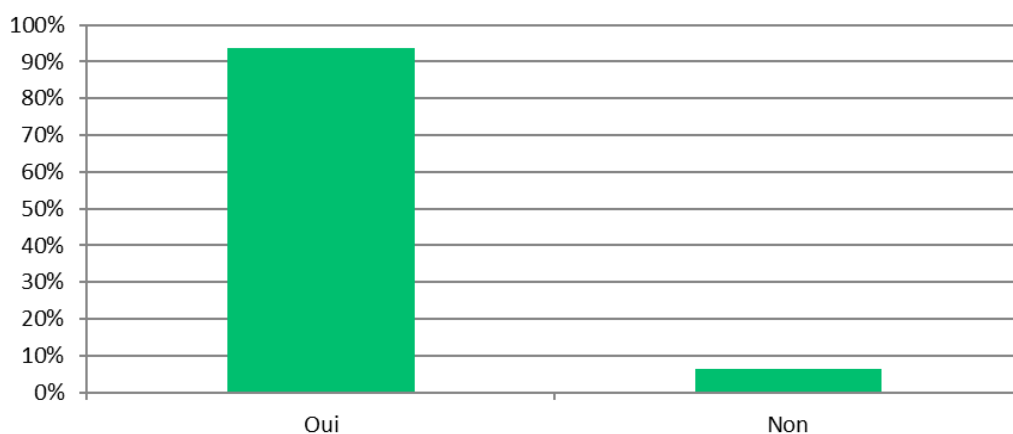
Commentaires usagers

- Commentaire 1 : pas forcément
- Commentaire 2 : Mais aussi (et surtout) à la mauvaise isolation thermique
- Commentaire 3 : Pas uniquement, la chaleur ambiante extérieure impacte notamment le 1er et 2ème étage (sous les toits) - Températures avec un delta de presque 10 degrés entre le RDC et le 2ème étage.
- Commentaire 4 : pas de soleil direct
- Commentaire 5 : Pas de soleil en journée dans mon bureau
- Commentaire 6 : l'ouverture que partielle de certaines fenêtres, l'impossibilité de ventiler correctement la nuit.....
- Commentaire 7 : Oui, mais pas seulement.
- Commentaire 8 : Air très chaud dans les bureaux qui ne s'aèrent pas.
- Commentaire 9 : Oui et non Nous sommes exposés et la pièce ne se refroidit pas la soir*.
- Commentaire 10 : La chaleur s'accumule dans le bâtiment sans pouvoir récupérer la fraîcheur nocturne

En été les volets / stores sont ils fermés la journée ?



Y a t'il des zones dans le bâtiment particulièrement chaudes en été ou en intersaison ?



Commentaires usagers

Commentaire 1 : certaines salles dans l'aile 1F

Commentaire 2 : tout le bâtiment

Commentaire 3 : Le 2nd étage

Commentaire 4 : je ne sais pas

Commentaire 5 : le 2 étage

Commentaire 6 : En été un peu partout par jour de forte chaleur

Commentaire 7 : Tout le bâtiment à l'exception du rez-de-chaussée. Principalement les salles situées au sud.

Commentaire 8 : La cafeteria, et le deuxième étage

Commentaire 9 : La majorité des salles de réunion, certains bureaux.

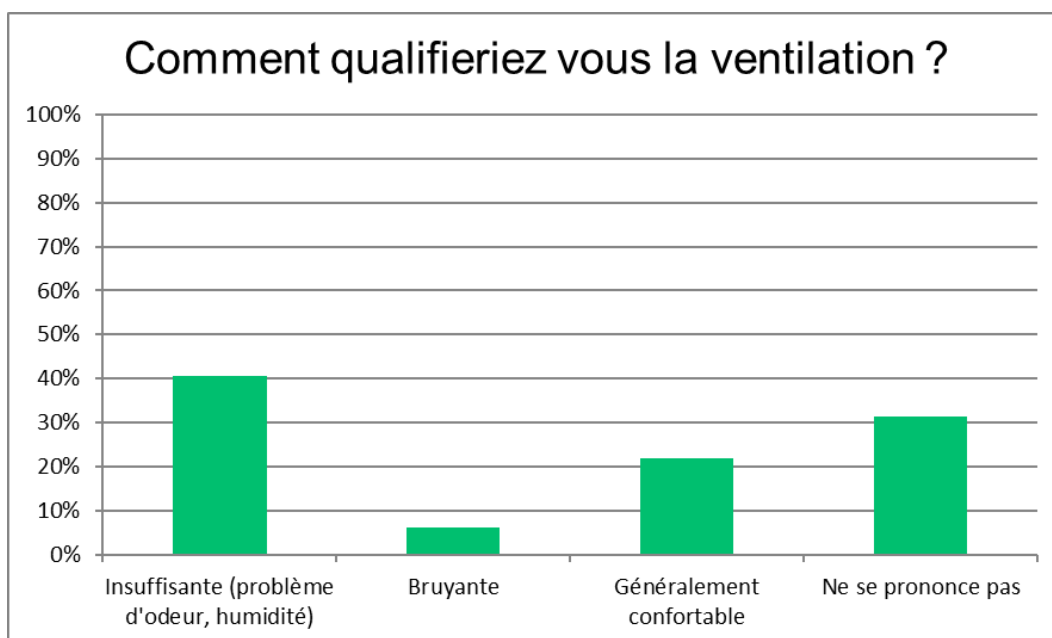
Commentaire 10 : tout le 2ème étage

Commentaire 11 : Les salles tres exposees.

Commentaire 12 : Les étages

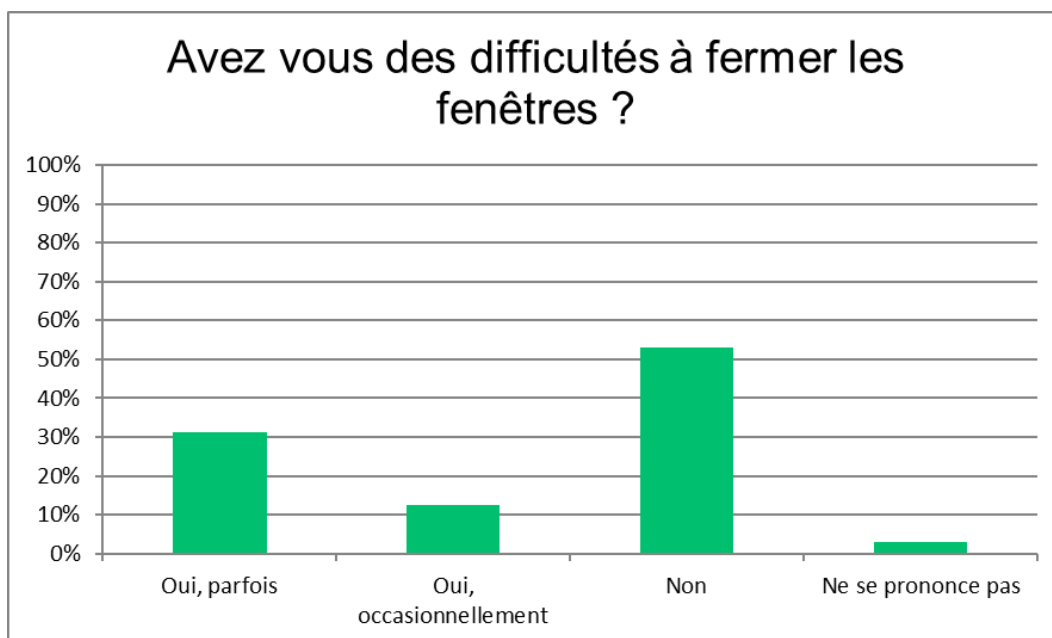
- Commentaire 13 : les halles
 Commentaire 14 : Mon bureau
 Commentaire 15 : 2^e étage me semble-t-il
 Commentaire 16 : les salles de cours exposées plein sud
 Commentaire 17 : Les bureaux qui ne sont pas climatisés.
 Commentaire 18 : Les bureaux coté soleil 2nd étage de l'epi M, les salles de cours sont également très chaud , encore plus quand les élèves sont nombreux
 Commentaire 19 : deuxième étage
 Commentaire 20 : Tous bureaux
 Commentaire 21 : Les bureaux

Autres aspects relatifs au confort thermique



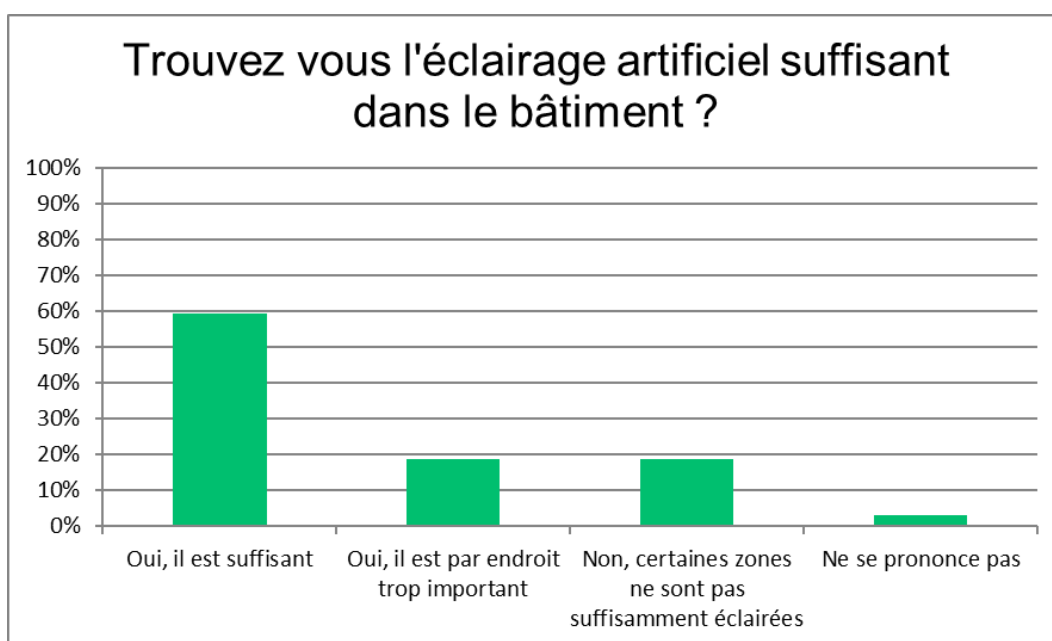
Commentaires usagers

- Commentaire 1 : trop forte surtout dans les amphis en été
 Commentaire 2 : Pas de climatisation des bureaux et salles de réunion, la ventilation des toilettes, bureaux et salles de réunion est correcte (pas d'odeurs...)
 Commentaire 3 : Certaine fois pb d'odeur
 Commentaire 4 : aucune idée
 Commentaire 5 : Mauvaise odeur dans la Doc quand il pleut.
 Commentaire 6 : Pas de ventilation dans la plupart des bureaux et salles de classe
 Commentaire 7 : pas de ventilation
 Commentaire 8 : pas de problèmes d'humidité, des problèmes d'odeurs de temps en temps (cours à 50 dans une salle)
 Commentaire 9 : Pas de ventilation !
 Commentaire 10 : Problèmes d'odeurs dans bureaux GI parfois.
 Commentaire 11 : De quelle ventilation parlons nous ?



Commentaires usagers

Commentaire 1 : Egalement des difficultés pour les ouvrir si on a réussi à les fermer !



Commentaires usagers

Commentaire 1 : les néons dans les bureaux sont désagréables pour travailler.

Commentaire 2 : Sauf dans certains escaliers trop sombres

Commentaire 3 : Néons pas confortables pour travailler

Commentaire 4 : Les couloirs sont trop sombres

Commentaire 5 : Epi ICA trop sombre.

Analyse du ressenti des usagers

Les retours des usagers pour ce bâtiment mettent en évidence un confort thermique moyen.

Plus de deux tiers des usagers considère la température ressentie comme généralement confortable en hiver. Le hall d'accueil, la cafétéria, les zones de circulation semblent constituer les principales zones d'inconfort en hiver.

La température en été n'est pas maîtrisée pour près de 90% des usagers. La performance de certaines parois vitrées et le manque de ventilation semblent être mis en cause.

La ventilation est considérée comme insuffisante ou inconfortable pour près de la moitié des sondés.

44% des usagers éprouve des difficultés à ouvrir ou à fermer les fenêtres correctement.

Enfin l'éclairage artificiel ne génère pas d'inconfort pour deux tiers des sondés.

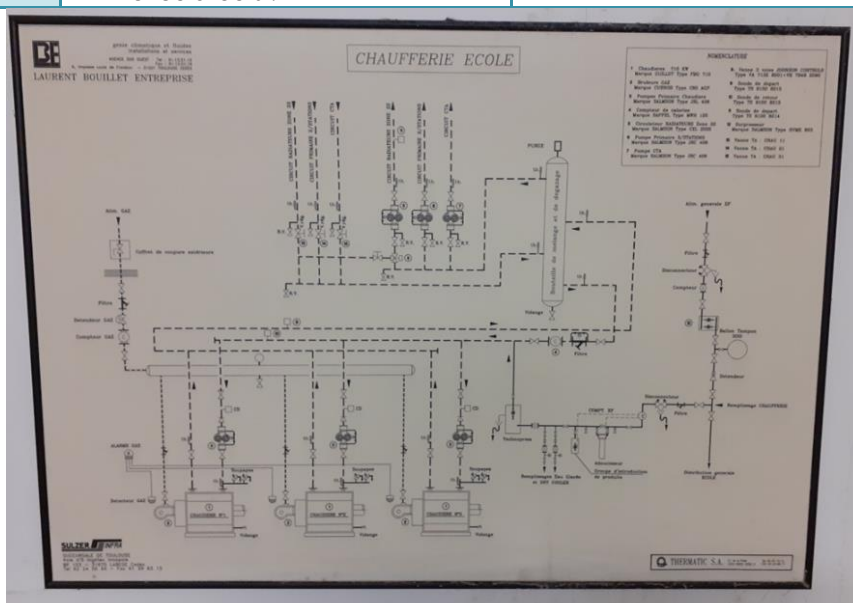
1.5 Description des équipements

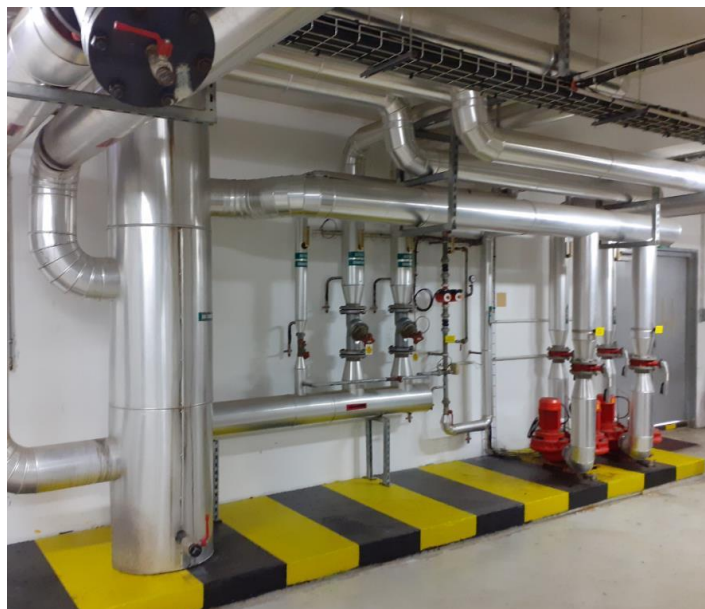
Chauffage

Source 1 : Chaufferie Ecole



Production	Performance : Moyenne	Vétusté : Bon état
Les installations de chauffage sont anciennes mais sont bien entretenus. Le chauffage est assuré par 3 chaudières standard fonctionnant au gaz naturel. Il s'agit de chaudières au sols de marque GUILLOT Type FBG 710 – 710 kW.		
Modèles :	GUILLOT Type FBG 710 – 710 kW	
Puissances :	3 x 2130 kW	
Année :	1995	
Distribution	Performance du calorifuge : Correcte	Vétusté du calorifuge : Bon état
	Performance circulateurs : Moyenne	Vétusté circulateurs : Bon état





Les canalisations de chauffage sont correctement calorifugées en chaufferie.

La chaudière alimente plusieurs départs de chauffage régulés équipés de circulateurs à débit fixe.

- Départ 1 : Radiateurs zone 22 régulé et équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Salmson CXL 2025P.

- Départ 2 : Primaire sous stations à température constante équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Salmson JRC 406.

- Départ 3 : CTA à température constante équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Salmson JRC 406.

Le départ primaire alimente 4 sous stations. Chaque sous station alimente un départ radiateur et un départ panneaux rayonnants qui sont régulés par vannes 3 voies.

Emetteurs	Performance : Correcte	Vétusté : Bon état
------------------	-------------------------------	---------------------------

Les émetteurs de chauffage sont des radiateurs en acier et des panneaux rayonnants,

Régulation	Performance : Correcte	Vétusté : Bon état
-------------------	-------------------------------	---------------------------

Un automate de régulation est présent en chaufferie et au niveau des sous stations pour piloter les vannes 3 voies des départs de chauffage. Il permet une régulation de la température des départs via une loi d'eau et un réduit de température selon une programmation horaire. La programmation est adaptée à l'occupation des locaux,

	Températures de consigne				Horaires de programmation
Z1	Confort :	20,5°C	Réduit :	18°C	6h - 22h

Rendement

Le rendement de combustion des chaudières est correct pour des installations ayant plus de 10 ans.

Génération	95%
Distribution, régulation, émission	88%
Global	84%

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance :	Bonne	Correcte	Moyenne	Insuffisante	Faible
Vétusté :	Neuf	Bon état	Etat moyen	Etat dégradé	A remplacer

Production d'eau chaude sanitaire

Production d'eau chaude sanitaire (ECS)

La production d'ECS du site (Sanitaires) est réalisée à partir de 4 ballons électriques situés dans les locaux techniques.

			
Production	Accumulation	Accumulation	Accumulation
Zone	Local technique laboratoire	Locaux technique zone 7/16 et 5/14	Local technique amphitheâtre 500 et Régie
Système	Ballon électrique : 495 L	Ballons électriques : 2 x 100 L	Ballon électrique : 200 L
Marque	CEBEC 495L	DE DIETRICH - 100 L et ATLANTIC 100 L	RHONELEC - 200 L
Puissance kW	6 kW	2 x 1,2 kW	2,4 kW
Age	1995	1995	1995
Performance	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Vétusté	Etat moyen	Bon état	Bon état
Réseau	calorifugé en volume non chauffé	non calorifugé en volume non chauffé	calorifugé en volume non chauffé
Performance	Correcte	Moyenne	Correcte
Comptage spécifique	Non	Non	Non

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance :

Bonne

Correcte

Moyenne

Insuffisante

Faible

Vétusté :

Neuf

Bon état

Etat moyen

Etat dégradé

A remplacer

Ratio de performance de la production d'ECS	Ratio moyen
80 kWh/m ³	80 à 120 kWh/m ³



Rappel réglementaire pour les ERP : Selon l'arrêté du 1er février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations d'eau chaude, les responsables des établissements doivent mettre en place un suivi mensuel des températures et un prélèvement annuel sur un certain nombre de points de l'installation (points d'usage à risque accessibles au public). L'ensemble des opérations de surveillance, de maintenance et d'analyse doivent être consignées dans un carnet sanitaire.

Afin de limiter le risque de brûlure :

- dans les pièces destinées à la toilette, la température maximale de l'eau chaude sanitaire est fixée à 50 °C aux points de puisage ;
- dans les autres pièces, la température de l'eau chaude sanitaire est limitée à 60 °C aux points de puisage ;
- dans les cuisines et les buanderies des établissements recevant du public, la température de l'eau distribuée pourra être portée au maximum à 90 °C en certains points faisant l'objet d'une signalisation particulière.

Afin de limiter le risque lié au développement des légionelles :

- lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau doit être supérieure ou égale à 50 °C ;
- lorsque le volume total des équipements de stockage est supérieur ou égal à 400 litres, l'eau contenue dans les équipements de stockage, doit être en permanence à une température supérieure ou égale à 55 °C à la sortie des équipements.

Climatisation

Rafrachissement

Un groupe de production d'eau glacée alimente les boucles froides des centrales de traitement d'air. Un aéroréfrigérant (dry cooler) assure la production frigorifique pour le circuit de climatisation des salles informatiques.

On note également la présence de 37 climatiseurs individuels à détente directe.

Enfin, deux pompes à chaleurs de marque CIAT type SUN étaient destinées à la climatisation des serveurs informatiques. Les serveurs n'ont finalement pas été installés dans la salle climatisée par ces équipements qui accueille aujourd'hui des cours d'informatiques.



Groupe d'eau glacée



Dry Cooler



Clim SUN

Production	Groupe de production d'eau glacée	Dry cooler	Détente directe	Groupe de production d'eau glacée
	CARRIER - Type 30RBP-220-0127-PE	CIAT - Type ARH 24 HI 930	Divers	CIAT SUN MDDER 100
Energie	Electricité			
Puissance frigorifique	267,5 KW	NC	100 KW	NC
Puissance absorbée	107 KW	NC	40 KW	NC
Age	19/07/2017	1995	Divers	1995
Fluide frigorigène	R410 A	NC	R22 / R410 A / R407 C	R22
Performance	Bonne	Moyenne	Insuffisante	Insuffisante
Emission	batterie froide CTA	batterie froide CTA	ventilo-convecteurs	Plancher
Performance	Correcte	Moyenne	Moyenne	Correcte
Régulation	GTC	GTC	Commandes individuelles avec programmation horaire	GTC
Performance	Correcte	Correcte	Moyenne	Correcte

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
 Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**

Eclairage

Eclairage

L'éclairage était principalement composé de systèmes avec tubes fluorescent T8 et ampoules halogènes. Des équipements à LED sont progressivement mis en place et représentent aujourd'hui 25% à 30 % de l'éclairage du site.

Les circulations et sanitaires ne disposent pas de système de régulation de l'éclairage. Une ronde d'extinction est réalisée tous les soirs par le personnel de sécurité.

L'éclairage extérieur est composé en grande partie de lampes à LED (40W). Il reste environ 25% de lampadaires équipés de lampes à vapeur de mercure (125W). L'éclairage extérieur est piloté par une sonde crépusculaire couplé à une horloge.



Fluorescent T8



Fluocompact



Eclairage extérieur

Type d'éclairage par zone

Technologie	Zone	Performance
Tubes fluorescents T8 - ballast ferromagnétique (18/25/36/58) Commande manuelle	Circulations, locaux techniques, bureaux, salles de classe	Moyenne
Luminaires LED (5/8/10/12/18/35) Commande manuelle	Circulations, bureaux, salles de classe, sanitaires	Bonne
Ampoules halogène (50/100) Commande manuelle	Locaux techniques, sanitaires	Faible
Ampoules fluocompactes (5/10/11/26) Commande manuelle	Circulations	Moyenne
Lampadaire LED (40W) Sonde crépusculaire et horloge	Extérieur	Bonne
Lampadaire à vapeur de mercure (125W) Sonde crépusculaire et horloge	Extérieur	Faible
Puissance totale installée : 278 kW		Ratio de puissance installée : 13,2 W/m²

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
 Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**



La réglementation thermique pour les bâtiments existants fixe à 12 W/m² la puissance maximum d'éclairage de référence.

Eclairage selon les zones	Eclairage minimum Code du travail	Eclairage moyen Norme EN-12464-1
Bureau / salle de réunion	200 lux	500 lux
Autres locaux de travail	120 lux	
Salles de classe	200 lux	500 lux
Locaux aveugles à travail permanent	200 lux	
Circulations horizontales / verticales	40 / 60 lux	100 lux
Entrepôts (occupation temporaire)	60 lux	
Stockage (occupation permanente)	120 lux	
Vestiaires, sanitaires	120 lux	
Gymnase	120 lux	300 lux

Ventilation

Ventilation			
Le renouvellement d'air dans les locaux est assuré plusieurs systèmes :			
<u>Local technique labo</u> CTA DF Labo Clever MC 80 VMC DF Labo France Air VLIG9.9 <u>Local technique zone 7/16</u> CTA DF Labo 7/16 Clever MC 60 CTA DF Cafétéria Clever MC 40 VMC SF Ascenseur France Air VLI 7.7 VMC DF France Air VLIG9.9 Zone 7/16 <u>Local technique zone 5/14</u> CTA DF Labo 5/14 Clever MC 60 CTA DF Hall d'entrée Clever MC 40 VMC DF France Air VLIG 10.10 Zone 5/14 VMC Ascenseur France Air VLI 7.7 <u>Local technique amphi 500 et régie</u> CTA Amphi 500 Clever MC 150 CTA Régie Clever MC 25 VMC DF France Air VLIG 9.9 Amphi <u>Local technique Amphi 200</u> CTA 1 Amphi 200 Clever MC80 CTA 2 Amphi 200 Clever MC80 VMC SF sanitaire H France Air Canal'air 125 VMC SF sanitaire F France Air Canal'air 125			
Les installations sont pilotées depuis la GTC. Aucun système de régulation spécifique n'est mis en place sur ces installations.			



Type	CTA double flux	VMC double flux	Extracteurs individuels
Zones	Labos / Cafétéria / Hall d'entrée / Amphis / Régie		Sanitaires / ascenseurs
Puissances absorbée estimée	53,2 kW	5,35 kW	2,4 kW
Age	1995	1995	1995
Performance	Correcte	Correcte	Moyenne
Vétusté	Bon état	Bon état	Bon état
Diffusion			
Entrées d'air	Bouche d'entrée d'air		Menuiseries
Extraction	Bouches d'extraction		
Performance	Correcte		
Régulation	Non		

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
 Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**



Rappel réglementaire pour les ERP : Le décret 2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur prévoit la mise en place d'un contrôle de la pollution intérieure de certains ERP (présence de COV, taux de CO₂). Les crèche et écoles maternelles sont concernées dès le 01/01/2015, les écoles élémentaires en 2018, les accueils de loisirs et établissements du 2nd degré en 2020 et les autres établissements en 2023.

Usages spécifiques de l'électricité (bureautique, auxiliaires de chauffage, ...)

Cette partie répertorie les équipements spécifiques au fonctionnement du bâtiment (auxiliaires de chauffage, bureautique, électroménager).

Poste	Equipements	Energie	Puissance estimée kW	Consommation annuelle estimée kWh _{EF}
Bureautique	Ordinateurs, imprimantes, baies de brassage, photocopieurs, télévision, hifi	Electricité	35,8	34 088 kWh _{EF}
Electroménager	Petit électroménager, lave-vaisselle	Electricité	30,9	3 846 kWh _{EF}
Auxiliaires de chauffage	Brûleur, circulateurs	Electricité	27,1	64 444 kWh _{EF}
Divers	Adoucisseurs, ascenseurs, autres équipements électriques	Electricité	41,3	48 101 kWh _{EF}

Rappels réglementaires divers



Rappels réglementaires : Quelques échéances à retenir pour les gestionnaires d'ERP (Etablissements Recevant du Public) : **Accessibilité :** Les travaux de mise en accessibilité des bâtiments de catégorie 1 à 4 devront être réalisés dans un délai de 3, 6 ou 9 ans selon la programmation fixée pour chaque site.

2. Analyse des données

2.1 Consommations et émissions

Gestion et suivi énergétique

▪ Éléments de comptage

N°	Energie	Bâtiments consommateurs	Suivi des consommations
1	Electricité	Compteur unique pour l'ensemble du campus	Factures avec relevés semestriels Présence de sous compteurs non exploités
2	Gaz Naturel	Bâtiment principal	Relevé d'index – P1

Rappel sur la fin les tarifs réglementés de l'électricité et le gaz naturel

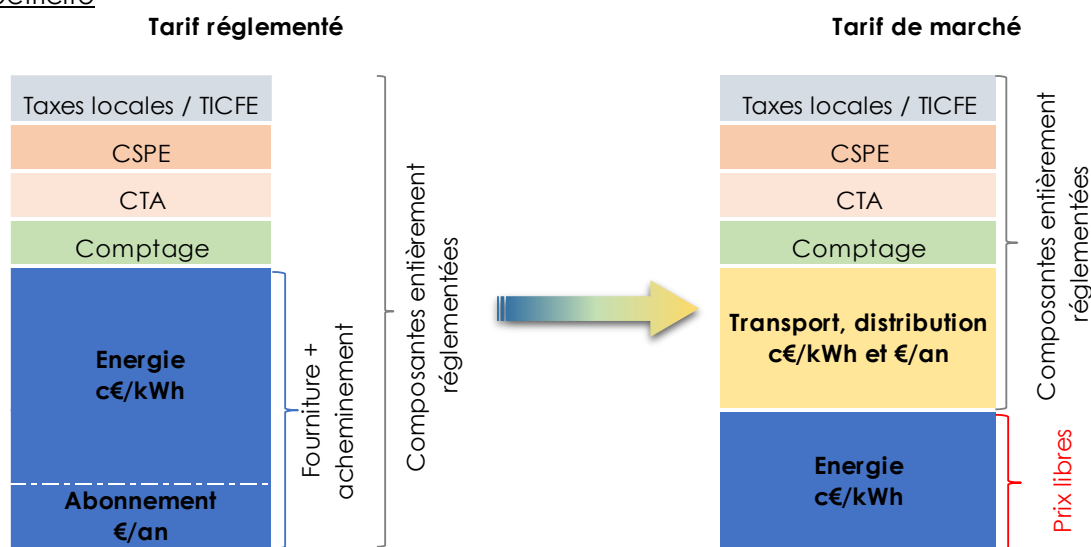
Dans le cadre de la libéralisation des marchés de l'énergie, plusieurs typologies de consommateurs ne peuvent plus bénéficier de contrat de fourniture d'énergie avec des tarifs réglementés (évolution fixée par la CRE).

Sont concernés :

- Gaz naturel : Depuis le 1^{er} janvier 2016, les sites consommant plus de 30 MWh/an et les bâtiments à usage principal d'habitation consommant plus de 150 MWh/an.
- Electricité : Depuis le 1^{er} janvier 2016, les sites dont la puissance souscrite est supérieure à 36 kVA.

Pour ces sites, un contrat dit à tarif de marché doit être souscrit. Il permet de négocier auprès de plusieurs fournisseurs le prix de l'énergie qui est désormais fixé librement. Les prix des composantes liées à l'acheminement de l'énergie (transport, distribution) restent réglementés tout comme les taxes et autres contributions parafiscales.

Décomposition des composantes tarifaires des tarifs réglementés et des tarifs de marché d'électricité



Pour tous les autres sites (par exemple tarifs bleus < 36 kVA) les tarifs réglementés restent en vigueur même s'il est possible de mettre en concurrence les fournisseurs d'énergie.

Consommations d'électricité

Un unique contrat de fourniture d'électricité alimente l'ensemble du campus. Des compteurs divisionnaires sont présents pour certains bâtiments mais ne sont pas exploités.

La consommation présentée ci-dessous correspond à la part de consommation estimée pour le bâtiment principal sur la base des relevés effectués sur place, et d'hypothèses d'utilisation.

Consommations Electricité Estimé	
Type de contrat	C2 - HTA CU – 576 kW
Fournisseur	EDF
Consommation annuelle moyenne 2016/2017/2018 - Campus	2 526 759 kWh
Consommation estimée Bâtiment principal	1 670 774 kWh _{ef} , soit 4 310 598 kWh _{ep}
Facture annuelle estimée	186 445 € TTC
Coût unitaire moyen	11 c€ TTC / kWh _{ef}
Emissions de GES annuelles moyennes	140 345 kgeqCO ₂ /an

La consommation du bâtiment principal représente environ deux tiers de la consommation total d'électricité sur le campus.

Consommations de gaz naturel

La fourniture de gaz est réalisée dans le cadre d'un contrat d'exploitation de type P1-MTI. Les relevés d'index du compteur gaz alimentant le bâtiment principal ont été transmis par l'exploitant (Cofely).

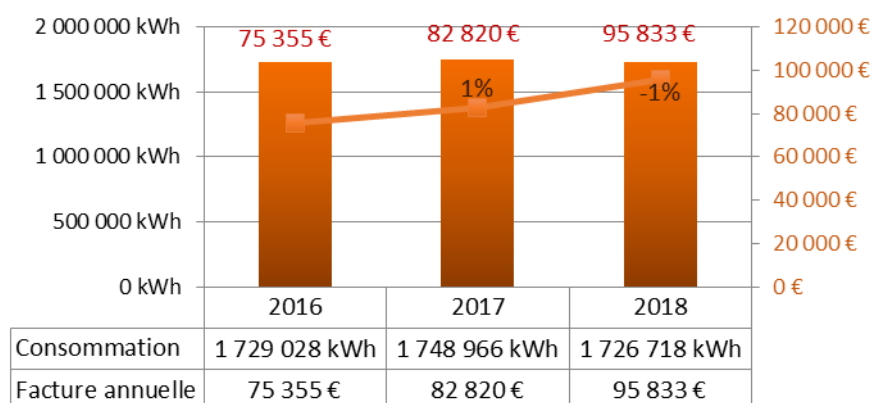
La consommation de gaz naturel a peu évolué entre 2016 et 2018.

En prenant en compte la rigueur climatique, il semblerait que la consommation ait légèrement baissé entre 2016 et 2017 (-5%) mais qu'elle ait augmenté entre 2017 et 2018 (+7%).

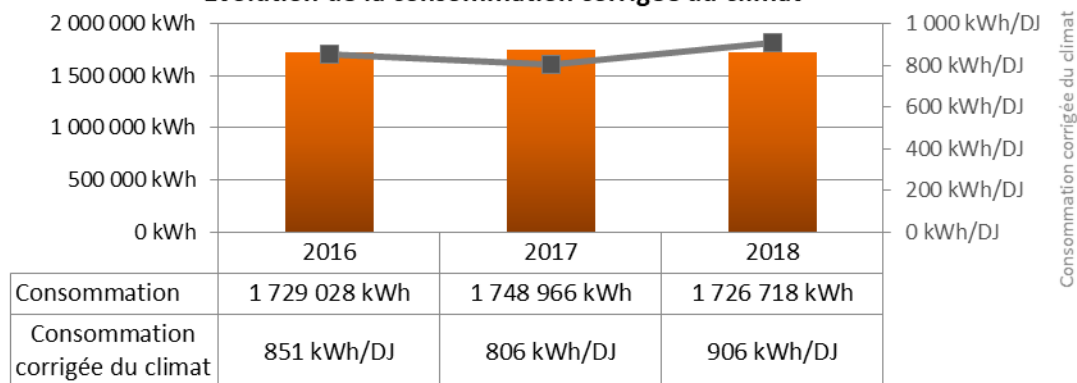
Remarque : les travaux d'isolation réalisés sur la façade Est impacteront la saison de chauffage 2019/2020.

Consommations Gaz naturel - 2016 - 2017 - 2018	
Type de contrat	P1-MTI
Fournisseur	Cofely
Consommation annuelle moyenne	1 925 744 kWh PCS, soit 1 734 904 kWh _{eff}
Facture annuelle moyenne	84 669 € TTC
Coût unitaire moyen	5 c€ TTC / kWh _{eff}
Emissions de GES annuelles moyennes	405 968 kg _{eq} CO ₂ /an

Evolution des consommations en énergie finale et dépenses



Evolution de la consommation corrigée du climat



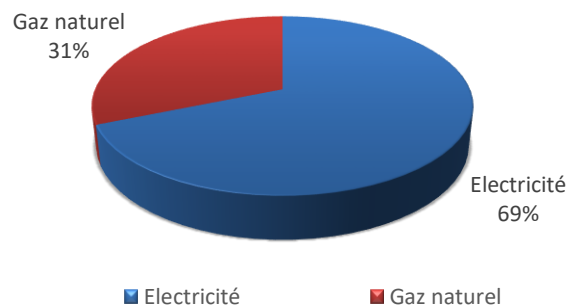
Contrat de maintenance

Opérations de maintenance	
Type de contrat	P2 maintenance des installations
Périmètre	Installations de chauffage, climatisation, de production d'eau chaude sanitaire et de ventilation
Facture annuelle	NC
Remarques	<p>L'entretien et la maintenance des installations est assuré par l'entreprise Cofely.</p> <p>L'état général des locaux techniques et des équipements est globalement bon.</p> <p>Les registres de suivi sont renseignés et mis à jour.</p> <p>Les relevés de combustions des installations de chauffage sont consignés dans les livrets de chaufferie.</p> <p>Le rendement de génération des chaudières est au-dessus de la moyenne généralement constatée pour des équipements ayant plus de 20 ans.</p> <p>Plusieurs installations de climatisation sont alimentées avec un fluide frigorigène de type HCFC (R22).</p> <p>Pour rappel le rechargement avec des HCFC neufs des installations lors des opérations d'entretien et de maintenance est interdit depuis le 01/01/2010.</p> <p>Le rechargement avec des HCFC recyclés est interdit depuis le 01/01/2015.</p> <p>Le contrôle des fuites est obligatoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tous les ans dans les appareils contenant plus de 2 kg de gaz frigorigène ; - Au moins un mois après l'apparition d'une fuite sur l'appareil, <p>Les équipements climatiques contenant des HCHC, peuvent être conservés. Mais si une fuite sur l'installation est détectée, les HCFC doivent être récupérés. Depuis le 1^{er} Janvier 2015, les HCFC doivent impérativement être détruits par incinération. De fait, le rechargement des appareils est interdit. Une fois vidangé, l'équipement doit être soit mis en rebut, soit rechargé avec un autre fluide frigorigène autorisé si l'opération est techniquement possible.</p>

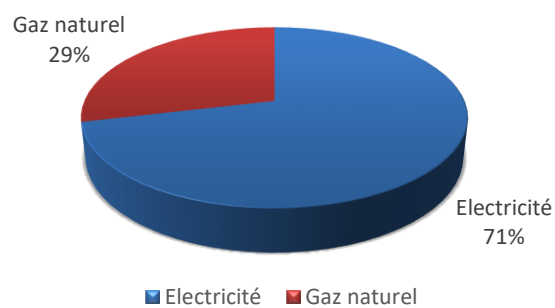
2.2 Répartition énergétique, financière et environnementale

Sur le site on compte deux vecteurs énergétiques : l'électricité et le gaz naturel.

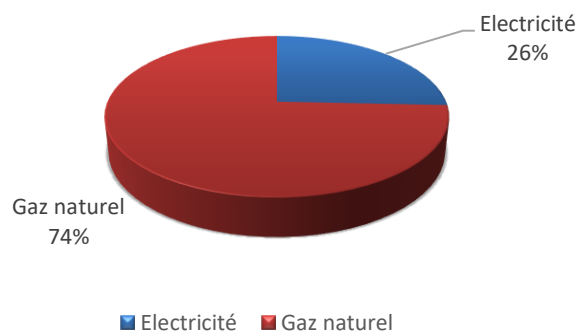
Répartition coûts énergétiques (en € TTC)



Répartition des consommations d'énergie du site (en énergie primaire)



Répartition des émissions de GES (kgéq CO2)

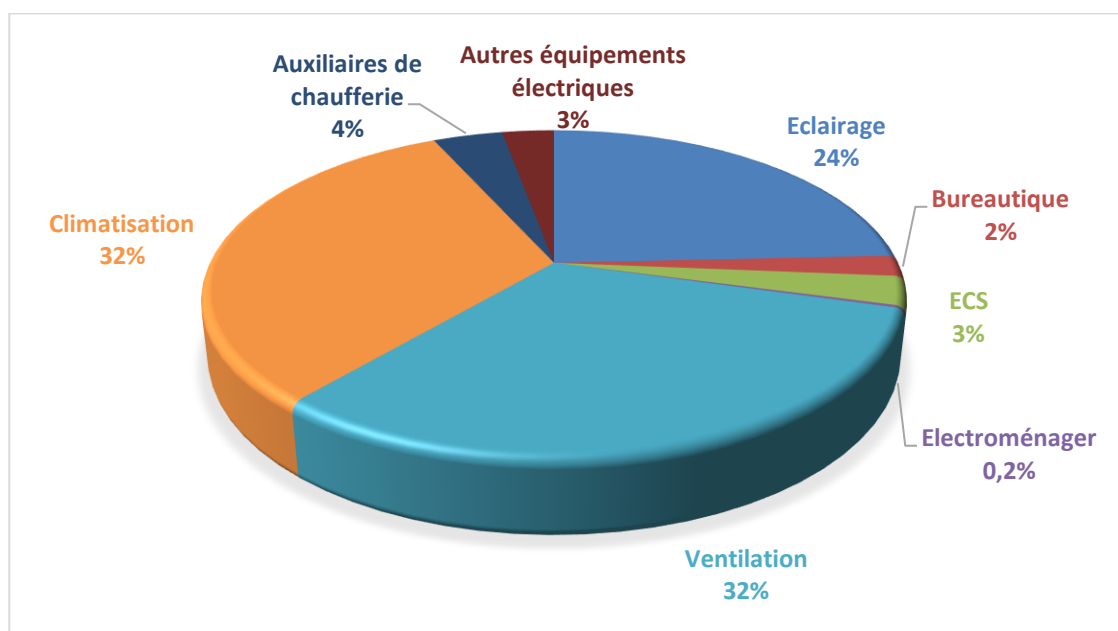


2.3 Répartition des consommations par type d'énergie

Usages électriques :

La répartition des différents usages électriques a été réalisée sur la base de la consommation moyenne de la période d'étude à partir des puissances relevées sur site.

Répartition des consommations - Electricité			
Postes	Puissance estimée	Consommation estimée kWh/an	Coût annuel €/an
Eclairage	277,6 kW	405 590 kWh/an	45 260 € TTC
Bureautique	35,8 kW	34 088 kWh/an	3 804 € TTC
ECS	10,8 kW	47 849 kWh/an	5 340 € TTC
Electroménager	30,9 kW	3 846 kWh/an	429 € TTC
Ventilation	60,8 kW	532 191 kWh/an	59 388 € TTC
Climatisation	175,9 kW	534 666 kWh/an	59 664 € TTC
Auxiliaires de chaufferie	27,1 kW	64 444 kWh/an	7 191 € TTC
Autres équipements électriques	41,3 kW	48 101 kWh/an	5 368 € TTC
TOTAL	660,1 kW	1 670 774 kWh/an	186 445 € TTC



La répartition des consommations est déterminée à partir des hypothèses de fonctionnement des équipements et de leurs puissances relevées sur site.

Ratio de consommation Electricité (hors chauffage et ECS)	Ratio moyen national
Electricité : 77 kWh/m ²	17 kWh/m ²

Usages combustibles :

Le chauffage est le seul vecteur de consommation de gaz naturel sur ce site.

Répartition consommations Gaz naturel		
	Consommation estimée kWh/an	Coût annuel €/an
Chauffage	1 734 949 kWh	84 672 € TTC



La répartition des consommations est déterminée à partir des hypothèses de fonctionnement des équipements, de leur performance et du niveau d'isolation.

Ecart de consommations :

Les consommations réelles (cf. factures) sont différentes des consommations théoriques (estimées par le calcul). La consommation "théorique" ne peut pas prendre en compte plusieurs critères aléatoires sur l'établissement :

- Ouverture prolongée des différents ouvrants : portes d'entrée, fenêtres
- Modification de la programmation des régulateurs (chauffage, climatisation) ;
- Dégradation des isolants sur les différentes parois,
- Fonctionnement de certains équipements en dehors des périodes « théoriques ».

2.4 Etiquettes énergétiques et GES

Les étiquettes énergie décrite ci-après correspondent à l'état initial du bâtiment.

▪ Classification énergétique – modèle DPE

Le site présente un ratio de consommation et d'émissions de gaz à effet de serre moyen. Le site est de façon générale moyennement performant d'un point de vue énergétique.

Classification énergétique modèle DPE 6.1 public		
	Ratio de consommation kWhEP / (m².an)	Ratio d'émissions de GES kg éqCO ₂ / (m².an)
Etat initial	<p>Bâtiment économe</p> <p>≤ 50 A</p> <p>51 à 110 B</p> <p>110 à 210 C</p> <p>211 à 350 D</p> <p>351 à 540 E</p> <p>541 à 750 F</p> <p>> 750 G</p> <p>Bâtiment énergivore</p>	<p>Faible émission de GES</p> <p>≤ 5 A</p> <p>6 à 15 B</p> <p>16 à 30 C</p> <p>31 à 60 D</p> <p>61 à 100 E</p> <p>101 à 145 F</p> <p>> 145 G</p> <p>Forte émission de GES</p>
	<p>288</p> <p>kWhEP/m².an</p>	<p>26</p> <p>kgCO₂/m².an</p>



Les ratios de consommation et d'émissions de GES prennent en compte l'ensemble des usages consommateurs du site. Ils sont calculés à partir des consommations d'énergie facturée lors des trois dernières années.

3. Recommandations d'économies d'énergie

3.1 Aides à l'investissement

Certificats d'économie d'énergie (CEE)

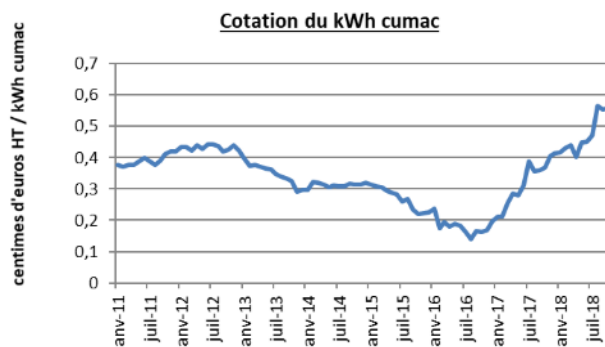
Les certificats d'économie d'énergie est un dispositif national qui oblige les vendeurs d'énergie (vendeurs d'électricité, de gaz, de fioul, de carburants) à réaliser des économies d'énergie. Pour cela ces opérateurs dits « obligés » peuvent réaliser des opérations pour inciter leurs clients à faire des économies ou directement acheter des certificats obtenus par d'autres opérateurs dits « non obligés ».

Pour les maîtres d'ouvrage, il est ainsi possible lors de la réalisation de travaux d'amélioration énergétique (isolation, remplacement de chaudières, ...) de négocier (sur le marché pour les collectivités locales ou directement) avec un opérateur obligé la cession de certificats d'économie d'énergie.

De nombreuses actions d'améliorations favorisant les économies d'énergie peuvent être valorisées sous forme de « certificats d'économie d'énergie » (cf. fiches standardisées disponibles sur le site <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Certificats-d-economies-d-energie,188-.html>). Pour chaque action, il est défini une quantité d'énergie qui sera économisée grâce à cette action et est exprimée en kWhcumac (kWh cumulés et actualisés sur la durée de vie conventionnelle de l'équipement).

Exemple : Pose de 100 m² d'isolation par l'intérieur dans une école située en zone climatique H1 : 366 000 kWh cumac soit 2 196 €.

Le prix de vente des certificats d'économie d'énergie est soumis à des variations. Le montant de la valorisation fixé dans cette étude est de 0,6 c€/kWhcumac.



Source : Emmy.fr

Le dépôt de dossier des CEE doit être réalisé au plus tard un an après la réalisation des travaux. Le registre national des certificats d'économies d'énergie (accessible sur le site internet emmy.fr) est la matérialisation des certificats d'économie d'énergie délivrés par le pôle national. Le site internet permet l'accès aux listes des acheteurs et des vendeurs de certificats.

3.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables

En parallèle ou à l'issue d'une démarche de maîtrise des consommations, le recours à des énergies renouvelables doit être encouragé, celles-ci permettant de maîtriser les consommations d'énergie primaire, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de limiter les coûts de la fourniture énergétique.

Les solutions techniques en matière d'énergies renouvelables (enR) sont multiples, chacune permettant de répondre à des besoins énergétiques spécifiques. La faible maturité technique et économique de la plupart des technologies implique des frais d'investissement conséquents même si le cadre réglementaire volontariste permet d'améliorer la rentabilité des projets. Toute implantation d'enR sur un bâtiment se doit donc de répondre à une démarche cohérente pour optimiser les gains économiques et environnementaux et préserver les capacités d'investissement du maître d'ouvrage.

En amont, la maîtrise et l'optimisation des consommations par un pilotage exemplaire et des travaux de rénovation sont des préalables indispensables à l'investissement vers les enR.



L'identification de la solution technico-économique la plus cohérente vis-à-vis du bâtiment dépend de différents critères :

- Adéquation à un besoin énergétique
- Faisabilité technique
- Productivité et disponibilité de la ressource
- Rentabilité économique

Solution EnR	Opportunité sur le site	Commentaires
Bois	Pertinent (CF Préconisation 12)	Chaufferie bois commune à plusieurs bâtiments à privilégier
Solaire thermique	Non pertinent	Besoins en eau chaude sanitaire trop faible
Solaire photovoltaïque	Non pertinent	tarifs de rachat peu avantageux excepté sur les petites puissances, toiture non adaptée
Géothermie	Pertinent (CF Préconisation 13)	Chaufferie commune à plusieurs bâtiments à privilégier
Réseau de chaleur	non adapté	pas de réseau de chaleur proche du site

3.3 Récapitulatif des préconisations

Propositions d'améliorations									
Actions		Investissement	CEE	Economies	Gain énergétique		Gain GES	Temps de retour	
préconisées		€ TTC	€	€ TTC /an	kWhép / m2.an	%	kgeqCO2 / m2.an	brut	actualisé
1	Régulation éclairage sanitaires - Détection de présence	5 400	0	736	1	0%	0,0	8 ans	7 ans
2	Poursuite du relamping Led	677 060	35 578	10 599	13	5%	-2,2	>50 ans	30 ans
3	Poursuite du relamping de l'éclairage extérieur	11 020	0	458	1	0%	0,0	25 ans	17 ans
4	Modulation de la ventilation en fonction de l'occupation du site	150 000	3 639	22 708	25	9%	1,3	7 ans	6 ans
5	Isolation des murs par l'intérieur - Façade Est	45 000	6 146	5 108	5	2%	1,2	9 ans	8 ans
6	Renforcement de l'isolation en toiture	625 000	48 583	9 134	9	3%	2,1	>50 ans	31 ans
7	Remplacement circulateurs anciens	30 000	1 371	2 300	2	1%	0,4	14 ans	11 ans
8	Production d'ECS par chauffe-eaux thermodynamique	12 000	0	3 471	4	1%	0,1	4 ans	4 ans
9	Freecooling	15 000	0	6 629	7	3%	0,2	3 ans	3 ans
10	Climatisation VRV	150 000	0	11 933	13	5%	0,4	13 ans	11 ans
11	Chaudières à condensation	172 000	31 725	4 234	4	1%	1,0	41 ans	23 ans
12	Production de chauffage centralisée - Biomasse	1 660 000	0	19 988	-5	-2%	18,2	>50 ans	43 ans
13	Production de chauffage centralisée - Géothermie	3 000 000	52 120	68 078	64	22%	18,8	45 ans	29 ans

3.4 Détails des préconisations

Préconisation n°1

ECLAIRAGE : Régulation de l'éclairage par détection de présence temporisée

Description :

Dans plusieurs zones de l'établissement, il a été constaté des éclairages qui restaient allumés en dehors de l'occupation de ces locaux (sanitaires, escaliers).

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Réduction de la consommation électrique d'éclairage sur le site.

Pour pallier aux problèmes de maintien de l'éclairage allumé, il est possible d'installer une régulation de l'éclairage (détection de présence) dans les locaux de passage. Le principe consiste à allumer l'éclairage en cas de besoin réel (passage d'un occupant). Ces détecteurs sont temporisés afin de s'éteindre automatiquement lors de la non présence prolongée.

Note : le placement des sondes de présence doit être pertinent et la temporisation suffisamment longue pour assurer un passage complet de la zone éclairée.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de détecteurs de présence avec action sur éclairage, compris raccordement électrique.

Maintenance particulière : Prévoir un plan de maintenance avec le remplacement systématique des équipements en fin de vie.



Résultats

Equipements concernés : 30 détecteurs de présence			Fourniture et pose détecteur de présence	5 400 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
17 011 kWhép 0 %	736 € TTC	545 kgCO2/an	5 400 € TTC	-	8 ans 7 ans

Préconisation n°2

ECLAIRAGE : Relamping LED

Description :

Des équipements d'éclairage à LED sont progressivement mis en place sur le bâtiment et représentent aujourd'hui 25% à 30% de l'éclairage du site.

Cette campagne de modernisation de l'éclairage doit être poursuivie au rythme de la fin de vie des équipements actuels

Objectif et conseils pour la réalisation

- Les tubes fluorescents de 18W, 36W et 58W sont remplacés respectivement par des tubes LED de 10W, 24W et 35W
- Les ampoules incandescentes 60/75W sont remplacées par des ampoules LED 8W
- Les lampes halogènes dichroïques 30/50W sont remplacées par des spots LED 8W
- Les projecteurs halogènes 150 à 300 W sont remplacés par des projecteurs LED de 20 à 50W.

Les tubes LED présentent l'avantage de se substituer aux tubes existant sans remise en cause du luminaire, seuls les ballasts et les starters sont à retirer. Cette technologie présente de nombreux avantages :

- Durée de vie $\geq 50\,000$ heures avec une chute de flux lumineux $\leq 30\%$
- Efficacité lumineuse $\geq 90\text{ lm/W}$

La durée de vie de ces équipements est fortement supérieure aux lampes conventionnelles, leur remplacement représente donc également un gain financier sur le plan de la maintenance.

Il est conseillé de mettre en place des détections de présence avec temporisation dans les zones de circulation et sanitaire (CF préconisation N°1).

Il est conseillé de mettre en place des gradateurs et/ou des cellules photosensibles dans les salles de classes afin de permettre l'allumage et/ou la modulation de l'éclairage en fonction des apports naturels, les économies liées à ce type d'équipement sont estimées à 30%.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de tubes LED avec starter associé. Compris dépose des tubes fluorescents.

Fourniture et pose d'ampoules LED en substitution des ampoules à incandescence/halogène en place.

Fourniture et pose de spot LED à encastrer dans faux plafonds, équipé.

Les gains de cette action sont évalués sur la base de la substitution des puissances des luminaires concernée et la disparition des consommations liées aux ballasts.

**Résultats**

Résultats					
Equipements concernés :					
3700 luminaires LED			Luminaires LED complet		667 080 €
1000 ampoules LED			Ampoules LED		9 980 €
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EQ-127	TRA
280 286 kWh _{ep} 5 %	10 599 € TTC	-46 161 kgCO ₂ /an	677 060 € TTC	5 929 600 35 578 €	>50 ans 30 ans

Préconisation n°3**ECLAIRAGE Extérieur : Relamping LED****Description :**

L'éclairage extérieur constitue une source de consommation énergétique significative. Environ 25% des lampadaires sont équipés de lampes à vapeur de mercure.

Objectif et conseils pour la réalisation

Il est conseillé de remplacer les luminaires anciens (125W) par des lampadaires équipés de technologies LED (40W).

Cette technologie présente de nombreux avantages :

- Durée de vie $\geq 50\,000$ heures avec une chute de flux lumineux \leq à 30%
- Efficacité lumineuse ≥ 90 lm/W



La durée de vie de ces équipements est fortement supérieure aux lampes conventionnelles, leur remplacement représente donc également un gain financier sur le plan de la maintenance.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose 38 de lampadaire à LED.

Le remplacement peut être réalisé au rythme de la fin de vie des équipements actuels afin de lisser les frais d'investissement.

Les gains de cette action sont évalués sur la base de la substitution des puissances des luminaires concernée et la disparition des consommations liées aux ballasts.

Résultats

Equipements concernés :			38 lampadaires LED	24 700 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
10 524 kWh _{ep} 0 %	458 € TTC	448 kgCO ₂ /an	24 700 € TTC	-	>50 ans 27 ans

Préconisation n°4

Centrales de Traitement d'Air : Variateur de vitesse et réduit de débit en période d'inoccupation

Description : Les ventilateurs de CTA fonctionnent majoritairement à vitesse constante. Dans les zones où le taux de brassage peut être abaissé ponctuellement, l'adaptation de variateurs de fréquence permettrait de moduler les débits d'air avec pour effet de réduire les consommations électriques des ventilateurs en période d'inoccupation.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Diminuer les pertes par renouvellement d'air

On propose l'installation de variateurs de fréquence pour moduler la vitesse de ventilation et réduire les taux de brassage dans les zones concernées en période d'inoccupation.

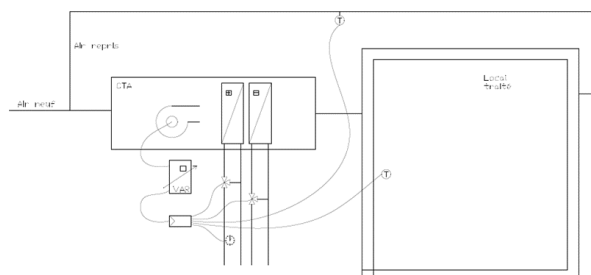


La variation de fréquence est commandée par un régulateur programmé (intégré) permettant d'optimiser la vitesse de rotation en fonction des paramètres définis de débits et de plages horaires avec comme paramètre dérogatoire la consigne de température des locaux. C'est à dire que lorsque l'action des V3V ne permet plus de maintenir les consignes de température ou d'humidité (V3V ouverte à 100%), l'abaissement du débit d'air est limité. Ce cas de figure se présente notamment lorsque les besoins en chaud ou en froid sont importants (jours les plus froids et les plus chauds)

Travaux préconisés

Le système comprend :

- L'installation d'un variateur en tableau d'alimentation électrique pour chaque ventilateur
- Un régulateur qui pilote le variateur (compris dans l'équipement)
- Les données d'entrée du régulateur : Programmation horaire, vitesse de rotation du moteur (équivalent débit), température de consigne (dans le local ou sur l'air repris), état des V3V.



Maintenance particulière : Un entretien régulier (nettoyage) du moteur d'extraction ainsi que des bouches d'entrée et d'extraction permet un meilleur fonctionnement du système.

Résultats

Equipements concernés :			18 Variateurs	105 000 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW			Régulation et commande	45 000 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-TH-112	TRA
518 530 kWh _{ep} 9 %	22 708 € TTC	27 044 kgCO ₂ /an	150 000 € TTC	606 491 3 639 €	7 ans 6 ans

Préconisation n°5

BATI : Isolation des murs par l'intérieur (ITI)

Description :

Une partie de la façade Est a fait l'objet de travaux d'isolation entre 2017 et 2019 : isolation par l'intérieur par 10 cm de laine de roche + BA13. Une partie de cette façade reste sans isolation thermique.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.

Afin de diminuer les consommations de chauffage, il est recommandé d'isoler l'ensemble des parois qui n'ont pas été traitées entre 2017 et 2019.

L'action consistera à mettre en place par l'intérieur un doublage isolant de résistance thermique $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (environ **12 cm** d'isolant de type laine minérale) protégé par un placage de plâtre.

Inconvénients : Cette solution implique d'importants travaux perturbant l'activité et entraîne une diminution des surfaces utiles. L'isolation par l'intérieur ne permet pas de traiter les ponts thermiques des façades (entre mur et plancher par exemple).

L'isolation des murs par l'intérieur présente des risques de condensation d'eau dans la masse.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de panneaux semi-rigides à dérouler de dimensions 1350x600 mm en laine de verre. Compris structure métallique et plaquage plâtre.

Des coûts supplémentaires (non chiffrés) doivent être pris en compte à cause des travaux induits par l'opération d'isolation par l'intérieur (déplacements de radiateurs, de prises et gaines électriques, rénovation de la décoration).

Remarque : Un isolant de type laine végétale ou laine de bois peut être utilisé. L'impact environnemental de la fabrication de ce type de produit est en règle générale plus faible tout en ayant des caractéristiques thermiques intéressantes (déphasage thermique favorable au confort d'été). Attention, selon les matériaux utilisés l'épaisseur nécessaire pour avoir une résistance thermique équivalente sera supérieure.

Résultats

Surface à isoler : 390 m²			Isolation Doublage plâtre Revêtement intérieur	15 524 €	
Réduction des besoins en chauffage : 50 kW				23 287 €	
				6 188 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-EN-102	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
104 732 kWh _{ep} 2 %	5 108 € TTC	24 370 kgCO2/an	45 000 € TTC	1024320 6 146 €	9 ans 8 ans

Préconisation n°6

BATI : Renforcement de l'isolation des toitures

Description :

Actuellement, la toiture dispose d'un niveau d'isolation insuffisant par rapport aux références de performances actuelles. Le renforcement de l'isolation de la toiture permettrait de réaliser des économies sur le poste de chauffage.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.

Afin de diminuer les consommations de chauffage, il est recommandé de renforcer l'isolation de la toiture. Il est recommandé de prévoir la pose d'un doublage isolant supplémentaire ou la remise en place complète d'une isolation en laine minérale afin d'atteindre une **résistance thermique** minimale **de 6 m².K/W**.

Ces travaux d'amélioration de l'isolation peuvent être effectués lors d'une réfection de l'étanchéité de la toiture. Une attention toute particulière doit être portée lors de la réalisation des travaux d'étanchéité pour éviter toute infiltration d'eau dans les locaux et pour éviter la dégradation de l'isolant.

Avantages : L'isolation de la toiture apportera un gain sur le confort en hiver mais également en période estivale.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'une isolation par panneaux en mousse de polyuréthane avec parements composites kraft. Une couche d'indépendance à base de fibre de verre est installée en surface d'isolation et reçoit le complexe d'étanchéité bicouche élastomère.

Remarque : Un isolant de type laine végétale ou laine de bois peut être utilisée en remplacement de la mousse sous réserve d'avoir une résistance en compression suffisante. L'impact environnemental de la fabrication de ce type de produit est en règle générale plus faible tout en ayant des performances thermiques équivalentes. De plus cette catégorie d'isolant présente un déphasage thermique bénéfique au confort d'été. Attention, l'épaisseur de l'isolant sera en revanche plus importante.

Résultats					
Surface à isoler : 5 600 m²			Isolation	175 160 €	
Réduction des besoins en chauffage : 89 kW			Pose isolation	281 150 €	
			Divers – Etanchéité – Réhausse accrotères	168 690 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-EN-101	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
187 290 kWh _{ep} 3 %	9 134 € TTC	43 581 kgCO ₂ /an	625 000 € TTC	8 097 120 48 583 €	>50 ans 31 ans

Préconisation n°7

CHAUFFAGE : Installation de circulateurs auto-adaptatifs

Description : Le poste «auxiliaires de chauffage» est responsable de près de 5 % des consommations électriques du bâtiment, les circulateurs du réseau de chauffage peuvent être remplacés par des circulateurs économiques.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Réduire les consommations électriques du poste auxiliaires de chauffage

Les circulateurs permettent la distribution de l'eau chaude à travers l'installation de chauffage, ils sont en fonctionnement permanent sur toute la saison de chauffage et impliquent de fortes consommations électriques.

De récentes exigences européennes ont incitées au développement de circulateurs à rotor noyé de faible consommation. Il existe désormais des circulateurs de puissance électrique réduite et au fonctionnement auto-adaptatif en fonction des pertes de charges du réseau irrigué. Ces équipements sont économes et leur fonctionnement à débit variable permet de les associer à la régulation du chauffage.

La mise en place de circulateurs à débit variable permettra d'optimiser les consommations d'énergie due au fonctionnement du circulateur (consommations d'électricité réduites) et au chauffage des locaux. La pompe adapte son débit et sa hauteur manométrique en fonction du besoin instantané en chauffage. Ces circulateurs peuvent être mis en place que par l'association à des vannes d'équilibrage automatique qui assure une perte de charge constante dans la colonne concernée (variation de la perte de charge supplémentaire apportée).



Il est préconisé de remplacer tous les circulateurs des réseaux de chauffage et d'eau glacé fonctionnant à débit fixe par des circulateur auto-adaptatifs. Ces équipements peuvent être utilisés comme organe de régulation selon la configuration de l'installation.

Travaux préconisés :

Fourniture et la pose de 9 circulateurs doubles auto-adaptatifs sur les circuits de chauffage/climatisation. Les gains de cette action sont estimés sur l'hypothèse d'une puissance de fonctionnement moyenne annuelle divisée par 3 pour chaque circulateur.

L'obtention de certificats d'économie d'énergie (CEE) est conditionnée à la mise en place de circulateurs de classe A.

Maintenance particulière : Il est conseillé de réaliser un désembouage régulier du réseau de chauffage pour assurer la pérennité des équipements neufs ou existants.

Résultats					
Equipements concernés :			Fourniture et pose circulateur	29 100 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW			Dépose existant	900 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-TH-112	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
48 726 kWh/ep 1 %	2 300 € TTC	8 576 kgCO ₂ /an	30 000 € TTC	228480 1 371	14 ans 11 ans

Préconisation n°8

PRODUCTION D'ECS : Installation de chauffe-eau thermodynamique

Description :

Afin de diminuer les consommations pour la production d'ECS, il peut être envisagé la mise en place de chauffe-eau thermodynamique en remplacement des cumulus électriques.

Objectif et conseils pour la réalisation**Objectif :** Améliorer le rendement de production d'ECS

Le chauffe-eau thermodynamique est un système basé sur le principe d'une pompe à chaleur géothermique autonome. Il capte les calories contenues dans l'air ambiant (ou l'air extérieur) et les restitue pour chauffer l'eau contenue dans le ballon. Une résistance électrique réalise l'appoint et permet de porter l'eau à une température supérieure à 60°C au moins une fois par jour pour supprimer tout risque de légionelles.

Avantages : Ces systèmes disposent d'un meilleur rendement global que les chauffe-eaux électriques traditionnels. Ils bénéficient en effet d'une efficacité moyenne d'environ 1,8 (rapport entre énergie récupérée et l'énergie consommée pour chauffer l'eau).

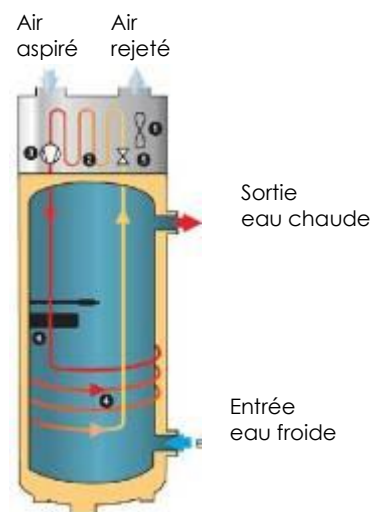
Conseils : Il existe plusieurs façons de raccorder un chauffe-eau thermodynamique. La solution de le brancher sur l'air vicié de la VMC est envisageable pour ce bâtiment. Les chauffe-eaux seraient installés dans les locaux techniques en lieu et place des cumulus existants.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extrait. Technologie Aci. Compatible en hygro A et B. Protection de la cuve en acier émaillé. Compris raccordements sur les attentes VMC, eau et électrique laissées près de l'appareil ; non compris flexibles isolés, bouches d'extraction et de rejet ainsi que la ligne d'alimentation électrique avec protection.

Inconvénients : La performance du chauffe-eau est particulièrement sensible à la température de l'air aspiré et la température de consigne de l'eau chaude, ce qui entraîne une baisse de la performance lors de la période hivernale lorsque l'air extérieur est utilisé comme source chaude.

NB : L'appoint électrique pourra être synchronisé avec les heures creuses pour limiter les dépenses d'électricité. Pour éviter un déclenchement trop fréquent de la PAC, le dimensionnement du volume de stockage doit être adapté aux besoins des utilisateurs.

**Résultats**

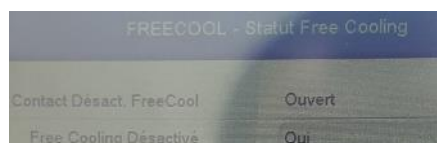
Equipements concernés :			Fourniture et pose 4 CET		12 000 €
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW					
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
80 243 kWh _{ep} 1 %	3 471 € TTC	2 613 kgCO ₂ /an	12 000 € TTC	-	4 ans 4 ans

Préconisation n°9

OPTIMISATION DE LA CLIMATISATION : Systèmes de free-cooling

Description :

Le groupe de production d'eau glacée qui alimente les boucles froides des centrales semble disposer d'une fonction free-cooling (module optionnelle généralement) qui n'est pas exploitée.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Réduire les consommations dues à la climatisation

Pour les systèmes de rafraîchissement à eau glacée, il existe des groupes d'eau glacée intégrant une fonction free-cooling permettant de découpler le compresseur lorsque l'aéroréfrigérant est suffisant pour diminuer la température d'eau glacée.

Il serait intéressant de se rapprocher de l'exploitant ou du fabricant du groupe froid actuellement en place pour voir si l'activation d'un module free-cooling est techniquement réalisable en l'état.



Le fonctionnement en mode free-cooling est possible lorsque la température extérieure est inférieure à 25°C.

L'investissement ci-dessous est donné à titre indicatif et correspond à l'adaptation de l'installation en place pour permettre un fonctionnement en mode free-cooling lorsque les conditions extérieures le permettent.

Il convient de vérifier la faisabilité de cette action au prêt du fabricant.

Résultats

Equipements concernés :			Adaptation Free-Cooling	15 000 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW					
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac -	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
153 271 kWh _{ep} 3 %	6 629 € TTC	4 990 kgCO2/an	15 000 € TTC	-	3 ans 3 ans

Préconisation n°10**CLIMATISATION : Remplacement des climats individuelles par des systèmes multi-split VRV****Description :**

On note la présence de 37 climatiseurs individuels pour le bâtiment principal. Certains sont anciens et fonctionnent avec des fluides frigorigènes qui ne sont plus autorisés.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Améliorer la performance des équipements de climatisation

Afin d'améliorer le rendement global de production de froid, il peut être envisagé d'installer des systèmes VRV (Variation de Réfrigérant Variable).

Un système multi-split classique est composé d'une unité extérieure et jusqu'à 5 unités intérieures. Un système VRV peut aller jusqu'à 40 unités intérieures à partir d'une seule unité extérieure.

Il s'agit d'une solution de climatisation réversible centralisée qui permet de climatiser ou de chauffer l'ensemble plusieurs zones.

La régulation d'un système VRV est pointue : la technologie "Inverter" module automatiquement la puissance de chauffage ou de climatisation en fonction de l'utilisation des locaux.

**Travaux préconisés :**

L'investissement comprend la fourniture et la pose des systèmes VRV comprenant :

Zone	Puissance froid Unité extérieure	Nombre d'unité intérieure
ICA	16 kW	6
POUDRE	35 kW	16
ENERGETIQUE	32 kW	8
SALLE TP	5 kW	2
Accueil	10 kW	3

Raccordement frigorifique + accessoires compris.

Remarque : Deux pompes à chaleurs de marque CIAT type SUN étaient destinées à la climatisation des serveurs informatiques. Les serveurs n'ont finalement pas été installés dans la salle climatisée par ces équipements qui accueille aujourd'hui des cours d'informatiques.

L'installation actuelle est donc surdimensionnée par rapport aux besoins de cette salle.

Résultats

Equipements concernés :			5 systèmes VRV 100 kW	150 000 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW					
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac -	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
275 888 kWh _{ep} 5 %	11 933 € TTC	8 982 kgCO ₂ /an	150 000 € TTC	-	13 ans 11 ans

Préconisation n°11

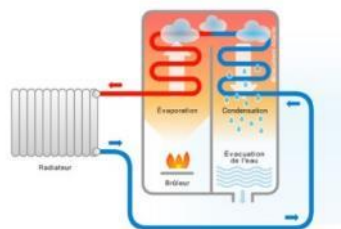
CHAUFFAGE : Chaudière au sol à condensation

Description :

Le chauffage est assuré par 3 chaudières standard fonctionnant au gaz naturel. Il s'agit de chaudières au sol de marque GUILLOT Type FBG 710 – 710 kW.

Les chaudières actuelles sont en bon état et leur performance est satisfaisante au regard de leur ancienneté.

Cependant, le renouvellement de ces installations sera à envisager à moyen termes. Si les chaudières doivent être remplacées à l'identique, le choix de technologies à condensation permettrait d'améliorer légèrement le rendement de génération de chaleur.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

Objectif : Améliorer le rendement de l'installation de chauffage et réduire les émissions de GES

Un système de chauffage à condensation permet la récupération de l'énergie contenue dans les fumées. Ce type de chaudière présente un rendement sur PCI allant jusqu'à 110%. Un échangeur de chaleur permet de transférer l'énergie des fumées de combustion à l'eau de retour de l'installation de chauffage. Si la température de l'eau est suffisamment basse, l'échange provoque la condensation de la vapeur d'eau contenue dans les fumées libérant ainsi une quantité de chaleur importante qui permet de préchauffer le retour de chauffage. Plus la température d'eau de retour passant dans le condenseur sera faible, plus la récupération de chaleur sera importante.



Lorsque les chaudières seront en fin de vie, il sera conseillé d'opérer leur remplacement par des chaudières modulante à condensation de puissances équivalentes. Le cas échéant, le remplacement doit inclure les travaux hydrauliques de raccordement pour l'adaptation de l'installation au principe de condensation.

Travaux préconisés : Fourniture et pose de 3 chaudières au sol, gaz, à condensation de 710 kW.

Note : Lors de l'installation d'un système à condensation, le régime d'eau des circuits de chauffage doit être abaissé pour bénéficier d'un rendement optimal. Selon le dimensionnement initial de l'installation, il peut être utile de remplacer des émetteurs par des émetteurs basse température. La mise en œuvre parallèle d'actions d'isolation peut dispenser de ce changement.

Maintenance particulière : L'entretien annuel des chaudières par un professionnel est obligatoire.

Résultats					
Equipements concernés :			Fourniture et pose chaudière	170 400 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW			Dépose existant	1 600 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-TH-102	TRA
86 745 kWhép 1 %	4 234 € TTC	20 299 kgCO ₂ /an	172 000 € TTC	5287571 31 725	41 ans 23 ans

Préconisation n°12

ENR : Construction d'une chaufferie centrale au bois + réseau de chauffage pour alimenter l'ensemble du campus

Description : Le mode de chauffage actuel est responsable d'importantes émissions de gaz à effet de serre. La solution de la construction d'une chaufferie biomasse centralisée peut être envisagée à l'échelle du campus. Il s'agit d'une solution écologique et économique qui permet de développer la filière bois locale.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Diminuer la facture annuelle de chauffage

Une production de chaleur par des chaudières fonctionnant au bois (plaquettes) est possible sur ce site.

Afin d'optimiser les coûts d'investissement, il serait judicieux de prévoir la mise en place d'une production de chaleur centralisée, qui permettrait d'alimenter l'ensemble des bâtiments du campus.

La solution technique retenue est la suivante :

- construction d'une chaufferie centrale, d'un silo de stockage et d'un système de convoyage du bois

- installation de chaudières bois plaquettes de **2 x 600 kW**

Les chaudières gaz du bâtiment principal seraient conservées en appoint/complément.

- raccordement hydraulique au réseau secondaire de chauffage et installation de chauffage central à créer

Les chaufferies actuelles seront transformées en sous stations de chauffage alimentées par la chaufferie principale.

Le dimensionnement des chaudières bois permettra de couvrir près de 75 % des besoins de chauffage un complément par chaudière gaz naturel sera alors nécessaire.

Note : Ces systèmes peuvent être éligibles à des subventions (Fond de chaleur ou subventions ADEME et Région), diminuant ainsi le temps de retour.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de chaufferie biomasse (plaquettes) avec régulation sur sonde extérieure associée à la mise en place d'un réseau de chauffage central.

Cette première approche doit être complétée par une étude de faisabilité afin de dimensionner la puissance nécessaire au niveau de la production et le surcoût à l'investissement.

L'installation doit justifier d'une puissance calorifique totale de **1725 kW environ** afin de pouvoir alimenter l'ensemble des bâtiments du Campus. Cette puissance peut être revue à la baisse dans le cas d'un renforcement préalable de l'enveloppe thermique.

Le coût total de cette opération est estimé à **2 500 000 € TTC** soit un investissement pour le bâtiment principal de **1 660 000 € TTC** (estimation réalisée au prorata de la puissance calorifique utile).

Maintenance particulière : Un entretien régulier effectué par un professionnel doit être réalisé pour le bon fonctionnement de l'installation. Le surcoût de maintenance pour ce type d'installation est estimé à +30%. Le décentrage devra être réalisé par du personnel sur place.



Résultats					
Equipements concernés :			Chaudières bois décheté 2 x 600 KW	1 000 000 €	
Une étude de faisabilité est conseillée pour juger de la faisabilité technico-économique du projet			Local chaufferie + silo + raccordement	1 000 000 €	
			Réseau et sous stations	500 000 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
-113 146 kWh _{ep} -2 %	19 988 € TTC	381 945 kgCO ₂ /an	1 660 000 € TTC	-	>50 ans 43 ans

Préconisation n°13

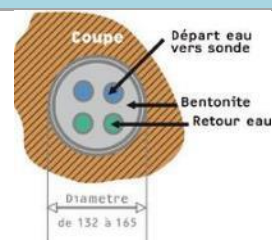
EnR : Pompe à chaleur sur sondes géothermiques verticales pour alimenter l'ensemble du campus**Description :**

L'installation d'une pompe à chaleur géothermique est envisageable sur ce site.

Ce type de système qui récupère les calories contenues dans le sol permet de restituer près de 5 kWh de chaleur pour 1 kWh électrique consommé.

Dans ce cas les capteurs sont enterrés, les puits sont installés de 70 à 140 m de profondeur. Les calories présentes dans le sol sont ainsi captées et redistribuées dans le bâtiment.

Le forage vertical est bien plus cher qu'une PAC air/air mais la performance est meilleure car la source de chaleur est stable. Cette solution permet également de rafraîchir le bâtiment à moindre coût (rafraîchissement passif) par simple circulation d'eau.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

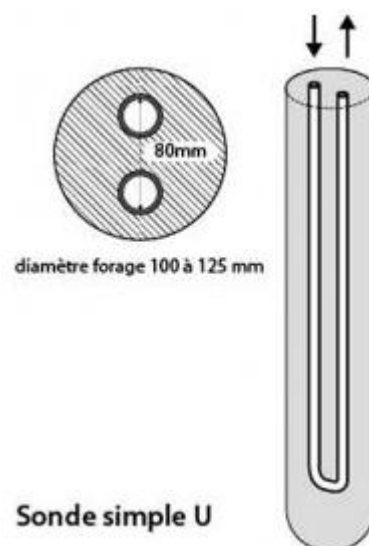
Objectif : Diminuer la facture annuelle de chauffage et utiliser une ressource renouvelable.

Afin d'optimiser les coûts d'investissement, il serait judicieux de prévoir la mise en place d'une production de chaleur centralisée, qui permettrait d'alimenter l'ensemble des bâtiments du campus.

Une production de chaleur par pompe à chaleur avec sondes géothermiques verticales est une solution possible sur ce site. Le potentiel de chaleur disponible doit être précisé par un test de réponse de sol :

L'atout de cette technique est sa faible emprise au sol. En effet, un forage de sonde représente une ouverture du sous-sol de 20 cm de diamètre. La puissance soutirée au sous-sol en mode chaude est de l'ordre **de 45 W/ml** (puissance source froide de la pompe à chaleur). Les forages n'excèdent pas les 200 m de profondeur puisqu'une autorisation est nécessaire dans ce cas.

Une déclaration du code minier est nécessaire pour tout forage de **10 à 200 m** de profondeur.

**Travaux préconisés :**

L'investissement proposé ici prend en compte les forages avec mise en place de sondes géothermiques verticales composé de sondes verticales en « U » placées dans le forage, la fourniture et la pose de pompes à chaleur géothermique, avec une chaufferie, la distribution hydraulique et la création du réseau de chaleur.

Raccordement hydraulique au réseau secondaire de chauffage dans les chaufferies existantes.

L'équipement doit justifier d'une puissance calorifique totale de **1725 kW environ** afin de pouvoir alimenter l'ensemble des bâtiments du campus. Cette puissance peut être revue à la baisse dans le cas d'un renforcement préalable de l'enveloppe thermique.

Le coût total de cette opération est estimé à **4 500 000 € TTC** soit un investissement pour le bâtiment principal de **3 000 000 € TTC** (estimation réalisée au prorata de la puissance calorifique utile).

Remarque : L'installation de ce type de production de chaleur offre droit à des aides à l'investissement de la l'ADEME et FEDER.

Cette première approche doit être complétée par une étude de faisabilité avec un volet hydrogéologique.

Maintenance particulière : Un entretien régulier effectué par un professionnel doit être réalisé pour le bon fonctionnement de l'installation.

Résultats					
<i>Equipements concernés :</i>			<i>Forage 35 000 ml</i>	2 000 000 €	
			<i>PAC 3 x 600 KW</i>	1 500 000 €	
<i>Une étude de faisabilité est conseillée pour juger de la faisabilité technico-économique du projet</i>			<i>Local chaufferie + sous stations</i>	500 000 €	
			<i>Réseau de chaleur</i>	500 000 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-TH-113	TRB
Energie	Financière	Emission de GES			TRA
1 351 282 kWh _{ep} 22 %	68 078 € TTC	393 480 kgCO ₂ /an	3 000 000 € TTC	8686723 52 120 €	45 ans 29 ans

3.5 Scénarios d'optimisation

Scénario 1 : Objectif de réduction de 20 % de la consommation d'énergie

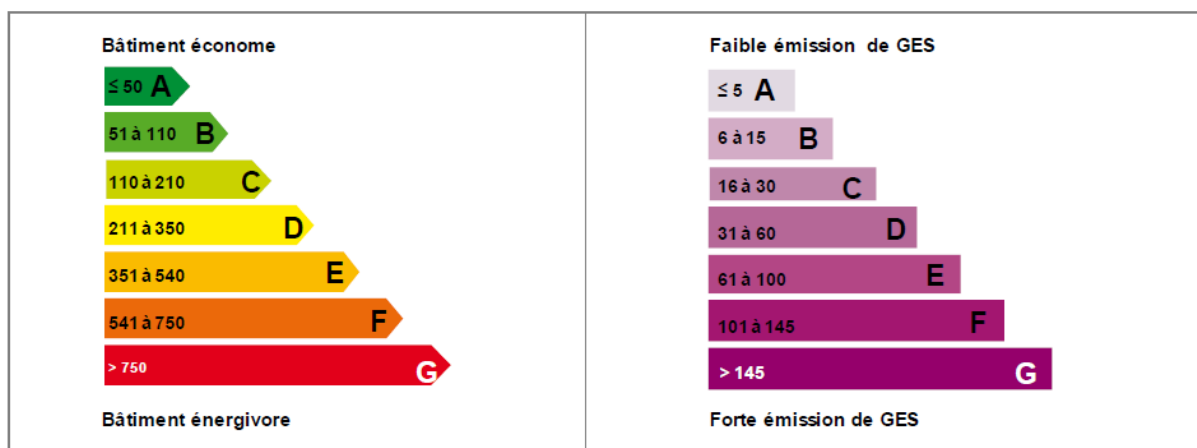
Le site est moyennement consommateur en énergie (consommation énergétique de 288 kWh_{EP}/m².an).

Les actions présentées ci-dessous permettent une réduction des consommations de près de 20 % et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 13 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWh _{EP} /m ² .an	kgéqCO ₂ /m ² .an	€ TTC/an	brut	actualisé
1	Régulation éclairage sanitaires - Détection de présence	5 400	-	1	0,0	736	8	7
4	Modulation de la ventilation en fonction de l'occupation du site	150 000	3 639	25	1,3	22 708	7	6
5	Isolation des murs par l'intérieur - Façade Est	45 000	6 146	5	1,2	5 108	9	8
7	Remplacement circulateurs anciens	30 000	1 371	2	0,4	2 300	14	11
8	Production d'ECS par chauffe-eaux thermodynamique	12 000	-	4	0,1	3 471	4	4
9	Freecooling	15 000	-	7	0,2	6 629	3	3
10	Climatisation VRV	150 000	-	13	0,4	11 933	13	11
	TOTAL	407 400	11 156	53	3,5	48 959	9	7

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 1				
	Ratio de consommation d'énergie kWh _{EP} / m ² .an		Ratio d'émissions de GES kgéqCO ₂ / m ² .an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Bâtiment principal	D 288	D 235	C 26	C 23

Rappel : Echelles énergétiques



Scénario 2 : Objectif de réduction de 40 % de la consommation d'énergie

Les actions présentées ci-dessous permettent une réduction des consommations de 43 % et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 80 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWhep /m².an	kgéqCO2 /m².an	€ TTC/an	brut	actualisé
1	Régulation éclairage sanitaires - Détection de présence	5 400	-	1	0,0	736	8	7
2	Poursuite du relamping Led	677 060	35 578	13	-2,2	10 599	>50	30
3	Poursuite du relamping de l'éclairage extérieur	24 700	-	1	0,0	458	>50	27
4	Modulation de la ventilation en fonction de l'occupation du site	150 000	3 639	25	1,3	22 708	7	6
5	Isolation des murs par l'intérieur - Façade Est	45 000	6 146	5	1,2	5 108	9	8
6	Renforcement de l'isolation en toiture	625 000	48 583	9	2,1	9 134	>50	31
7	Remplacement circulateurs anciens	30 000	1 371	2	0,4	2 300	14	11
8	Production d'ECS par chauffe-eaux thermodynamique	12 000	-	4	0,1	3 471	4	4
9	Freecooling	15 000	-	7	0,2	6 629	3	3
10	Climatisation VRV	150 000	-	13	0,4	11 933	13	11
13	Production de chauffage centralisée - Géothermie	3 000 000	52 120	64	18,8	68 078	45	29
TOTAL		4 734 160	147 437	124	20,7	122 550	39	26

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 2				
	Ratio de consommation d'énergie kWhep / m².an		Ratio d'émissions de GES kgéqCO2 / m².an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Bâtiment principal	D 288	C 164	C 26	A 5

Scénario 3 : Facteur 4 ou économie maximale

Le plan d'action proposé ci-dessous prévoit la mise en œuvre d'une rénovation importante du bâtiment. Les actions présentées ci-dessous permettent une réduction des consommations de près de 30 % et de plus 80 % sur les émissions de gaz à effet de serre.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWhep /m².an	kgéqCO2 /m².an	€ TTC/an	brut	actualisé
1	Régulation éclairage sanitaires - Détection de présence	5 400	-	1	0,0	736	8	7
2	Poursuite du relamping Led	677 060	35 578	13	-2,2	10 599	>50	30
3	Poursuite du relamping de l'éclairage extérieur	24 700	-	1	0,0	458	>50	27
4	Modulation de la ventilation en fonction de l'occupation du site	150 000	3 639	25	1,3	22 708	7	6
5	Isolation des murs par l'intérieur - Façade Est	45 000	6 146	5	1,2	5 108	9	8
6	Renforcement de l'isolation en toiture	625 000	48 583	9	2,1	9 134	>50	31
7	Remplacement circulateurs anciens	30 000	1 371	2	0,4	2 300	14	11
8	Production d'ECS par chauffe-eaux thermodynamique	12 000	-	4	0,1	3 471	4	4
9	Freecooling	15 000	-	7	0,2	6 629	3	3
10	Climatisation VRV	150 000	-	13	0,4	11 933	13	11
12	Production de chauffage centralisée - Biomasse	1 660 000	-	-5	18,2	19 988	>50	43
TOTAL		3 394 160	95 317	80	20,9	110 547	31	22

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 3

	Ratio de consommation d'énergie kWhep / m2.an		Ratio d'émissions de GES kgéqCO2 / m2.an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Bâtiment principal	D 288	C 209	C 26	A 5

Synthèse des solutions globales

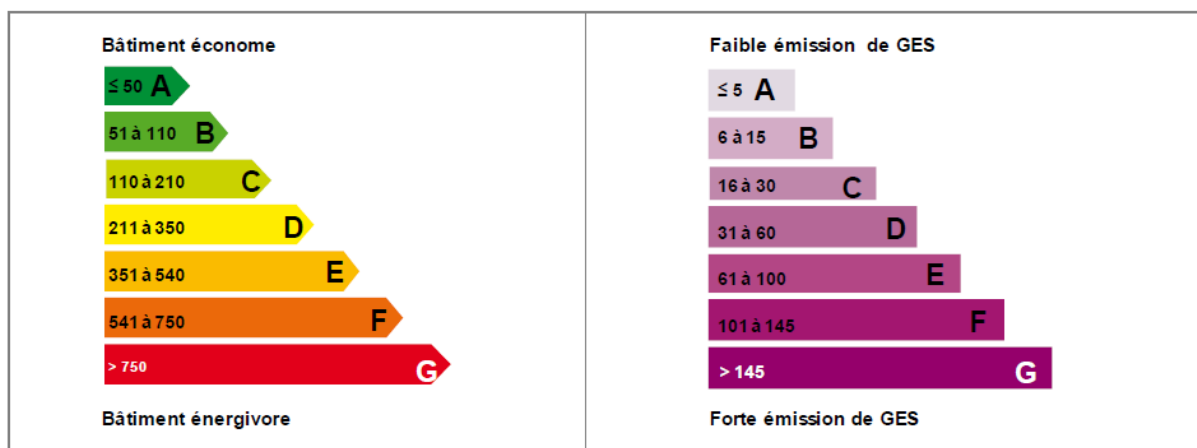
Synthèse des plans d'actions								
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour		P. Therm. kW
	Prix TTC	CEE €	kWh _{EP} /m ² .an	€ TTC/an	kg éq CO ₂ /m ² .an	TRB	TRA	
Scénario 1	407 400	11 156	53 Gain : 18 %	48959	3,5	9	7	1 102
Scénario 2	4 734 160	147 437	124 Gain : 43 %	122550	20,7	39	26	1 013
Scénario 3	3 394 160	95 317	80 Gain : 28 %	110547	20,9	31	22	1 013

TRB = Temps de retour Brut – TRA = Temps de retour Actualisé

Etiquettes énergie - projets

	DPE Etiquette Energie	DPE Etiquette GES	Dépenses énergétiques annuelles
Etat initial	D 288	C 26	271 114 € TTC
Scénario 1	D 235	C 23	222 155 € TTC
Scénario 2	C 164	A 5	148 564 € TTC
Scénario 3	C 209	A 5	160 567 € TTC

A titre informatif, ci-dessous les échelles DPE utilisées :



4. Conclusion

Le bâtiment principal présente une performance énergétique moyenne. Le potentiel d'économie d'énergie sur ce site reste intéressant.

Dans un premier temps, il est pertinent d'engager une réflexion sur les actions rapidement efficaces. La régulation de l'éclairage dans les sanitaires, l'optimisation du fonctionnement des centrales de traitement d'air, le remplacement des cumulus (chauffe-eaux thermodynamiques) et des circulateurs de chauffage (variateurs de vitesse), sont autant d'actions qui permettraient de limiter les consommations de manière significative pour un moindre coût.

Des économies sont également réalisables sur les équipements de climatisation (Free-cooling sur groupe d'eau glacé + système VRV en remplacement des climats individuelles).

Le relamping des systèmes d'éclairage les plus vétustes est cours de réalisation et doit être poursuivi.

Le renforcement de l'isolation thermique du bâtiment (toiture + fin de la façade Est) n'est pas prioritaire mais pourrait être envisagé à long terme notamment lorsque des opérations de reprise de l'étanchéité en toiture seront envisagées.

Enfin, pour réduire de manière significative et durable les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre, le changement de mode de chauffage peut être envisagé.

A ce titre, une réflexion doit être menée sur la faisabilité d'une production de chauffage centralisée à l'échelle du campus qui serait alimentée par une énergie renouvelable (biomasse ou géothermie).

5. Annexes

Méthodologie pour l'évaluation des consommations d'énergie du site

Bilan des consommations d'énergie

Il est réalisé à partir des consommations réelles d'énergie du site. Les factures d'électricité, de combustible, sont analysées sur une période comprenant des variations climatiques représentatives.

Répartition des consommations pour chaque énergie

Elle est établie en fonction des données récoltées lors de l'état des lieux. La présence de comptages divisionnaires permet de comprendre avec plus de précision le fonctionnement des différentes zones du site. Lorsque ces informations ne sont pas disponibles, une estimation théorique (à partir des puissances des équipements, hypothèses de fonctionnement) est réalisée.

Les consommations d'énergie théoriques et réelles sont comparées pour analyser la cohérence des répartitions de consommation.

Les ratios de consommations sont comparés à des moyennes nationales. Ces données sont issues de l'étude *Chiffres Clés Bâtiment 2013* publiée par l'ADEME. Le ratio moyen des usages Chauffage+ECS tient compte de la rigueur climatique du site.

Classifications énergétiques

La classification DPE (diagnostic de performance énergétique) renseigne sur la performance énergétique d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émission de gaz à effet de serre. La consommation d'énergie primaire retenue pour l'étiquette énergie correspond à la moyenne des consommations réelles sur les trois dernières années. L'étiquette GES est établie sur la même base.

Préconisations d'économies d'énergie

Les préconisations sont basées sur l'étude présentée en amont. Elles proposent :

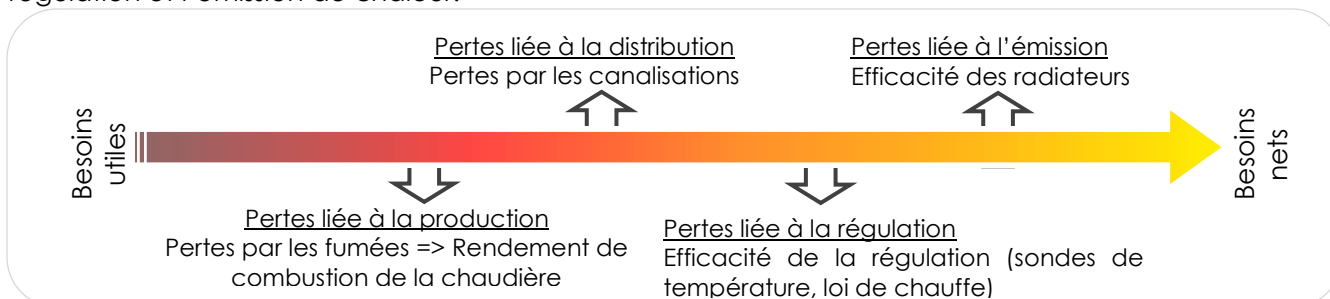
- **l'investissement prévisionnel**, soit le coût d'acquisition et la mise en œuvre.
Les investissements prennent en compte le coût d'acquisition du matériel et de sa mise en œuvre. Les coûts induits spécifiques à la configuration du site ne sont pas intégrés au chiffrage. Les montants indiqués devront être confirmés par des devis.
- **les économies estimées**, soit le gain énergétique et économique annuel issu de la diminution des consommations ainsi que le gain d'émissions de gaz à effet de serre ;
- **le temps de retour**, soit la durée au terme de laquelle votre investissement sera remboursé par les économies d'énergie réalisées. Le temps de retour actualisé prend en compte une augmentation du coût de l'électricité à hauteur de 3% par an pour l'électricité et de 5% pour le gaz et 7% pour le fioul.

Scénario d'optimisation

Les solutions sont définies de manière indépendante sur la base des répartitions calculées précédemment. Les économies ne sont pas cumulatives mais les investissements le sont.

Glossaire

B **Besoins utiles / besoins nets de chauffage** : Les besoins utiles correspondent au bilan des déperditions du bâtiment. Les besoins nets en chauffage prennent en compte en plus les apports gratuits (apports internes liés à l'activité et les apports solaires). Les consommations de chauffage se déduisent ensuite en prenant en compte les pertes liées à la production, la distribution, la régulation et l'émission de chaleur.



BSO : Brise-Soleil Orientable – dispositif de protection des façades et des ouvrants pour réduire les apports solaires.

C **CEE** : Certificat d'Économie d'Énergie – cf. explications au paragraphe 4.1

CTA : Centrale de traitement d'Air

D **DJU** : Degré Jour Unifié – indicateur de la rigueur climatique

DV : Double vitrage

E **ECS** : Eau Chaude Sanitaire

EnR : Energies Renouvelables

Energie Finale - kWh_{ef} : Energie concrètement utilisée (correspond à l'énergie facturée).

Energie Primaire - kWh_{ep} : Energie disponible dans la nature mais qui n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée et transportée pour alimenter l'utilisateur final. Par exemple, pour traduire la transformation de l'énergie électrique, on applique un coefficient de 2,58 pour convertir l'énergie primaire en énergie finale.

G **GES** : Gaz à Effet de Serre

H **HP/HC** : Contrat d'électricité avec différenciation temporelle Heures Pleines /Heures Creuses

H1, H2, H3 : Zones climatiques

I **ITE** : Isolation Thermique par l'Extérieur

ITI : isolation Thermique par l'Intérieur

K **kWh cumac** : kilowattheures cumulés et actualisés. Unité utilisée dans le dispositif des CEE qui représentent l'énergie économisée par une action d'amélioration exprimée sur toute la durée de vie de l'équipement)

P **PAC** : Pompe à chaleur

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur - quantité de chaleur dégagée par la combustion. Dans le cas du PCI la vapeur d'eau est supposée non condensée et donc la chaleur non récupérée.

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur - quantité de chaleur dégagée par la combustion. Dans le cas du PCS la vapeur d'eau est supposée condensée et la chaleur est récupérée.

PV : Photovoltaïque

R **R** : Résistance thermique : exprime la résistance d'un matériau au passage d'un flux de chaleur

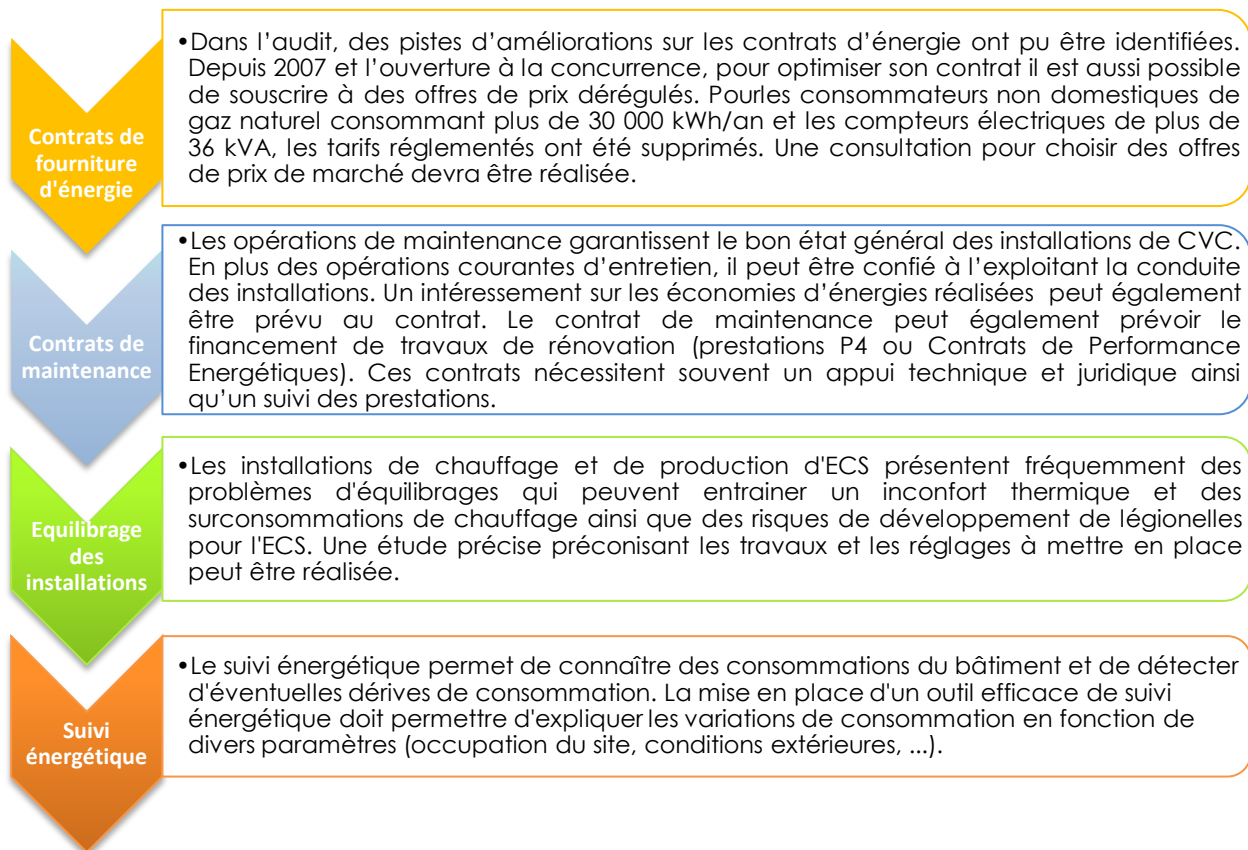
RT : Réglementation Thermique, RT2012 pour les bâtiments neufs et RT existants pour les autres

U **U** : Coefficient de transmission thermique surfacique: exprime la quantité de chaleur traversant cette paroi (plus U est faible, plus l'isolation de la paroi est performante)

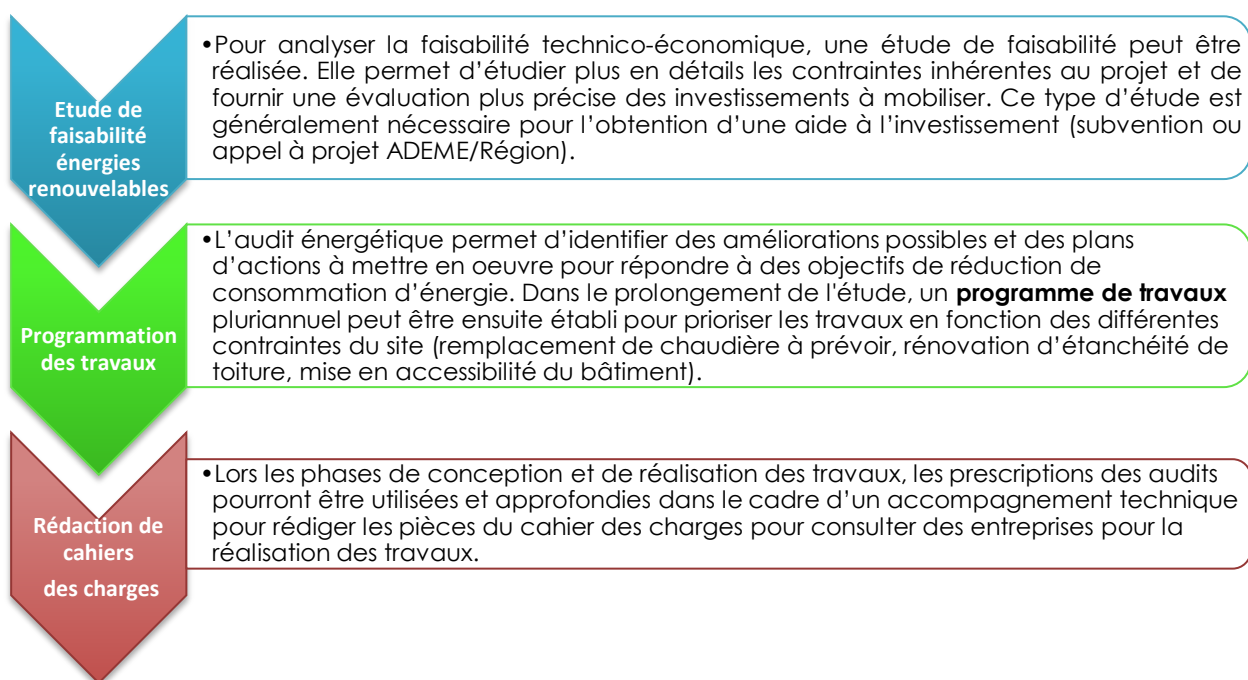
V **VMC** : Ventilation Mécanique Contrôlée

Quelles suites à donner à un audit énergétique ?

Optimiser l'exploitation des bâtiments

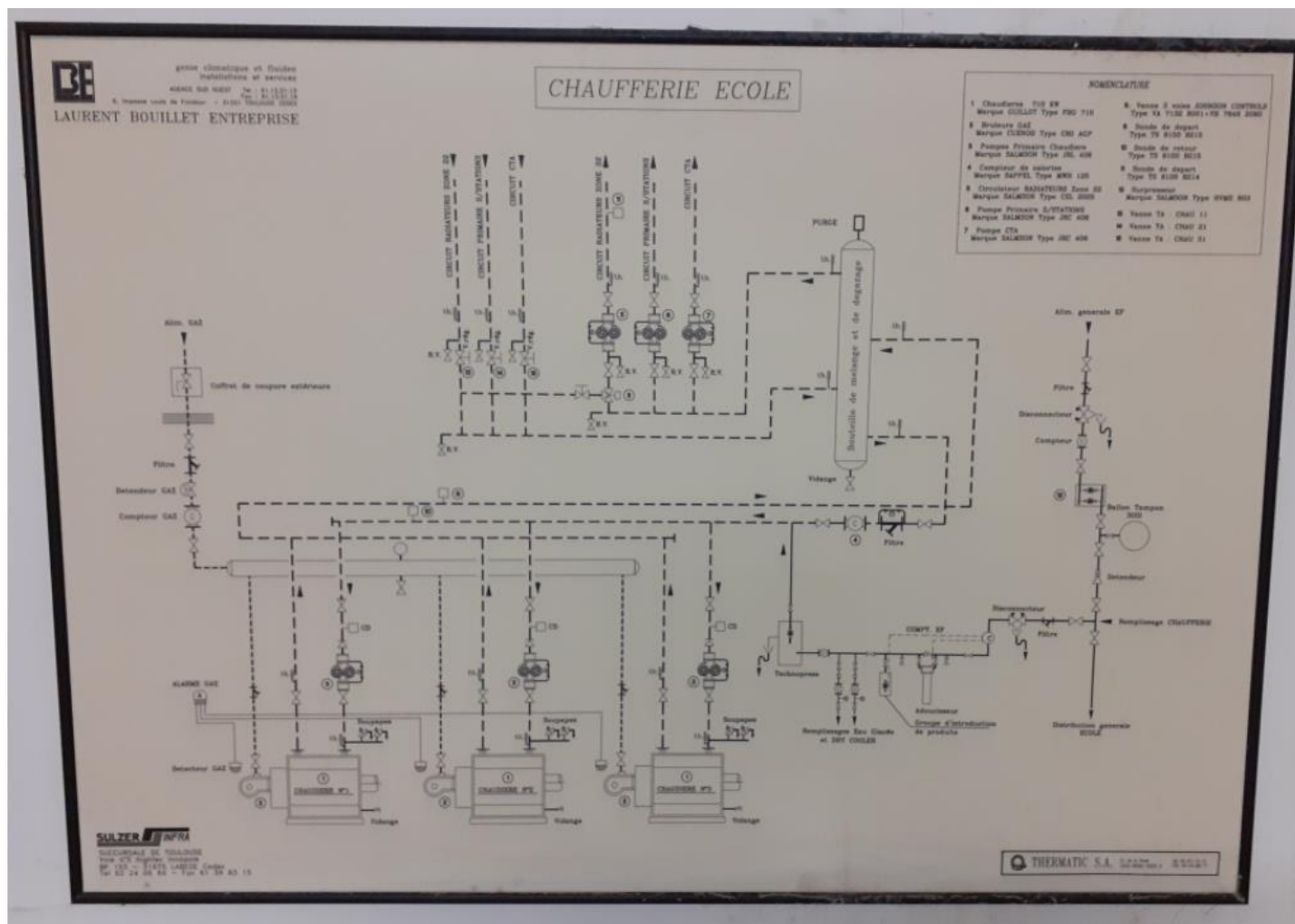


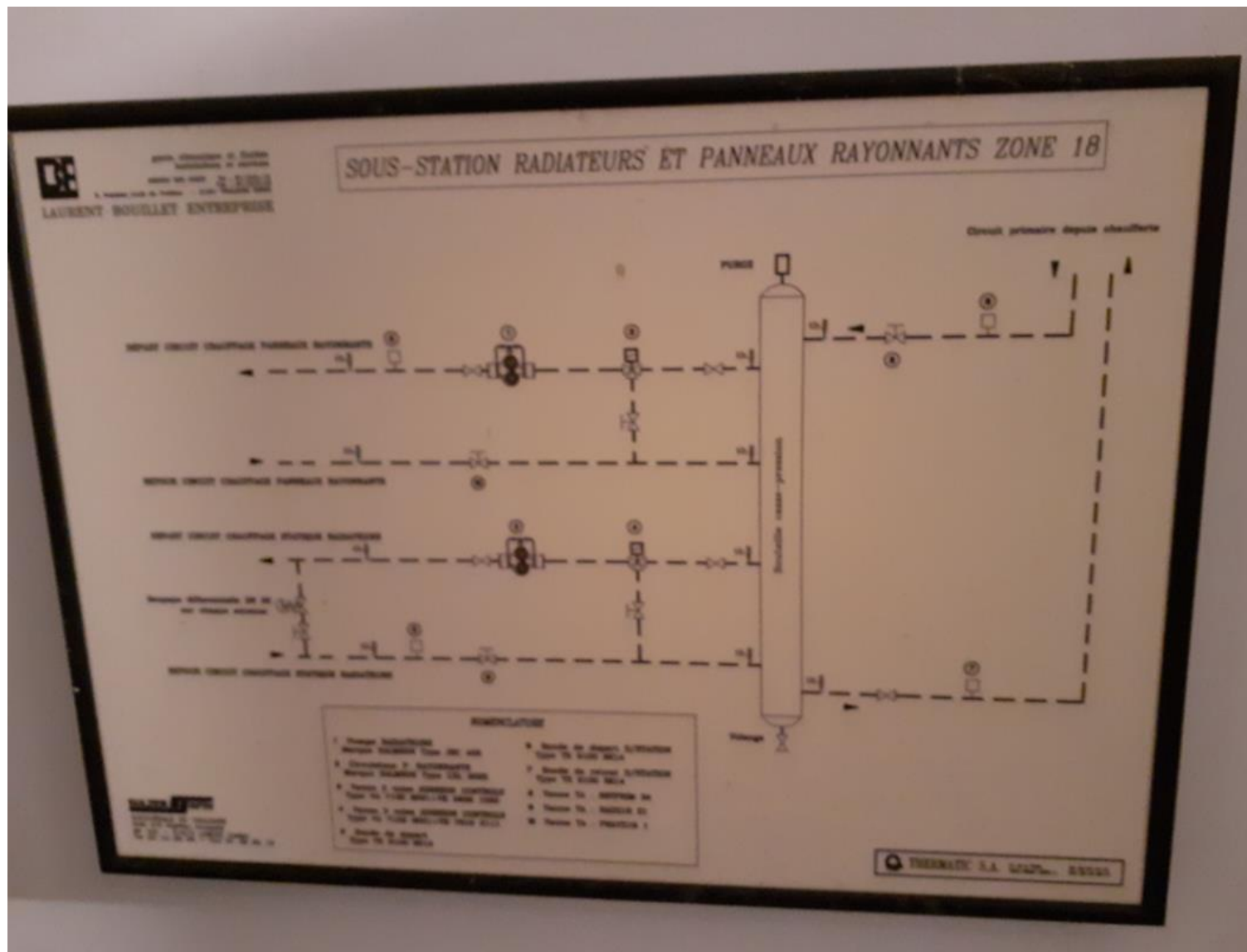
Réaliser des travaux

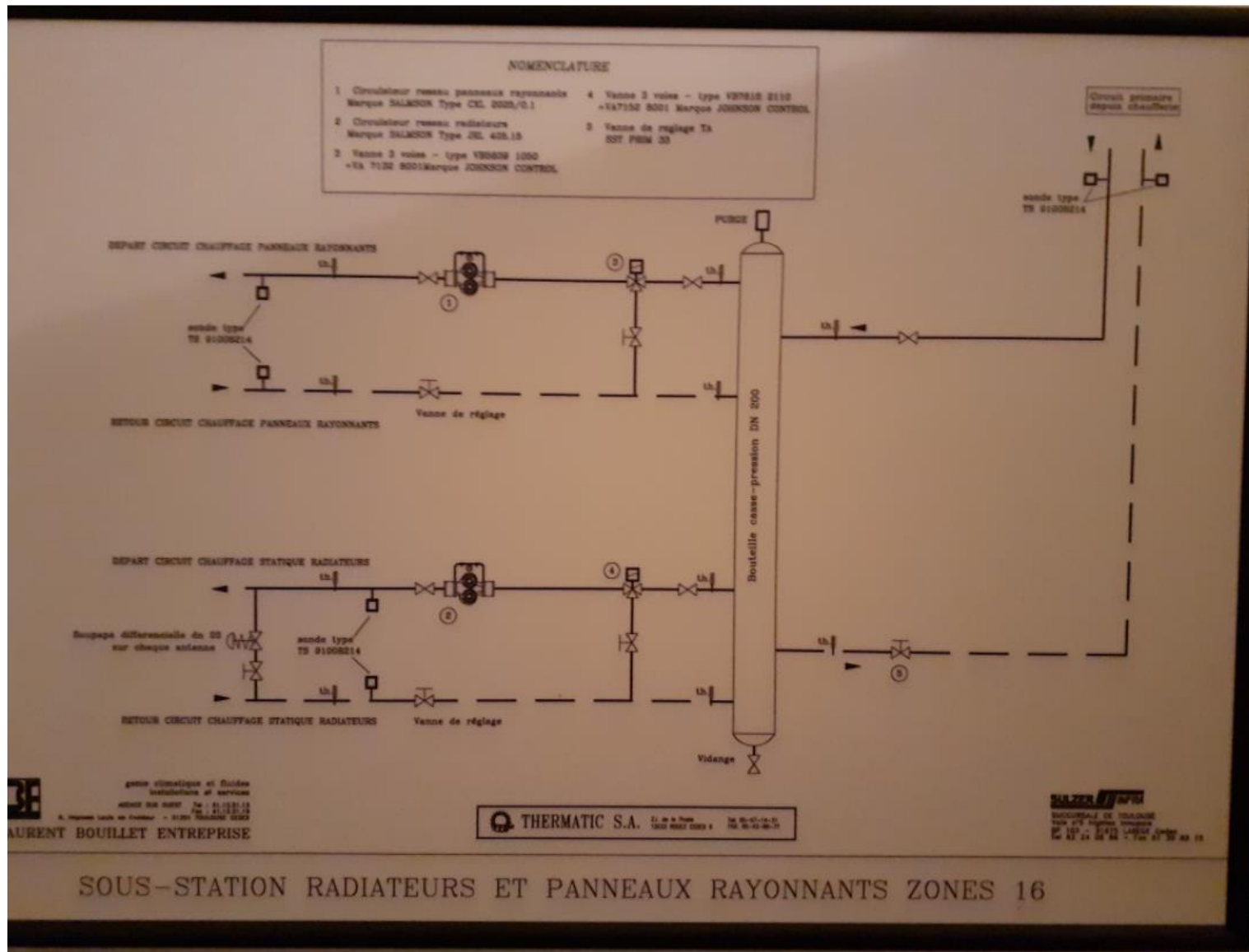


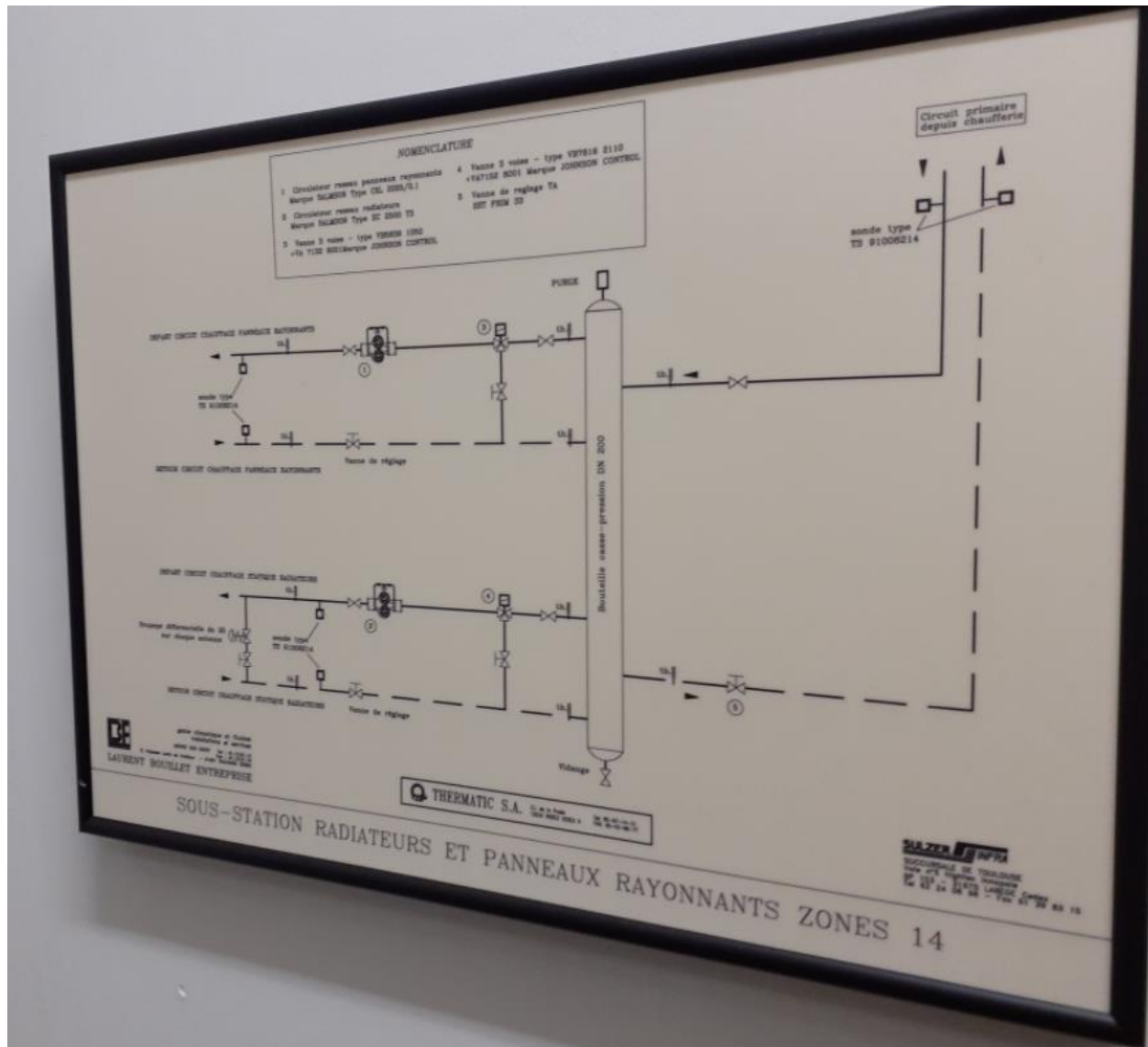
Pour tout renseignement (exemple de cahier des charges, ...) concernant l'ensemble de ces thématiques n'hésitez pas à vous adresser à votre interlocuteur AD3E.

Schémas de principe – Chauffage



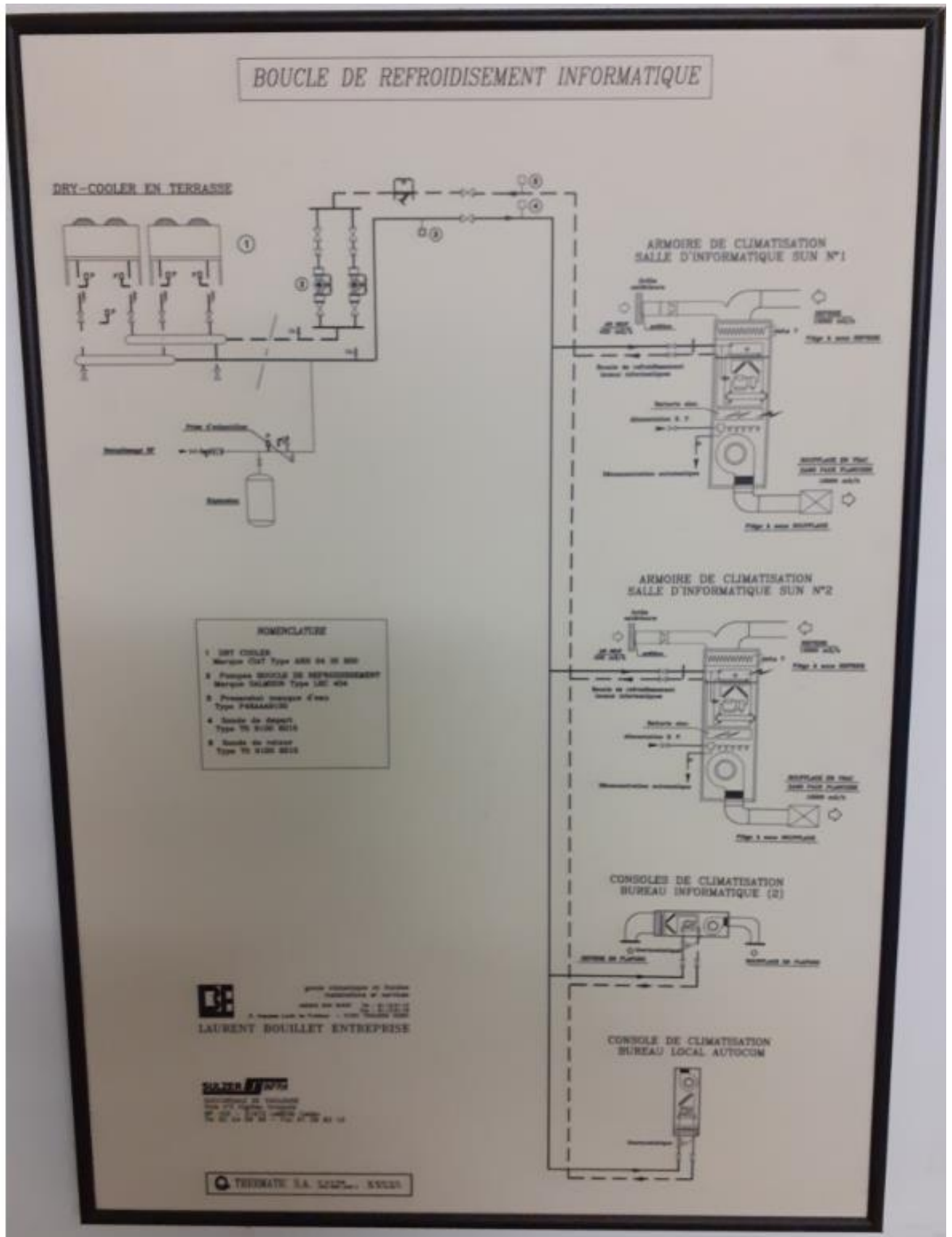


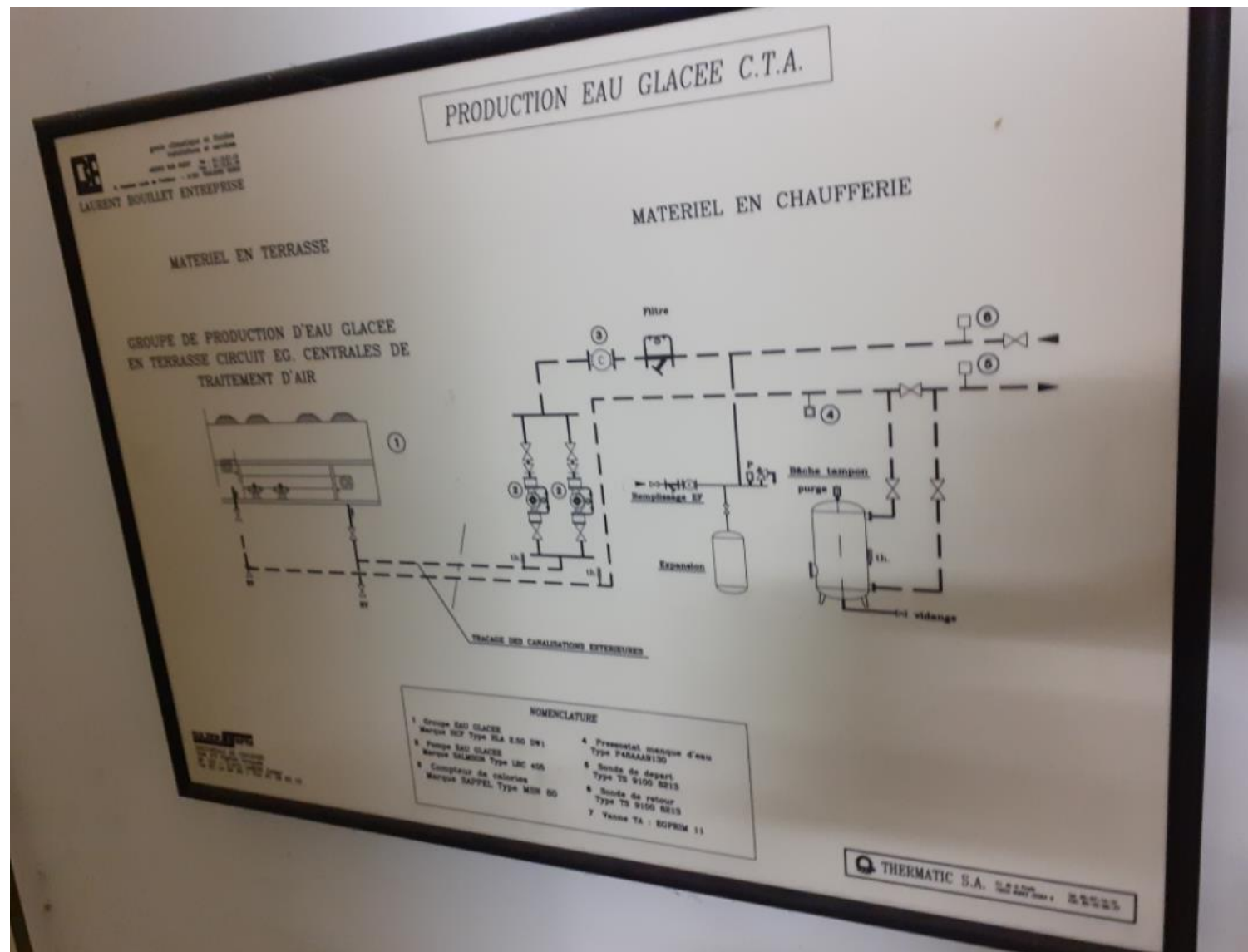




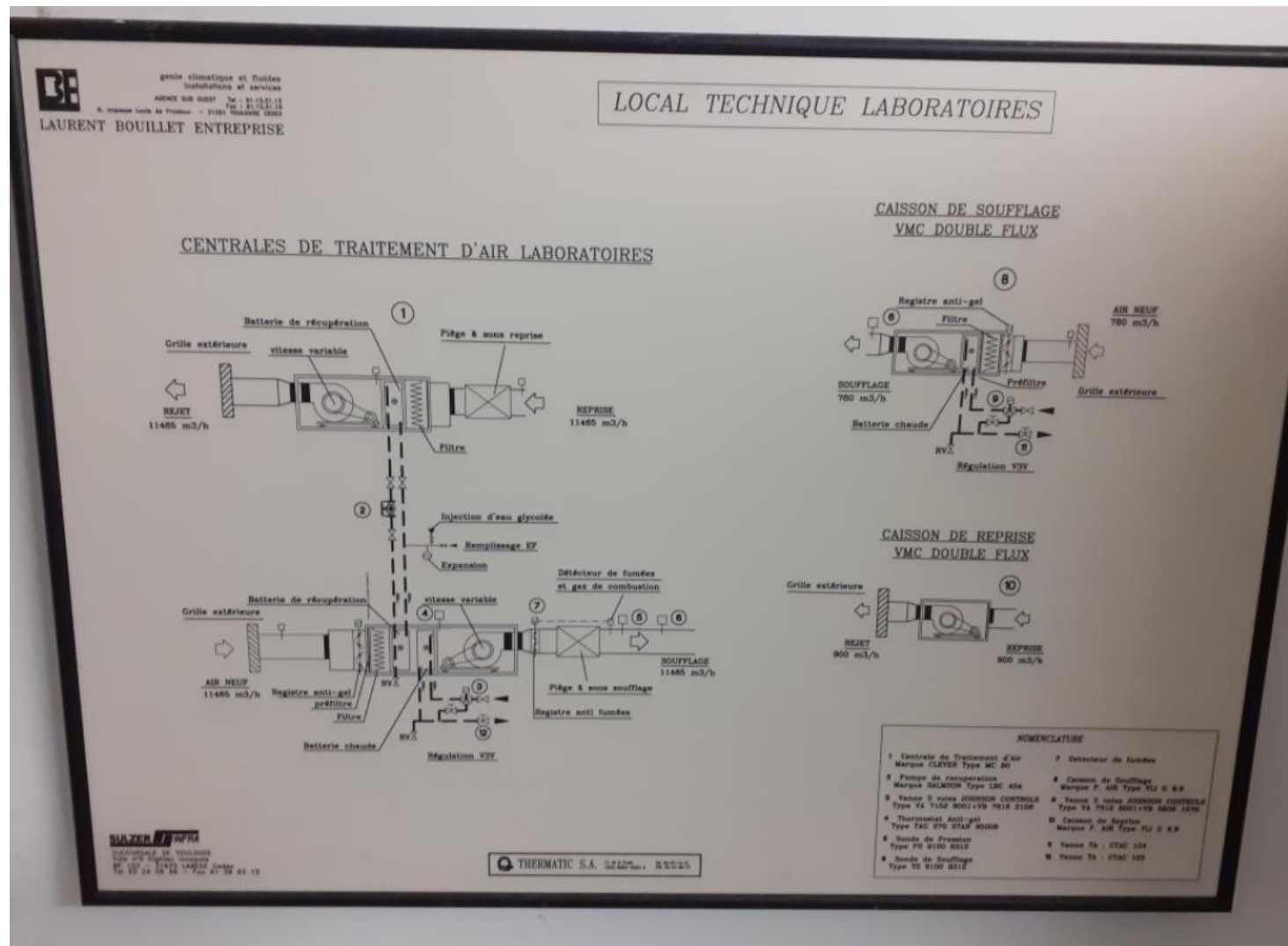


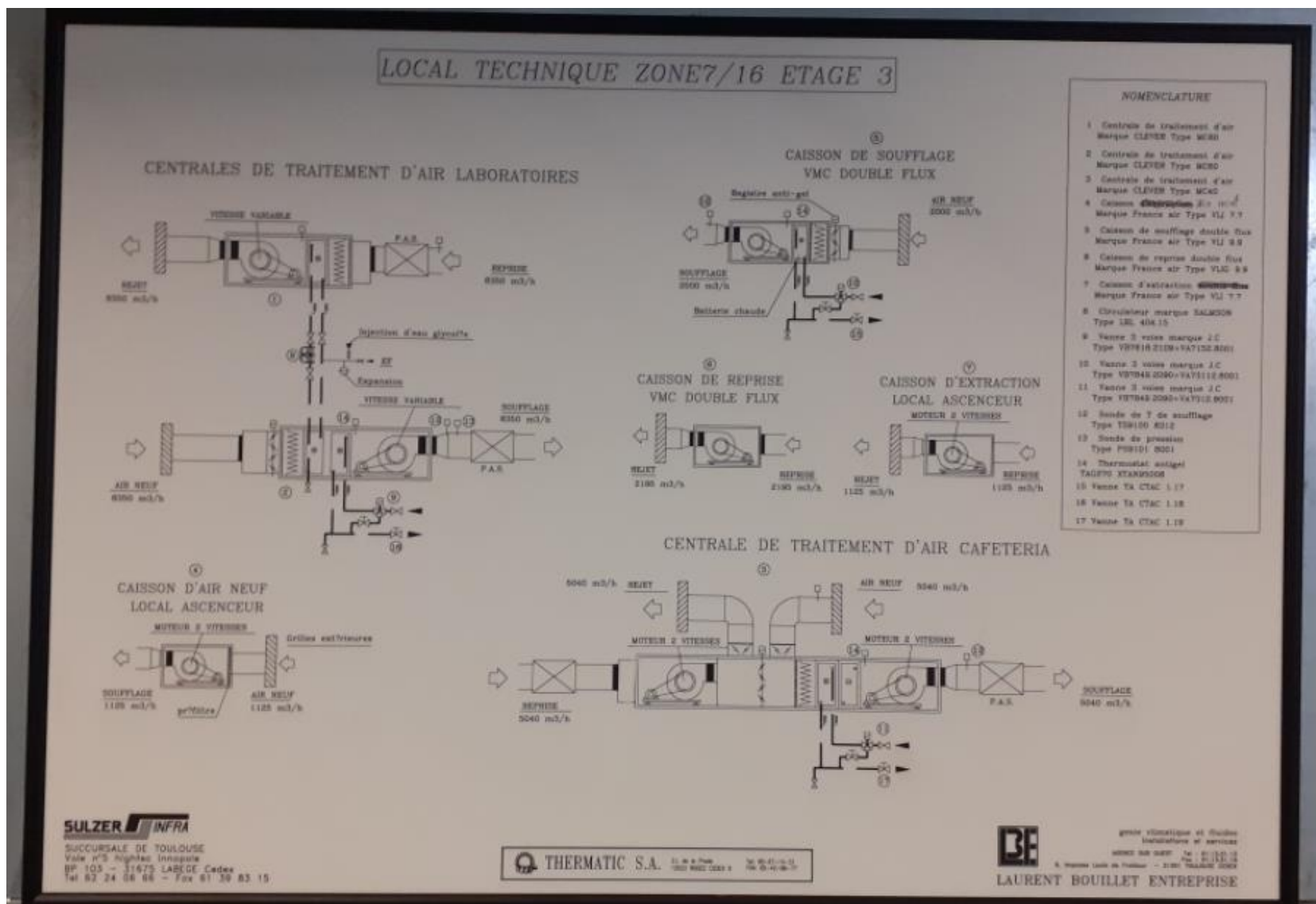
Schémas de principe - Climatisation

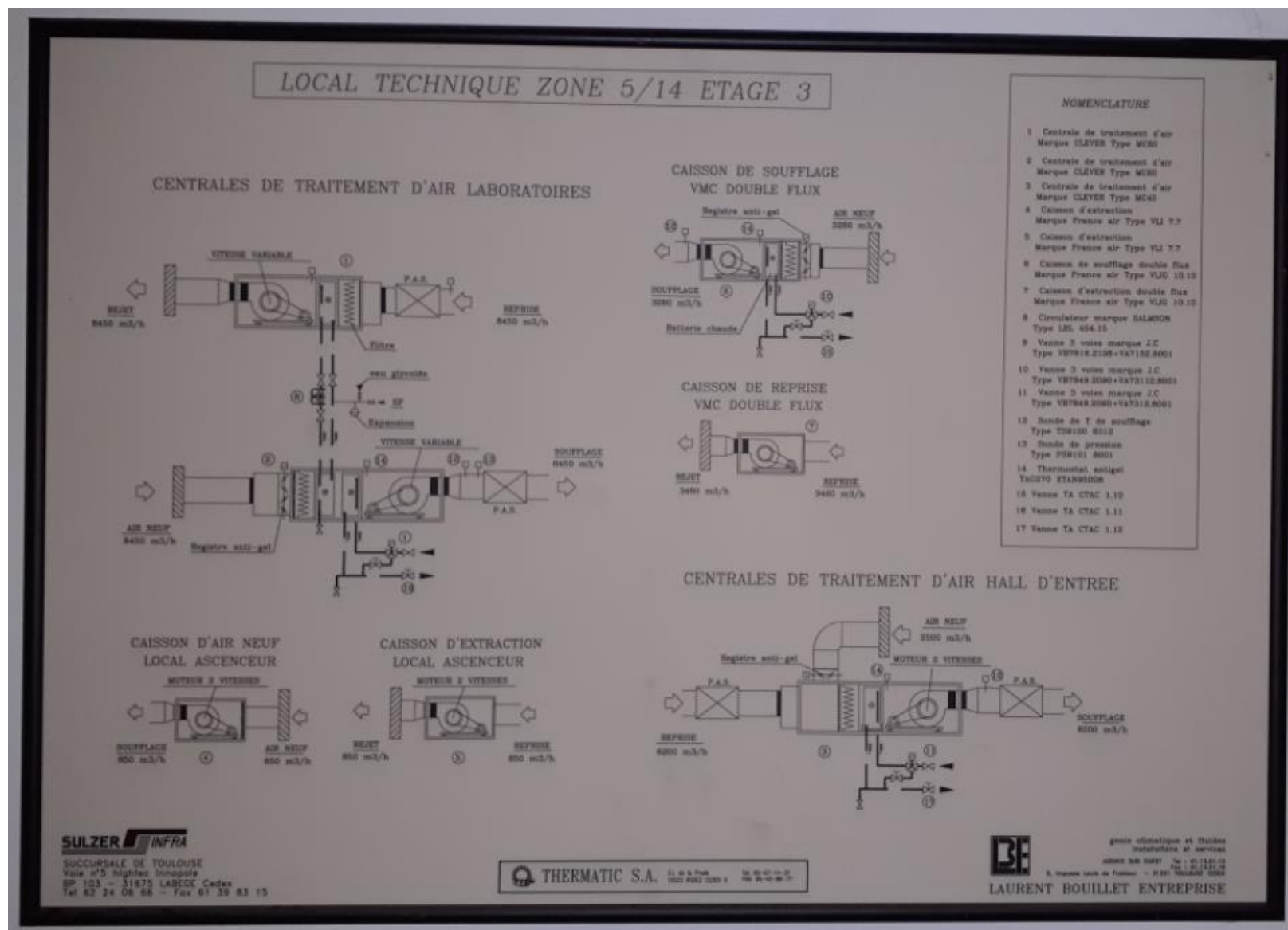




Schémas de principe - Ventilation



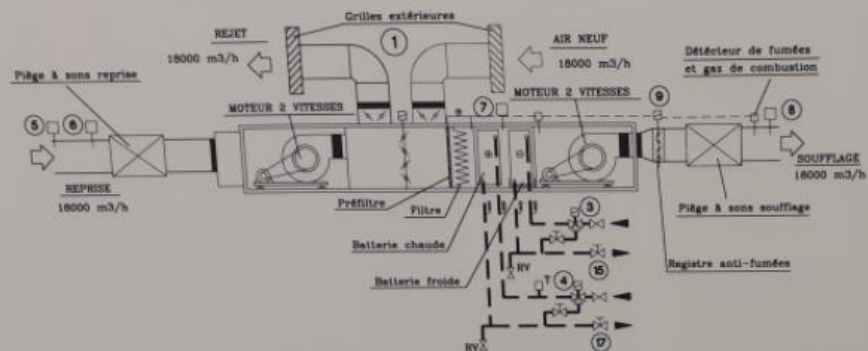




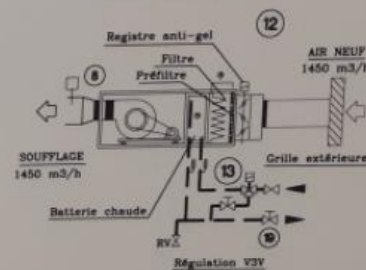
LAURENT BOUILLET ENTREPRISE
 génie climatique et fluides
 installations et services
 AGENCE SAS 06807 Tel : 01 71 51 12 12
 18, Impasse Léo de France - 31381 TOULOUSE CEDEX

LOCAL TECHNIQUE AMPHI 500 ET REGIE

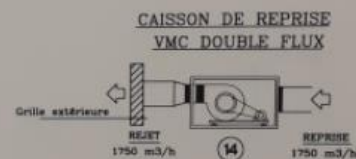
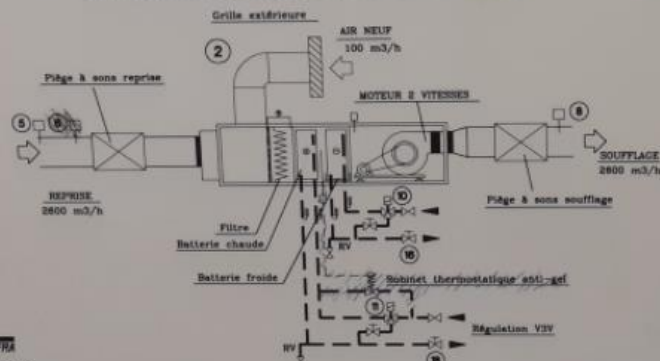
CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR AMPHI 500



CAISSON DE SOUFFLAGE VMC DOUBLE FLUX



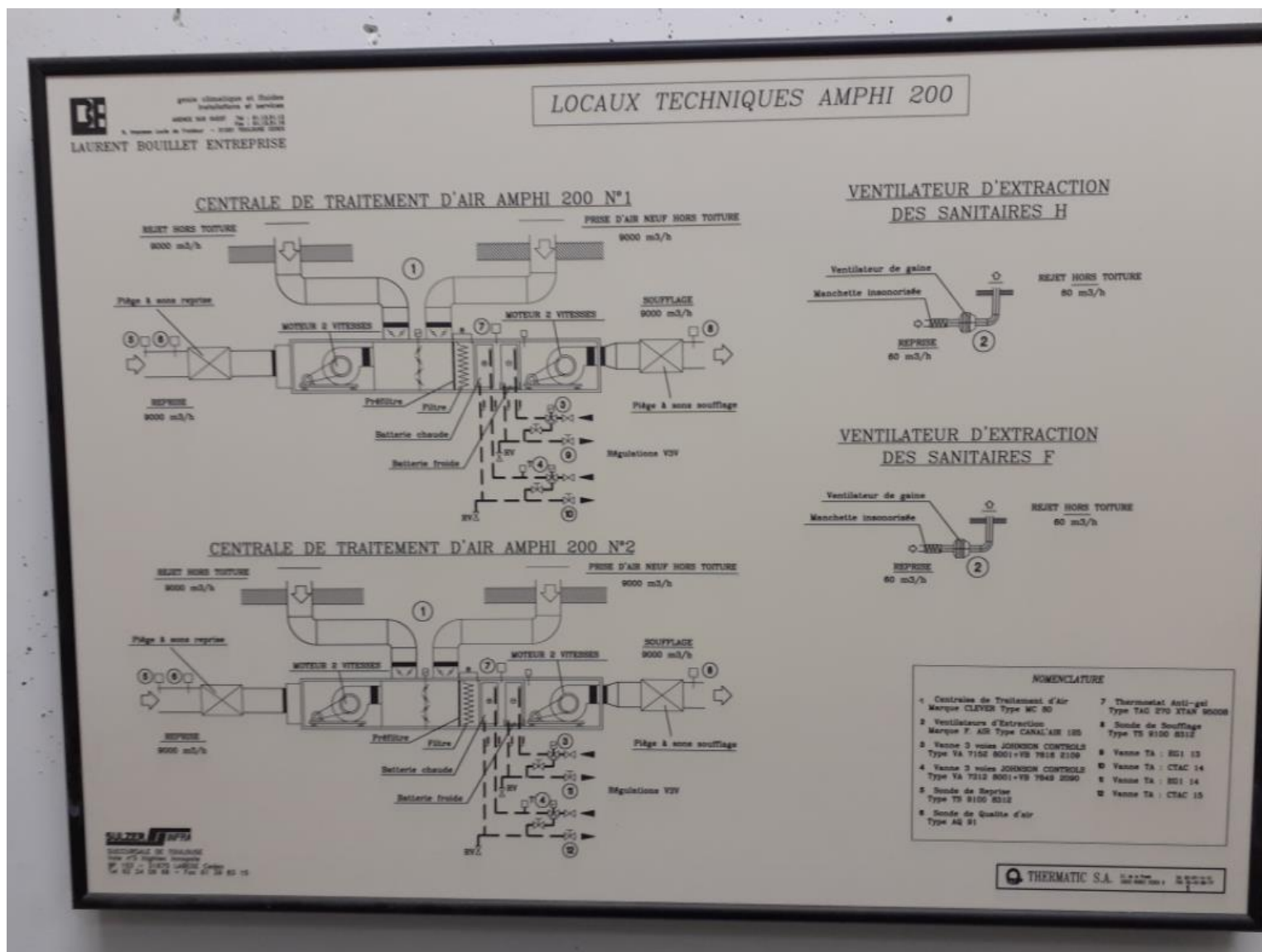
CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR REGIE



NOMENCLATURE

- | | |
|--|---|
| 1 Centrale de Traitement d'Air
Marque CLEVER Type MC 150 | 10 Vanne 3 voies JOHNSON CONTROLS
Type VA 7312 8001+VB 7848 2080 |
| 2 Centrale de Traitement d'Air
Marque CLEVER Type MC 25 | 11 Vanne 3 voies JOHNSON CONTROLS
Type VA 7312 8001+VB 5839 1050 |
| 3 Vanne 3 voies JOHNSON CONTROLS
Type BV 1818 3200+BA 3041 | 12 Caisson de Soufflage
Marque F. AIR Type VL 2 8.8 |
| 4 Vanne 3 voies JOHNSON CONTROLS
Type VA 7152 8001+VB 7818 2100 | 13 Vanne 3 voies JOHNSON CONTROLS
Type VA 7312 8001+VB 5839 1070 |
| 5 Sonde de Reprise
Type TS 9100 8312 | 14 Caisson de Reprise
Marque F. AIR Type VL 2 8.8 |
| 6 Sonde de Qualité d'air
Type AQ 91 | 15 Vanne TA : ED1 11 |
| 7 Thermostat Anti-gel
Type TAG 270 XTAN 2500S | 16 Vanne TA : ED1 12 |
| 8 Sonde de Soufflage
Type TS 9100 8312 | 17 Vanne TA : CTACENW 11 |
| 9 Détecteur de fumées | 18 Vanne TA : CTACENW 12 |
| | 19 Vanne TA : CTACENW 13 |

THERMATIC S.A. 11, rue de la Paix - 31000 TOULOUSE
 Tel : 05 61 24 00 00 - Fax : 05 61 30 03 15





Liste des unités climatiques individuelles

Lieu	nbre	marque	année	type gaz	Unité Extérieure		Unité Intérieure		Puiss Kw (Froid/ Chaud)	Tension
					TYPE	N° Série	TYPE	N° de Série		
ICA										
OM04	1	Daikin	2014	R410A	r45dc7v11	2102403	ftxn60lv1b			
OM05	1	Daikin	2001	R22	R60FA7V1			2106732	2,35	
OM06	1	Atlantic Cassette	2017	R410A (1,7kg)	AOYG24LALA	R015394	AUYG24LVLA	R015378		
OM06 bis	1	Daikin	2001	R22	rxn60mv1b	k002114		2102433	2,3	
OM07	1	Atlantic Cassette	2016	R410A	SUZ-KA60VA5	67P01661	SLZ-KF60VAZ			
local compresseu r MEB	1	MITSUBISHI	2014	R 410A (0,72 kg)	MSZ-HJ35VA E1	4045782T	MUZ-HJ35VA E1	4044118T	F 3,15 / C 3,6	
POUDRE										
OC01	1	Daikin	2000	R22	R45DBV11B	0309470	ft45gav1b	9002921	2,3	
OC02	1	Daikin	2000	R22	R25DBV11B	0903049	ft25jv1b	904123	0,9	
OC03	1	Daikin	2013	R410A	RXN60LV1B	K001430	FTX N60LV1B	K00954		220
OC04	1	Daikin cassette	2011	R410A (3,7kg)	RR125B8W1B	3110799	fuq125bvv1b	a013152	4,15/2,7	400
OC06	2	Daikin	2004	R410A	RN35CMB9	3603a14	ftn35cvmb9	3602149	1,045	220
						36001284		3600953		
OC07	1	Daikin	2004	R410A	rs50bvmb	901038	fts50bvmb	3901046	1,045	220
OC08	1	Daikin cassette	2010	R410A (3,7kg)	RR125B8W1B	3010136	fuq125bvv1b	a012280	4,15/2,7	400
OC10	1	Daikin		JISC 9612	R45CV1		ft45307v1	1300115	1,9	
	1	Daikin		JISC 9612	R45CV1		ft45307v1	1300398	1,9	
OC11	1	Daikin	1992	R22	R45CV1		ft453d7v1	1300414	1,9	
	1	Daikin	1992	R22	R45D7V1		ft453d7v1	1300394	2,3	

Lieu	nbre	marque	année	type gaz	Unité Extérieure		Unité Intérieure		Puiss Kw (Froid/ Chaud)	Tension
					TYPE	N° Série	TYPE	N° de Série		
1C08	1	Daikin	2001	R22	R25DBV11B	0903737	ft25jv1b	905700	0,9	
1C13	1	Daikin	1992	R22	R35DB7V1		ft353d7v1	1201788	1,4	
1C15	1	Daikin	2004	R410A	RN35CMB9		fts60bvmb	3900104	1,045	220
1C16	1	Daikin	2013	R410A	RXN60LV1B	k001422	FTXN60LV1B	K001052		
ENERGET.										
OE04	1	DAIKIN	(2008)	R410A	ryn60e3v1b	j003446	ftyn60fv1b	e003267		230
chamb. froide	1	UNITE HERMETIQUE	(1997)	R22	99B17			155251	9,6	
OE06	1	TRANE plafonnier	(1997)	R22	TTK530ND00B 1		mwx536fb0ra	f0732493	2,2	400
OE08	1	DAIKIN	2002	R407C	R35GZ7V11	4204308	ft35jzn1nb	2900616	1,3	
1E05	1	Daikin	2012	R410A	RXS60F3V1B9	JO00417	FTX60GV1B	EO14379	6	230
1E08	1	DAIKIN	2005	R410A	RS60BVMB	4900782	fts60bvmb	3900455	2,35	230
1E10	1	DAIKIN	2011	R410A	rx25jv1b	e048998	ftx25jv1b	e048428		
1E13	1	Daikin	2006	R410A	rs60bvmb	4900986	FTS60BVMB	4900776	2,12	230
1E16	1	Daikin	2012	R410A	RX60G2V1B	JO13967	FTX60GV1B	2SB64655- 15B		230
SALLE TP										
1A04A	1	Atlanctic cassette	2017	R 410 A	AOYG36LBLT	T000084	AUYG618LVLB	R017296		
1A04B régie	1	Atlanctic cassette	2017	R 410 A			AUYG618LVLB	R017316		
SG										
OA15	1	DAIKIN	2005	R410A	RXS71BVMB	4902345	FTXS718VMB	4901675	2,53	230



Lieu	nbre	marque	année	type gaz	Unité Extérieure		Unité Intérieure		Puiss Kw (Froid/ Chaud)	Tension
					TYPE	N° Série	TYPE	N° de Série		
AUTOCOM	1	DAIKIN	2012	R 410 A	RX60G2V1B	j013967	FTX60GV1B	e014426	3,3	230
accueil	1	DAIKIN plafonnier			rx525bvmb	3911571	byfq60bw19			
EMAC	1	CIAT	1995	R22						400
SUN INFO	2	CIAT	1995	R22	MDDER 100			29501977AA		400