

INSTITUT MINES-TELECOM

-

IMT MINES ALBI-CARMAUX

-

RESTAURANT



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	10
1.5 Description des équipements.....	11
2. Analyse des données.....	18
2.1 Consommations et émissions	18
<i>Consommations d'électricité.....</i>	<i>19</i>
<i>Consommations de gaz naturel</i>	<i>20</i>
2.2 Répartition énergétique, financière et environnementale	22
2.3 Répartition des consommations par type d'énergie	23
2.4 Etiquettes énergétiques et GES.....	25
3. Recommandations d'économies d'énergie	26
3.1 Aides à l'investissement	26
3.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables.....	27
3.3 Récapitulatif des préconisations	28
3.4 Détails des préconisations	29
3.5 Scénarios d'optimisation	44
<i>Scénario 1 : Objectif de réduction de 20 % de la consommation d'énergie.....</i>	<i>44</i>
<i>Scénario 2 : Objectif de réduction de 40 % de la consommation d'énergie.....</i>	<i>45</i>
<i>Scénario 3 : Facteur 4 ou économie maximale</i>	<i>46</i>
4. Conclusion.....	48
5. Annexes	49

Restaurant		
	Adresse	Allée des sciences 81000 Albi
	Année de construction	1995
	Dernière rénovation	NC
	Surface chauffée	1 886 m²
	Catégorie ERP	2ème catégorie Type N
	Nombre de niveaux	1

Niveau d'isolation du bâti - détails au chapitre 2.3. « Récapitulatif du bâti »

Murs	Correct	Ouvrants	Moyen
Toiture	Correct	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	canalisations en chaufferie calorifugées	Correcte Bon état
	distribution	circulateurs à débit fixe	Moyenne Bon état
	émetteurs	radiateurs en acier + CTA	Correcte Bon état
	régulation	Automate loi d'eau + réduit de nuit	Correcte Bon état
ECS	Echangeur à plaque via chaudière	Moyenne	Bon état
Ventilation	CTA double flux	Correcte	Bon état
	CTA simple flux	Correcte	
Climatisation	VMC simple flux / Extracteurs individuels	Insuffisante	Etat Moyen
	Groupe de production d'eau glacée	Moyenne	
Eclairage	Climatisation à détente directe réversible	Insuffisante	Etat Moyen
	Tubes fluorescents T8,	Moyenne	Etat Moyen
	Ampoules halogène,	Faible	Etat Moyen
	Ampoules fluocompactes	Etat Moyen	Bon état
	Luminaires LED	Bonne	Neuf

Bilan des consommations d'énergie 2016 à 2018

Energie	Consommation	Facture annuelle
Electricité (estimée)	375 329 kWh/an	41884 € TTC
Gaz naturel (relevés Cofely)	349 696 kWh/an	17075 € 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	
					kWhep / m2.an	%		kgeqCO2 / m2.an	
préconisées		€ TTC	€	€ TTC /an				brut	actualisé
1	Régulation éclairage chambres froides/sanitaires sur détection de présence	1 800	0	47	1	0%	0,0	38 ans	22 ans
2	Régulation ventilation sanitaire sur détection de présence	2 880	0	556	7	1%	0,5	6 ans	5 ans
3	Régulation VEV sur CTA	25 000	697	4 969	59	8%	5,4	6 ans	5 ans
4	Eclairage LED	16 000	691	403	6	1%	-2,1	40 ans	23 ans
5	Remplacement circulateurs chauffage	15 500	522	1 150	13	2%	1,5	14 ans	11 ans

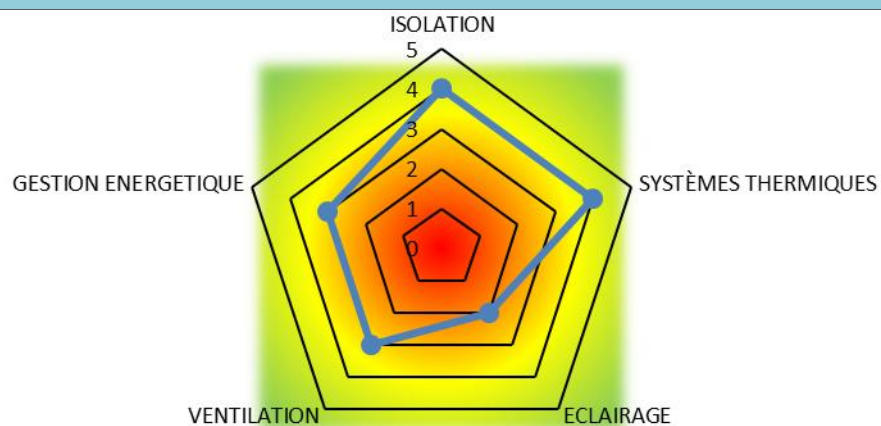
6	Récupération de chaleur sur hottes de cuisson	15 000	0	6 206	72	10%	9,3	3 ans	3 ans
7	Récupération de chaleur sur groupes froids	5 000	687	195	2	0%	0,5	26 ans	17 ans
8	Remplacement groupe froid (Régulation HP flottante, et variateur de vitesse)	25 000	966	3 582	44	6%	1,4	7 ans	7 ans
9	Chaudière à condensation	35 500	8 146	759	8	1%	1,9	47 ans	25 ans
10	ECS thermodynamique	15 000	0	585	4	1%	4,4	26 ans	17 ans
11	ECS solaire	40 000	698	582	6	1%	1,5	>50 ans	31 ans
12	Production de chauffage centralisée - Biomasse	380 000	0	3 936	-5	-1%	36,3	>50 ans	45 ans
13	Production de chauffage centralisée - Géothermie	685 000	4684	13 208	141	20%	37,7	>50 ans	30 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 CO ₂ /m².an	TRB	TRA	kW
Scénario 1	65 180	1 906	138 Gain : 20 %	11849	15,4	6	5	212
Scénario 2	806 180	8 247	249 Gain : 36 %	22245	45,5	37	25	212
Scénario 3	526 180	4 261	191 Gain : 27 %	21296	43,5	25	19	212

Potentiels d'amélioration				
	Etat initial	Scénario 1 : "-20% de consommation"	Scénario 2 : "-40% de consommation"	Scénario 3 : Facteur 4
	Actions :	1-2-3-5-6-7	1-2-3-4-5-6-7-8-10-13	1-2-3-4-5-6-7-8-11-12
Energie	 699	 561	 450	 508
Gaz à effet de serre	 60	 45	 15	 17

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

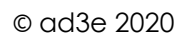
5 : Très performant

1. Etat des lieux

1.1 Informations générales

Restaurant	
Adresse	Allée des sciences 81000 Albi
Année de construction	1995
Dernière rénovation	NC
Surface chauffée	1 886 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 est occupé du lundi au vendredi. Environ 600 repas par jour sont réalisés pour le service du midi et environ 20 repas le soir (du lundi au jeudi).

Occupation du site

Les plages d'occupation sont de 7h à 15h du lundi au vendredi (11 salariés) et de 15h à 20h30 du lundi au jeudi (2 salariés).

Tableau des surfaces

	Surface chauffée	Hauteur moyenne	Volume chauffé
Restaurant	1 886 m ²	2,9 m	5 532 m ³

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 correct.

Les murs sont en béton doublé par l'intérieur par l'équivalent de 10 cm de laine de verre. La façade Ouest est en grande partie composée de briques de verre de 10 cm d'épaisseur.

Les autres parois vitrées sont constituées de menuiseries métalliques sans rupteurs de pont thermique avec double vitrage type 4/16/4 argon ou 4/6/4 argon.

Le plancher bas donne sur un terre-plein isolé par l'équivalent de 5 cm de polystyrène.

Le plancher haut est une toiture terrasse isolée par environ 10 cm de mousse polyuréthane.



Façade Sud



Façade Nord



Façade Ouest



Façade Est



Menuiseries aluminium



Toiture terrasse

Récapitulatif du bâti

	Paroi	Structure	Isolation	Vétusté	Coefficient de déperditions $W/m^2.K$
Murs	<u>Mur</u>	Béton plein armé - 20 cm	Correct Laine de verre - 10 cm	Bon état	$U = 0,36$ $U_{réf} = 0,36$
	<u>Pavé de verre</u>	Briques de verre pleines - 10 cm	Non isolé	Bon état	$U = 3,5$ $U_{réf} = 0,36$
Ouvrants	<u>Fenêtre</u>	Menuiserie Aluminium	Moyen Double vitrage Argon 4/16/4	Etat moyen	$U = 2,8$ $U_{réf} = 2,1$
	<u>Porte vitrée</u>	Menuiserie Aluminium	Peu performant Double vitrage Argon 4/6/4	Etat moyen	$U = 3,27$ $U_{réf} = 2,1$
	<u>Porte pleine</u>	Menuiserie Aluminium	Peu performant Porte opaque pleine	Etat moyen	$U = 5,8$ $U_{réf} = 1,5$
Planchers haut	<u>Toiture terrasse</u>	Béton plein armé	Correct Polyuréthane - 10 cm	Bon état	$U = 0,31$ $U_{réf} = 0,27$
Planchers bas	<u>Plancher bas</u>	Béton plein armé	Correct Polystyrène - 5 cm	Bon état	$U = 0,17$ $U_{réf} = 0,27$

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

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



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 correct. L'écart entre le coefficient U_{bat} initial et le coefficient $U_{bat REF}$ est limité.

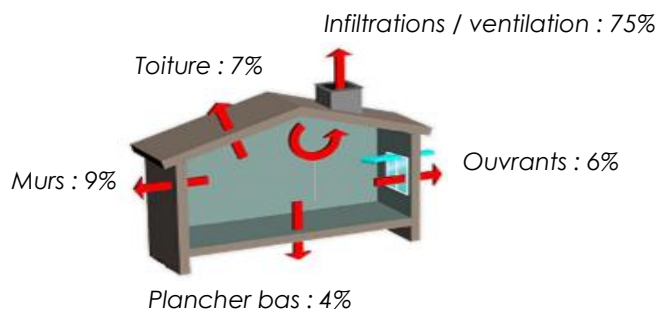
	U_{bat} initial ($W/m^2.K$)	$U_{bat REF}$ ($W/m^2.K$)
Restaurant	0,49	0,38



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	17,4 kW
Murs	24 kW
Plancher	9,5 kW
Menuiseries	14,7 kW
Infiltrations / ventilation	197,3 kW
Total	263 kW



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

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. Aucun retour n'a été recensé sur ce bâtiment.

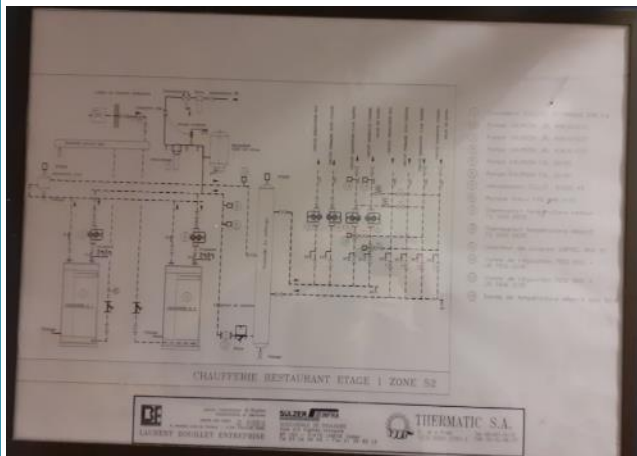
1.5 Description des équipements

Chauffage

Source 1 : Chaufferie Restaurant





Production	Performance : Moyenne	Vétusté : Bon état
Les installations de chauffage sont anciennes mais sont bien entretenus. Le chauffage est assuré par 2 chaudières standard fonctionnant au gaz naturel. Il s'agit de chaudières au sol de marque Atlantic Guillot Optimagaz 291.		
Modèles :	Atlantic Guillot Optimagaz 291	
Puissances :	2 x 290 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.

Les chaudières alimentent plusieurs départs de chauffage et d'eau chaude sanitaire régulés :

- Départ 1 : Circuit production ECS à température constante équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Salmson JRL 404.15/0,37.
- Départ 2 : Circuit primaire sous station à température constante équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Salmson JRL 404.15/0,37.
- Départ 3 : Circuit radiateur SAM élèves régulé et équipé d'un circulateur double à vitesse variable de marque Salmson Priux home D 80-32/180.
- Départ 4 : Circuit radiateurs cuisine régulé et équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Salmson CXL2050 / NBMCXL 2050.

Emetteurs	Performance : Correcte	Vétusté : Bon état
Les émetteurs de chauffage sont des radiateurs en acier et les batteries chaudes des centrales de traitement d'air.		
Remarque : Lors de notre visite, nous avons relevé la présence d'appoints électriques (bureau gérant).		

Régulation	Performance : Correcte	Vétusté : Bon état
Un automate de régulation est présent en chaufferie 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	86%
Global	81%

*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, cuisine) est réalisée à partir d'un ballon de stockage (capacité : 1000 litres) situé en chaufferie et alimenté par les chaudières via un échangeur à plaque.

Production	Accumulation
Système	ballon de stockage : 1000 litres
Marque	LACAZE
Echangeur	CIAT – PWB2 11 015H00
Année	2012
Performance	Correcte
Vétusté	Bon état
Réseau	en chaufferie
Performance	Bonne
Emetteurs	Mitigeur,
Comptage spécifique	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. L'installation est alimentée en fluide frigorigène de type R22.

On note également la présence d'un climatiseur individuels à détente directe.



Groupe d'eau glacée



Distribution Eau glacée



Unité climatique individuelle

Production	Groupe de production d'eau glacée	Détente directe
	HCF RLA 2.40	RIVACOLD type ERM 145Y1221
Energie	Electricité	
Puissance frigorifique	206 W	3,2 KW
Puissance absorbée	NC	1,6 KW
Age	1995	NC
Fluide frigorigène	R22	R134 a
Performance	Insuffisante	Correcte
Emission	batterie froide CTA	ventilo-convecteurs
	Correcte	Moyenne
Régulation	Régulation centralisée	Commandes individuelles avec programmation horaire
	Correcte	Moyenne

*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, ampoules halogènes et ampoules fluocompactes. Les chambres froides sont équipées d'un éclairage à LED. Les chambres froides, circulations et sanitaires ne disposent pas de système de régulation de l'éclairage.



Fluorescent T8



Fluocompact



Type d'éclairage par zone

Technologie	Zone	Performance
Tubes fluorescents T8 - ballast ferromagnétique (2x58 W) Commande manuelle	Cuisine, Plonge, Froid, Circulations	Moyenne
Ampoules fluocompactes (2x18 W, 18 W) Commande manuelle	Restaurant, Sanitaires	Moyenne
Ampoules halogène (50 W) Commande manuelle	Restaurant, Salle d'hottes, vestiaires	Faible
Luminaires LED (8 W) Commande manuelle	Chambres froides	Bonne
Puissance totale installée : 14 kW		Ratio de puissance installée : 7,5 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 par plusieurs systèmes :

Salle à manger des élèves

CTA DF Clever MC 60/150

Tourelle d'extraction SF France Air Simoun 2.630

Traitement d'air cuisson

CTA SF Clever MC 80

Tourelle d'extraction SF France Air RE 400

Salle des hôtes

CTA DF Clever MC 30

Tourelle d'extraction SF France Air RE 400

Locaux annexes

CTA SF Clever MC 13

Caisson d'extraction sanitaires – France Air VLI 7/7

Caisson d'extraction sanitaires – France Air VLI 7/7

Traitement d'air Vaisselle

CTA SF Clever MC 13

Caisson d'extraction sanitaires – France Air RE 450

Les installations sont pilotées depuis la GTC. Aucun système de régulation spécifique n'est mis en place sur ces installations.



Type	CTA double flux	CTA Simple flux	Extracteurs individuels
Puissances absorbée estimée	5,7 kW	4,6 kW	2,77 kW
Age	1995	1995	1995
Performance	Correcte	Moyenne	Moyenne
Vétusté	Bon �tat	Bon �tat	Bon �tat
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  tat** **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. Les principaux concernent les équipements de cuisine nécessaires à la préparation des repas (CF détail des équipements en annexe) et les groupes froids alimentant les chambres froides (5 chambres froides positives, 1 chambre froide négative, 1 local poubelle, 1 chambre froide dirigée à 12°C)



Equipements de cuisine



Groupes de production de froid

Poste	Equipements	Energie	Puissance estimée kW	Consommation annuelle estimée kWh _{EF}
Préparation des repas	Cuisine	Electricité	360,3	120 600 kWh _{EF}
Froid	Froid	Electricité	17,5	45 990 kWh _{EF}
Bureautique	Bureautique	Electricité	0,4	853 kWh _{EF}
Auxiliaires de chauffage	Auxiliaires de chaufferie	Electricité	6,4	19 040 kWh _{EF}
Divers	Autres équipements électriques	Electricité	13,0	7 755 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	Restaurant	Relevé d'index – P1

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

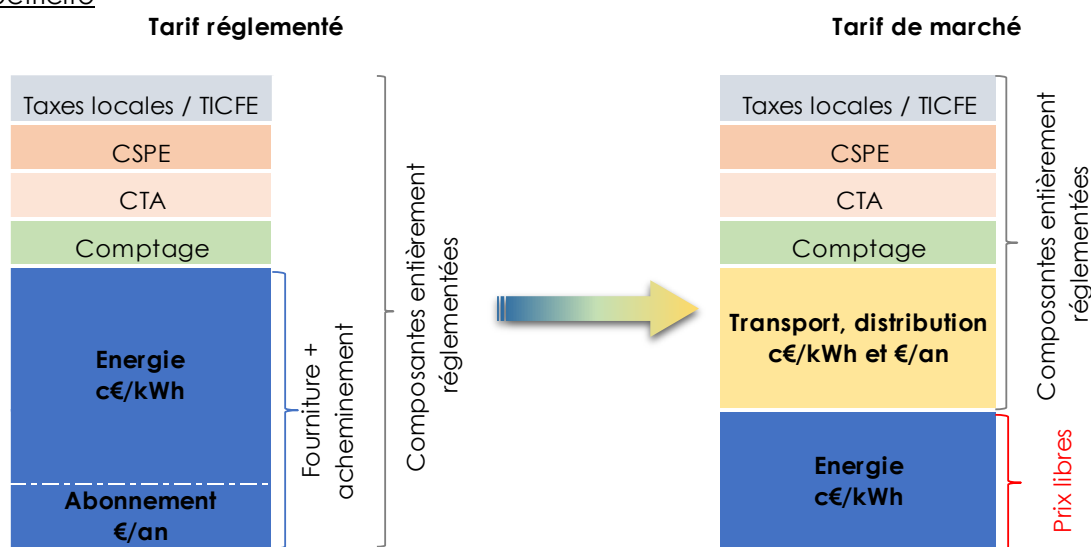
Dans le cadre de la libéralisation des marchés de l'énergie, plusieurs typologies de consommateurs ne peuvent plus bénéficier de contrat de fourniture d'énergie avec des tarifs réglementés (évolution fixée par la CRE).

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 restaurant 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 Restaurant	375 329 kWh _{ef} , soit 968 350 kWh _{ep}
Facture annuelle estimée	41 884 € TTC
Coût unitaire moyen	11 c€ TTC / kWh _{ef}
Emissions de GES annuelles moyennes	31 528 kgeqCO ₂ /an

La consommation du restaurant représente environ 15% de la consommation totale d'électricité sur le campus.

Consommations de gaz naturel

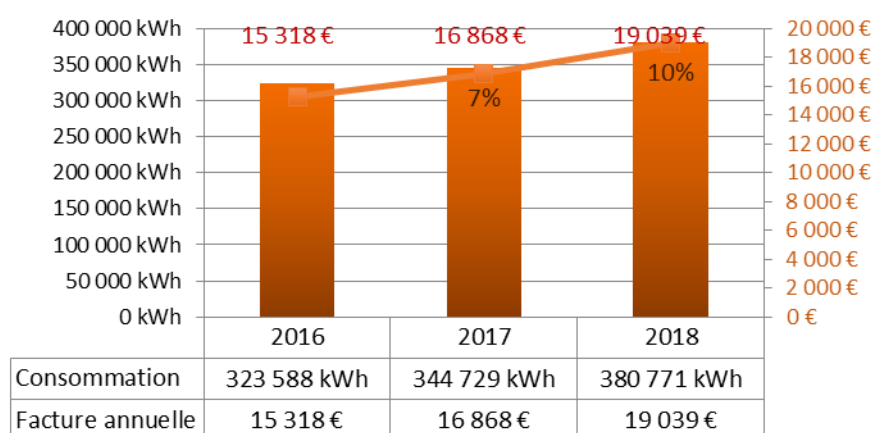
La fourniture de gaz est réalisée dans le cadre d'un contrat d'exploitation de type P1-MTI. Les relevés d'index du compteur gaz alimentant le restaurant ont été transmis par l'exploitant (Cofely).

La consommation de gaz naturel a légèrement augmenté entre 2016 et 2018 (+7% entre 2016 et 2017 et +10% entre 2017 et 2018).

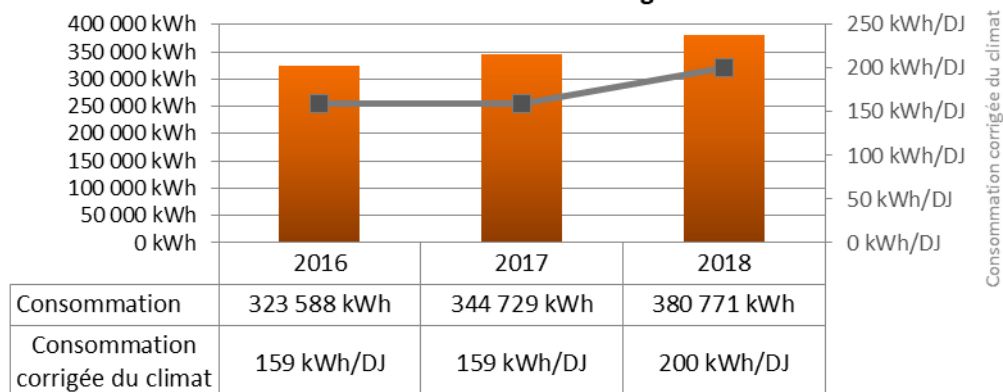
En prenant en compte la rigueur climatique, il semblerait que la consommation soit restée stable entre 2016 et 2017 mais qu'elle ait augmenté entre 2017 et 2018 (+26%).

Consommations Gaz naturel - 2016 - 2017 - 2018	
Type de contrat	P1-MTI
Fournisseur	Cofely
Consommation annuelle moyenne	388 163 kWh PCS , soit 349 696 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	17 075 € TTC
Coût unitaire moyen	5 c€ TTC / kWh _{ep}
Emissions de GES annuelles moyennes	81 829 kgeqCO ₂ /an

Evolution des consommations en énergie finale et dépenses



Evolution de la consommation corrigée du climat



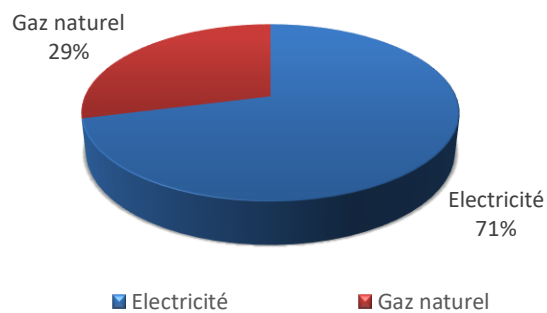
Contrat de maintenance

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>Le groupe de production d'eau glacée qui dessert les CTA est alimenté avec un fluide frigorigère 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 frigorigère ; - 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 frigorigère autorisé si l'opération est techniquement possible.</p>

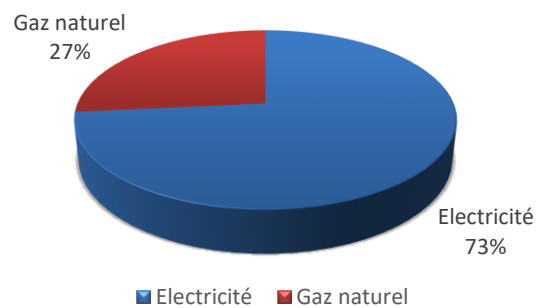
2.2 Répartition énergétique, financière et environnementale

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

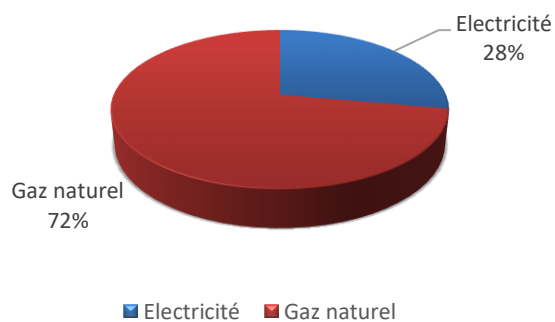
Répartition coûts énergétiques (en € TTC)



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



Répartition des émissions de GES (kgéq CO2)

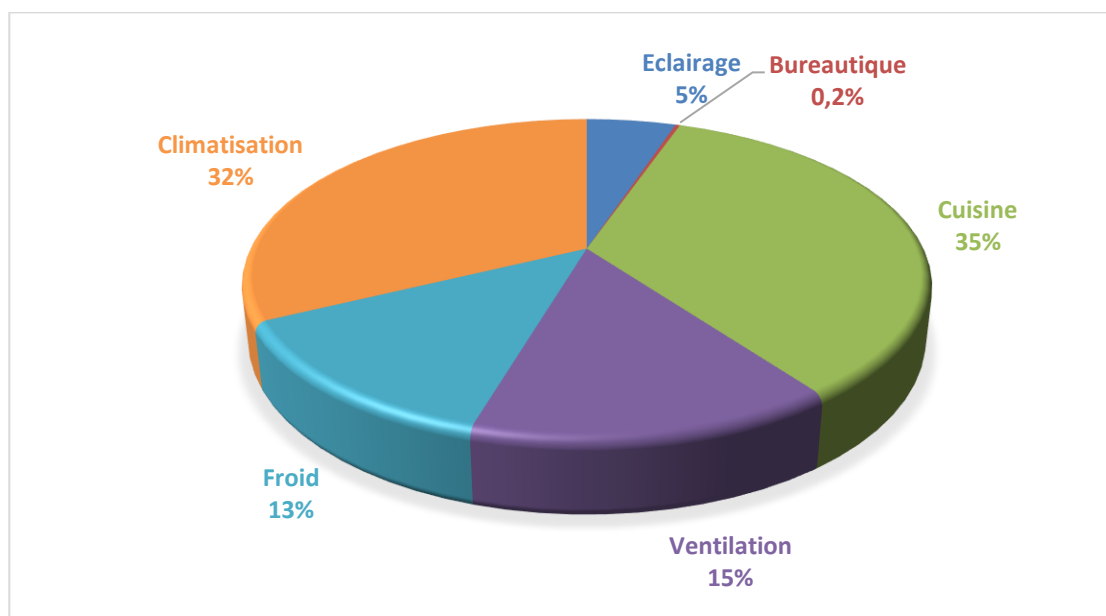


2.3 Répartition des consommations par type d'énergie

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	14,2 kW	17 656 kWh	1 970 € TTC
Bureautique	0,4 kW	853 kWh	95 € TTC
Cuisine	360,3 kW	120 600 kWh	13 458 € TTC
Ventilation	9,7 kW	51 151 kWh	5 708 € TTC
Froid	17,5 kW	45 990 kWh	5 132 € TTC
Climatisation	206,0 kW	112 282 kWh	12 530 € TTC
Auxiliaires de chaufferie	6,4 kW	19 040 kWh	2 125 € TTC
Autres équipements électriques	13,0 kW	7 755 kWh	865 € TTC
TOTAL	627,6 kW	375 329 kWh	41 884 € TTC



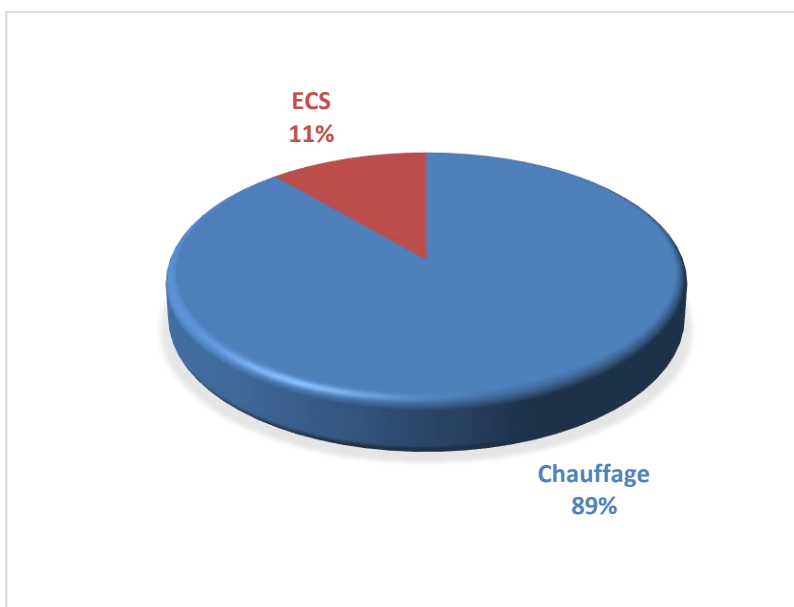
La répartition des consommations est déterminée à partir des hypothèses de fonctionnement des équipements et de leurs puissances relevées sur site.

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

Usages combustibles :

La répartition des différents usages combustibles a été réalisée sur la base de la consommation de la période d'étude à partir de la simulation thermique du bâtiment.

Répartition consommations Gaz naturel		
	Consommation estimée kWh/an	Coût annuel €/an
Chauffage	310 110 kWh _{ef}	15 142 € TTC
ECS	39 584 kWh _{ef}	1 933 € TTC
TOTAL	349 694 kWh_{ef}	17 075 € 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 :

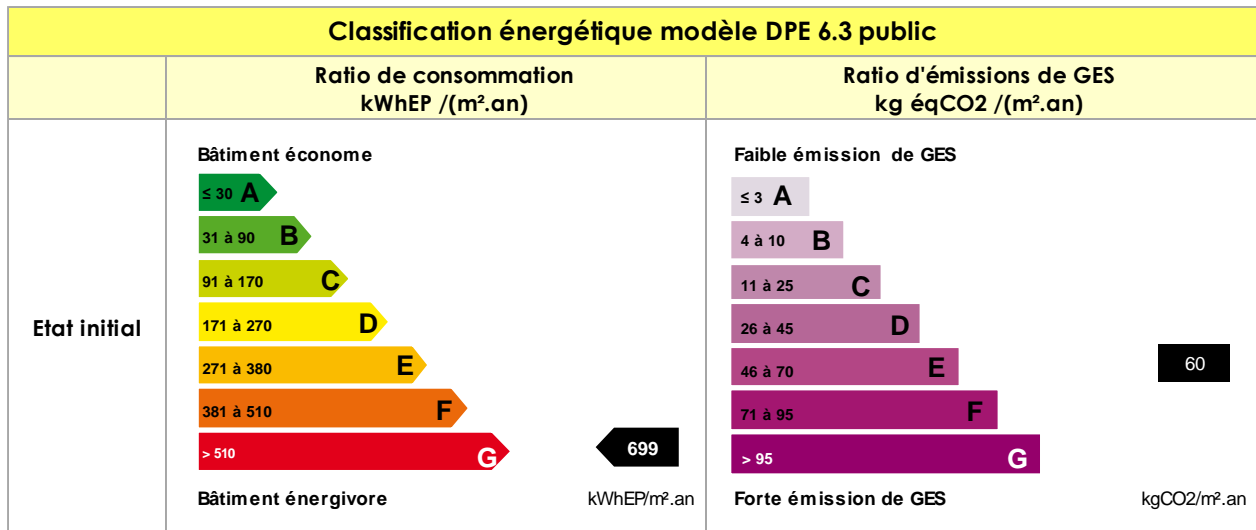
- Ouverture prolongée des différents ouvrants : portes d'entrée, fenêtres
- Modification de la programmation des régulateurs (chauffage, climatisation) ;
- Dégradation des isolants sur les différentes parois,
- Fonctionnement de certains équipements en dehors des périodes « théoriques ».

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 élevé. Les consommations incompressibles liés à la préparation des repas et à la conservation des denrées sont en grande partie responsables de ces ratios élevés.



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)

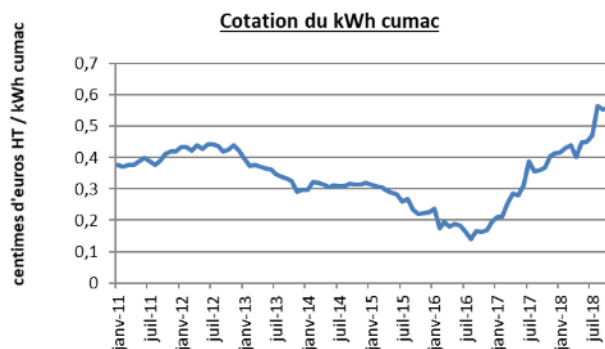
Les certificats d'économie d'énergie est un dispositif national qui oblige les vendeurs d'énergie (vendeurs d'électricité, de gaz, de fioul, de carburants) à réaliser des économies d'énergie. Pour cela ces opérateurs dits « obligés » peuvent réaliser des opérations pour inciter leurs clients à faire 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	Pertinent (CF Préconisation 11)	Besoins en eau chaude sanitaire significatifs
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 préconisées	Investissement € TTC	CEE €	Economies € TTC /an	Gain énergétique		Gain GES kgeqCO2 / m2.an	Temps de retour	
					kWhep / m2.an	%		brut	actualisé
1	Régulation éclairage chambres froides/sanitaires sur détection de présence	1 800	0	47	1	0%	0,0	38 ans	22 ans
2	Régulation ventilation sanitaire sur détection de présence	2 880	0	556	7	1%	0,5	6 ans	5 ans
3	Régulation VEV sur CTA	25 000	697	4 969	59	8%	5,4	6 ans	5 ans
4	Eclairage LED	16 000	691	403	6	1%	-2,1	40 ans	23 ans
5	Remplacement circulateurs chauffage	15 500	522	1 150	13	2%	1,5	14 ans	11 ans
6	Récupération de chaleur sur hottes de cuisson	15 000	0	6 206	72	10%	9,3	3 ans	3 ans
7	Récupération de chaleur sur groupes froids	5 000	687	195	2	0%	0,5	26 ans	17 ans
8	Remplacement groupe froid (Régulation HP flottante, et variateur de vitesse)	25 000	966	3 582	44	6%	1,4	7 ans	7 ans
9	Chaudière à condensation	35 500	8 146	759	8	1%	1,9	47 ans	25 ans
10	ECS thermodynamique	15 000	0	585	4	1%	4,4	26 ans	17 ans
11	ECS solaire	40 000	698	582	6	1%	1,5	>50 ans	31 ans
12	Production de chauffage centralisée - Biomasse	380 000	0	3 936	-5	-1%	36,3	>50 ans	45 ans
13	Production de chauffage centralisée - Géothermie	685 000	4684	13 208	141	20%	37,7	>50 ans	30 ans

3.4 Détails des préconisations

Préconisation n°1

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

Description :

Dans plusieurs zones du bâtiment, il arrive que l'éclairage reste allumé en dehors de l'occupation de ces locaux (sanitaires, chambres froides).

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 sanitaires, les vestiaires et les chambres froides. 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 : 10 détecteurs de présence			Fourniture et pose détecteur de présence	1 800 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
1 098 kWhep 0 %	47 € TTC	36 kgCO2/an	1 800 € TTC	-	38 ans 22 ans

Préconisation n°2

VENTILATION : VMC modulée à détection de présence (sanitaires/vestiaires)

Description : Le renouvellement d'air dans le bâtiment représente 75% des déperditions. La ventilation des vestiaires et sanitaires représente une part significative de ces déperditions, elle est permanente et indépendante de l'occupation, ce système génère des pertes thermiques et des consommations électriques.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : réduire les besoins de chauffage

Les caissons de VMC sont actuellement en fonctionnement permanent, l'air extrait est substitué par de l'air neuf extérieur qui doit être réchauffé. Il est conseillé de mettre en place une rationalisation des débits d'extraction en adéquation avec les besoins réels de renouvellement d'air.

Il est conseillé d'installer des bouches d'extraction à détection de présence afin de moduler le débit en fonction de l'occupation (de 7,5m³/h en inoccupation à 25-90m³/h en occupation).



Ce type de bouche permet la régulation des débits d'extraction de chaque pièce indépendamment l'une de l'autre. Les bouches à détection de présence doivent être associées à des caissons à motorisation à commutation électronique. Cette action n'implique pas le remplacement ou la modification du réseau de gaine existant. Le système peut être couplé à une horloge pour suspendre la ventilation lors des horaires d'inoccupation du site.

Travaux préconisés :

L'investissement prévoit le remplacement du caisson de ventilation existant par un caisson unique à motorisation à commutation électronique, la fourniture et pose de bouches à détection de présence en remplacement de chaque bouche actuelle. Les gains de cette action sont estimés sur la baisse des débits d'extraction et des puissances de ventilateurs caractérisés par un coefficient certifié par avis technique, ce type de système justifie d'un coefficient de 0.8, soit un abaissement des débits moyens journalier et des puissances électriques de 20%.

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 :			Détecteur de présence	1 380 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW			Régulation et commande	1 500 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
12 516 kWh _{ep} 1 %	556 € TTC	931 kgCO ₂ /an	2 880 € TTC	-	6 ans 5 ans

Préconisation n°3

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.

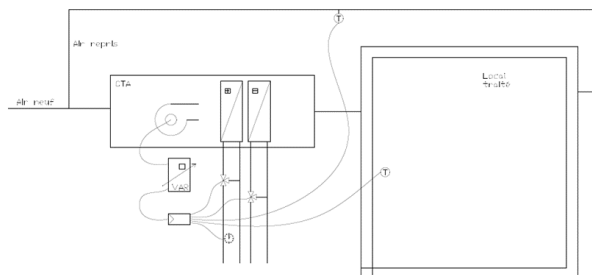


La variation de fréquence est commandée par un régulateur programmé (intégré) permettant d'optimiser la vitesse de rotation en fonction des paramètres définis de débits et de plages horaires avec comme paramètre dérogatoire la consigne de température des locaux. C'est-à-dire que lorsque l'action des 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 :			5 Variateurs	16 000 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW			Régulation et commande	9 000 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-TH-112	TRA
110 642 kWh _{ep} 8 %	4 969 € TTC	10 233 kgCO ₂ /an	25 000 € TTC	116180 697 €	6 ans 5 ans

Préconisation n°4

ECLAIRAGE : Relamping LED

Description :

L'éclairage du bâtiment est essentiellement constitué de tubes fluorescents type T8 et de lampes fluocompactes et halogènes.

Une campagne de modernisation de l'éclairage peut être réalisée 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 fluocompactes sont remplacées par des ampoules LED 8W
- Les lampes halogènes dichroïques 30/50W sont remplacées par des spots LED 8W

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).

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 fluocompactes/halogènes en place.

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 :					
72 luminaires LED			Luminaires LED complet		14 400 €
165 ampoules LED			Ampoules LED		1 600 €
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EQ-127	TRA
280 286 kWhép 5 %	12 113 kWhép 1 %	403 € TTC	-3 980 kgCO2/an	16 000 € TTC	115200 691 €

Préconisation n°5

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 10 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	15 000 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW			Dépose existant	500 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-TH-112	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
25 369 kWh _{ep} 2 %	1 150 € TTC	2 738 kgCO ₂ /an	15 500 € TTC	86950 522 €	14 ans 11 ans

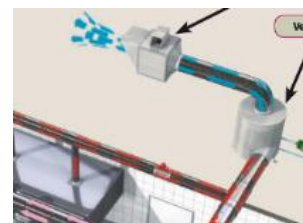
Préconisation n°6**EnR : Récupération d'énergie sur les hottes de cuisson****Description :**

Dans la cuisine, la hotte fonctionne sur une durée assez importante. La mise en place d'un système de récupération d'énergie intégré permettrait de préchauffer le soufflage des centrales « restaurant » ou « cuisine ».

**Objectif et conseils pour la réalisation**

Objectif : Réduire les consommations de chaleur sur le site

Un système de récupération d'énergie air/eau permettrait de récupérer les calories de l'air extrait afin de préchauffer l'air insufflé dans la cuisine. Un échangeur cyclonique est placé sur le circuit d'extraction d'air. Un circuit d'eau récupère l'énergie calorifique qui peut ensuite être valorisée pour le préchauffage de l'air insufflé dans le bâtiment.



Ce système est conçu pour les cuisines professionnelles. Le lavage automatique de l'échangeur est prévu sur l'installation et ne nécessite pas de maintenance particulière. L'efficacité de l'échange est de l'ordre de 65 %.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'un récupérateur air/eau cyclonique. Compris réseau aéraulique, hydraulique et électricité.

Résultats					
Equipements concernés :			Fourniture et pose		15 000 €
Réduction des besoins en chauffage : 51 kW					
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
135 032 kWh _{ep} 10 %	6 206 € TTC	17 601 kgCO ₂ /an	15 000 € TTC	-	3 ans 3 ans

Préconisation n°7

RECUPERATION CHALEUR : Récupération sur production de froid des chambres froides**Description :**

Un système de récupération de chaleur sur la désurchauffe du groupe froid alimentant les chambres froides était initialement présent sur ce site.

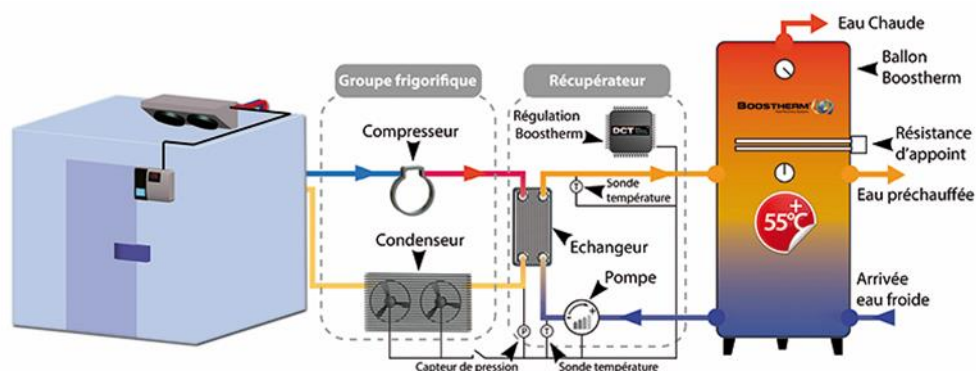
La production de froid centralisée était défectueuse et a été remplacée par des groupes individuels.

La récupération de chaleur pourrait être adaptée au nouveau système.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

Une partie des calories des groupes froids peut être récupérée via un désurchauffeur.

Cette solution consiste à récupérer la chaleur de désurchauffe sur les groupes froids.

**Principe de fonctionnement d'un groupe frigorifique avec récupération de chaleur**

Pour cela il serait nécessaire de raccorder chaque groupe frigorifique à l'échangeur présent dans le local technique.

La chaleur récupérée sera valorisée sur la production d'eau chaude sanitaire.

La puissance thermique récupérée est bien inférieure aux besoins d'eau chaude sanitaire mais pourra permettre de valoriser une partie de cette énergie perdue au condenseur. La récupération possible est estimée à 15% de la puissance de condensation.

L'investissement estimé est donné à titre indicatif et correspond au coût maximum envisagé pour raccorder chaque groupe froid au désurchauffeur existant.

Résultats

Equipements concernés :			Raccordement des 8 groupes froids sur le désurchauffeur existant.		
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW					
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-TH-139	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
4 002 kWhep 0 %	195 € TTC	928 kgCO2/an	5 000 € TTC	114450 687 €	26 ans 17 ans

Préconisation n°8**CLIMATISATION : Remplacement du groupe froid de type air/eau (production d'eau glacée)****Description :**

Le groupe froid qui alimente les batteries froides des CTA fonctionne au R22 (fluide frigorigène interdit pour les nouveaux systèmes) et devra être remplacé en cas de maintenance sur le fluide frigorigène.

Le groupe froide est ancien et son remplacement peut être envisagé.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Améliorer la production de froid « zone Lactarium »

Nous préconisons le remplacement du groupe froid en place par un groupe à eau glacée moderne. Le rendement de génération sera amélioré avec un coefficient EER optimisé. Le groupe froid devra assurer une **puissance frigorifique de 206 kW**.

On privilégiera les groupes avec variation électronique de vitesse dont le système permet d'ajuster la vitesse de rotation du moteur au débit souhaité (transfert du fluide).

Dans le cadre de l'utilisation de froid sur l'année complète, le groupe peut recevoir un module optionnel « free-cooling » permettant de récupérer le froid de l'air extérieur en réduisant le fonctionnement du compresseur.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'un groupe froid de 206 kW pour production d'eau glacée. Compris raccordement électrique et paramétrage de la régulation.

Maintenance particulière : Un entretien régulier (2-3 mois nettoyage) du condenseur doit être réalisé. L'évaporateur et les échangeurs doivent être dégivrés régulièrement.

**Résultats**

Equipements concernés :			Fourniture et pose		25 000 €
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW					
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EQ-130	TRA
82 812 kWh _{ep} 6 %	3 582 € TTC	2 696 kgCO ₂ /an	25 000 € TTC	160930 966 €	7 ans 7 ans

Préconisation n°9

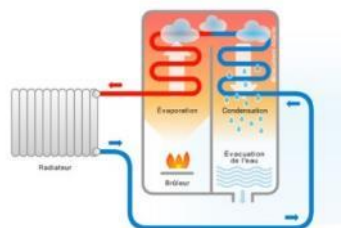
CHAUFFAGE : Chaudière au sol à condensation

Description :

Le chauffage est assuré par 2 chaudières standard fonctionnant au gaz naturel.

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 2 chaudières au sol, gaz, à condensation de 290 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	34 800 €	
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW			Dépose existant	700 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-TH-102	TRA
15 549 kWhép 1 %	759 € TTC	3 630 kgCO2/an	35 500 € TTC	1357610 8146 €	47 ans 25 ans

Préconisation n°10

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 d'un chauffe-eau thermodynamique en remplacement ou en complément de l'installation actuelle.

Objectif et conseils pour la réalisation

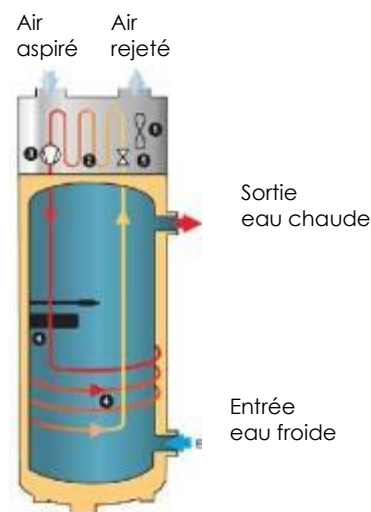
Objectif : Améliorer le rendement de production d'ECS

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. Le chauffe-eau serait installé dans le local technique.

Le chauffe-eau pourrait être utilisé en complément de la chaudière gaz hors des périodes de chauffage afin de permettre son arrêt.

**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		15 000 €
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW					
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
8 422 kWh _{ep} 1 %	585 € TTC	8 248 kgCO ₂ /an	15 000 € TTC	-	26 ans 17 ans

Préconisation n°11

EnR : Chauffe-eau solaire collectif (CESC)

Description :

Afin de diminuer les consommations pour la production d'ECS et valoriser l'espace disponible en toiture terrasse, il est possible de mettre en place une installation avec chauffe-eau solaire collectif.



Objectif et conseils pour la réalisation

Dans le cadre de cette étude, nous envisageons la production d'eau chaude sanitaire par panneaux solaires de type capteur plan avec une installation à vidange automatique. Cette première approche doit être complétée par une étude de faisabilité afin de valider les choix techniques (emplacement, nombre et type de capteurs, dimensionnement des équipements, périmètre classé à proximité...). La connaissance du profil de consommation est déterminante pour le dimensionnement de l'installation.

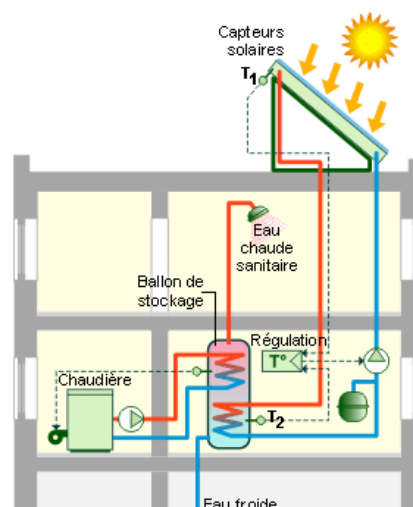
Les faibles besoins estivaux d'ECS en raison de l'occupation du site ont un impact négatif sur la rentabilité de cette solution.

L'installation comprend :

- 20 m² de panneaux solaires thermique de type capteur plan
- un ballon de stockage solaire de 1000 litres permettant de lisser la production.
- un système de régulation pilotant les pompes des circuits primaires et secondaires

L'appoint sera assuré par l'installation existante

Note : la circulation de l'eau dans le ballon peut être réalisée selon différentes techniques : circulation forcée avec circuit bouclé ou circulation forcée auto-vidangeable. De même, pour capter l'énergie thermique, il existe différentes typologies de capteurs : capteur plan et capteur à tubes sous vide. Ces dispositions seront validées lors de l'étude de faisabilité. L'échangeur de chaleur est soit incorporée au ballon (dans les petits collectifs), soit séparé pour une plus grande souplesse d'installation dans les grandes installations collectives.



Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'un système solaire et capteurs solaire à vidange automatique. Comprenant la régulation solaire et de température, sondes et pompe de circulation, vase d'expansion, purgeur, raccordements hydrauliques, groupe de sécurité, fluide caloporteur. Compris raccordement électrique.

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

Résultats					
Equipements concernés :			Fourniture et pose	40 000 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-TH-111	TRA
11 919 kWh _{ep} 1 %	582 € TTC	2 780 kgCO ₂ /an	40 000 € TTC	116378 698 €	>50 ans 31 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 restaurant de **380 000 € 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 décendrage 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
-10 069 kWhep -1 %	3 936 € TTC	68 405 kgCO2/an	380 000 € TTC	-	>50 ans 45 ans

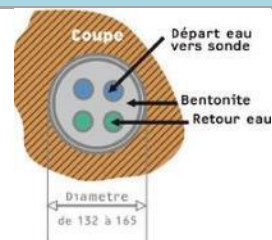
Préconisation n°13**EnR : Pompe à chaleur sur sondes géothermiques verticales pour alimenter l'ensemble du campus****Description :**

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**

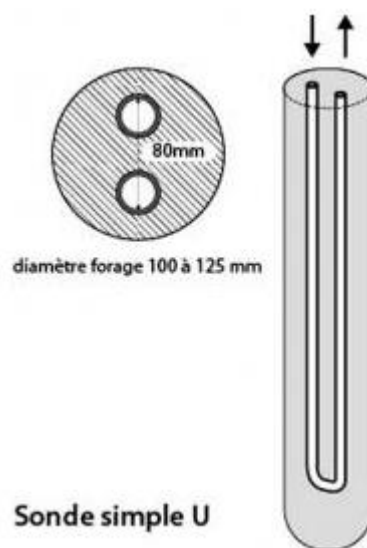
Objectif : Diminuer la facture annuelle de chauffage et utiliser une ressource renouvelable.

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 restaurant de **685 000 € 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					
Equipements concernés :			Forage 35 000 ml	2 000 000 €	
			PAC 3 x 600 KW	1 500 000 €	
Une étude de faisabilité est conseillée pour juger de la faisabilité technico-économique du projet			Local chaufferie + sous stations	500 000 €	
			Réseau de chaleur	500 000 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-TH-113	TRB
Energie	Financière	Emission de GES			TRA
265 401 kWh _{ep} 20 %	13 208 € TTC	71 110 kgCO ₂ /an	685 000 € TTC	780 626 4 684 €	>50 ans 30 ans

3.5 Scénarios d'optimisation

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

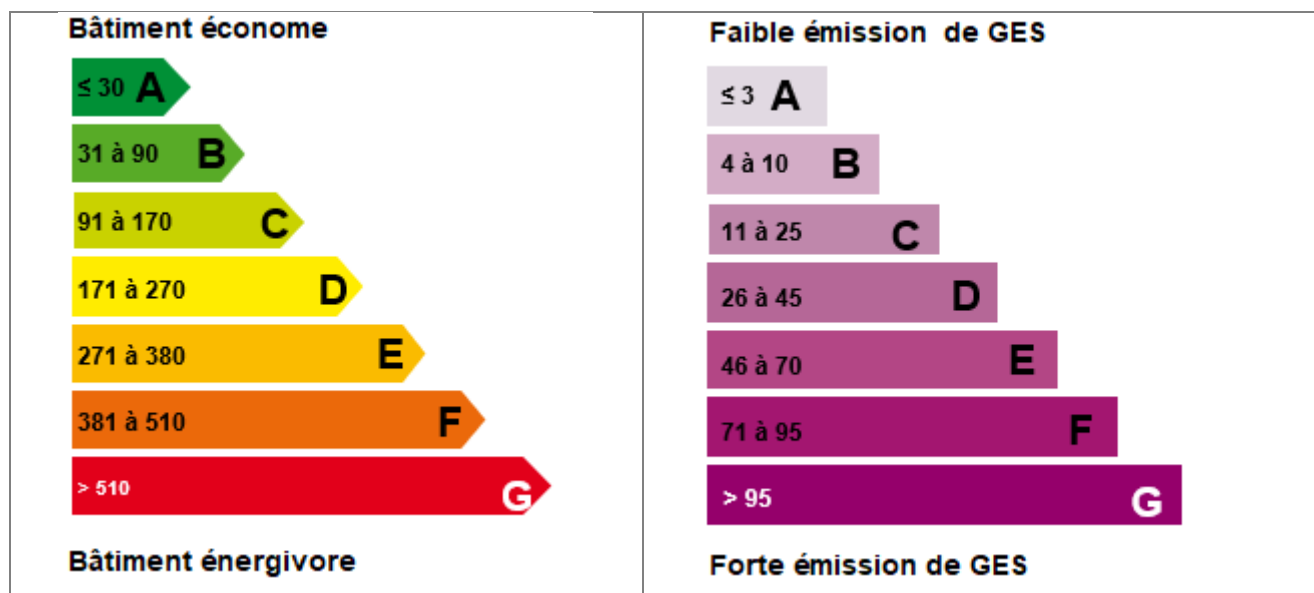
Le site est fortement consommateur en énergie (consommation énergétique de 699 kWh_{EP}/m².an).

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 26 %.

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 chambres froides/sanitaires sur détection de présence	1 800	-	1	0,0	47	38	22
2	Régulation ventilation sanitaire sur détection de présence	2 880	-	7	0,5	556	6	5
3	Régulation VEV sur CTA	25 000	697	59	5,4	4 969	6	5
5	Remplacement circulateurs chauffage	15 500	522	13	1,5	1 150	14	11
6	Récupération de chaleur sur hottes de cuisson	15 000	-	72	9,3	6 206	3	3
7	Récupération de chaleur sur groupes froids	5 000	687	2	0,5	195	26	17
	TOTAL	65 180	1 906	138	15,4	11 849	6	5

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
Restaurant	G 699	G 561	E 60	D 45

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 36 % et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 76 %.

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 chambres froides/sanitaires sur détection de présence	1 800	-	1	0,0	47	38	22
2	Régulation ventilation sanitaire sur détection de présence	2 880	-	7	0,5	556	6	5
3	Régulation VEV sur CTA	25 000	697	59	5,4	4 969	6	5
4	Eclairage LED	16 000	691	6	-2,1	403	40	23
5	Remplacement circulateurs chauffage	15 500	522	13	1,5	1 150	14	11
6	Récupération de chaleur sur hottes de cuisson	15 000	-	72	9,3	6 206	3	3
7	Récupération de chaleur sur groupes froids	5 000	687	2	0,5	195	26	17
8	Remplacement groupe froid (Régulation HP flottante, et variateur de vitesse)	25 000	966	44	1,4	3 582	7	7
10	ECS thermodynamique	15 000	-	4	4,4	585	26	17
13	Production de chauffage centralisée - Géothermie	685 000	4 684	141	37,7	13 208	>50	30
TOTAL		806 180	8 247	249	45,5	22 245	37	25

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
Restaurant	G 699	F 450	E 60	C 15

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 près 75 % 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 chambres froides/sanitaires sur détection de présence	1 800	-	1	0,0	47	38	22
2	Régulation ventilation sanitaire sur détection de présence	2 880	-	7	0,5	556	6	5
3	Régulation VEV sur CTA	25 000	697	59	5,4	4 969	6	5
4	Eclairage LED	16 000	691	6	-2,1	403	40	23
5	Remplacement circulateurs chauffage	15 500	522	13	1,5	1 150	14	11
6	Récupération de chaleur sur hottes de cuisson	15 000	-	72	9,3	6 206	3	3
7	Récupération de chaleur sur groupes froids	5 000	687	2	0,5	195	26	17
8	Remplacement groupe froid (Régulation HP flottante, et variateur de vitesse)	25 000	966	44	1,4	3 582	7	7
11	ECS solaire	40 000	698	6	1,5	582	>50	31
12	Production de chauffage centralisée - Biomasse	380 000	-	-5	36,3	3 936	>50	45
TOTAL		526 180	4 261	191	43,5	21 296	25	19

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
Restaurant	 699	 508	 60	 17

Synthèse des solutions globales

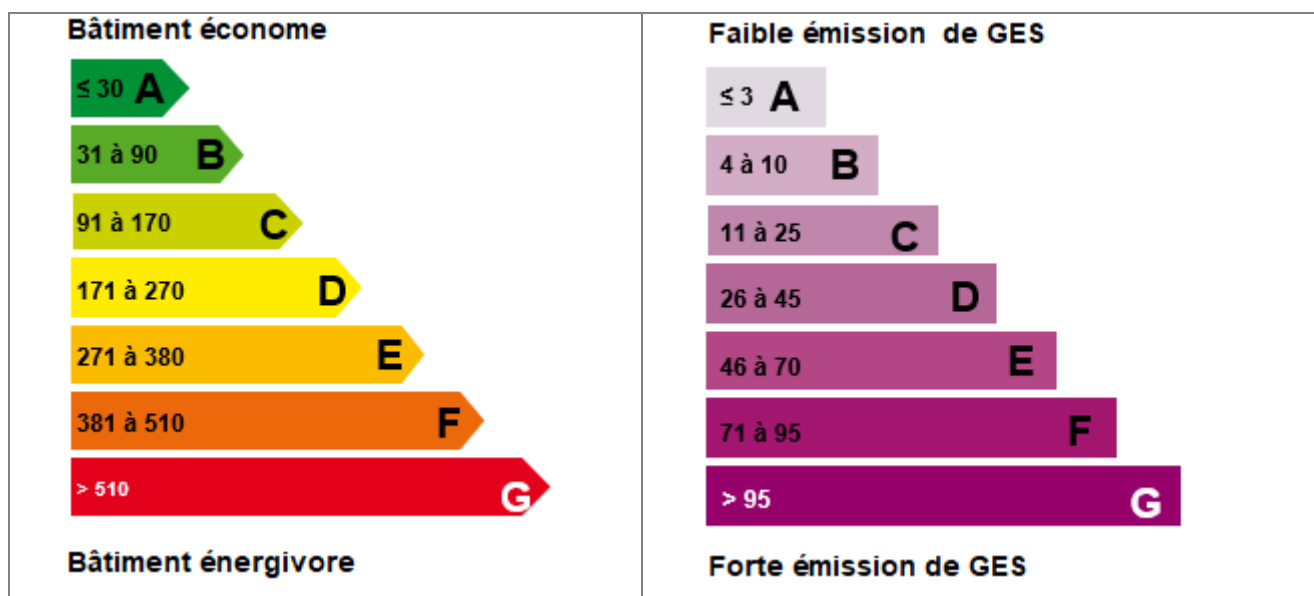
Synthèse des plans d'actions								
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour		P. Therm. kW
	Prix TTC	CEE €	kWh _{EP} /m ² .an	€ TTC/an	kg éq CO ₂ /m ² .an	TRB	TRA	
Scénario 1	65 180	1 906	138 Gain : 20 %	11849	15,4	6	5	212
Scénario 2	806 180	3 563	249 Gain : 36 %	22245	45,5	37	25	212
Scénario 3	526 180	8 247	191 Gain : 27 %	21296	43,5	25	19	212

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

Etiquettes énergie - projets

	DPE Etiquette Energie	DPE Etiquette GES	Dépenses énergétiques annuelles
Etat initial	G 699	E 60	58 958 € TTC
Scénario 1	G 561	D 45	47 109 € TTC
Scénario 2	F 450	C 15	36 713 € TTC
Scénario 3	F 508	C 17	37 662 € TTC

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



4. Conclusion

Le restaurant présente une performance énergétique faible du fait de ses consommations incompressibles (conservations des denrées alimentaires, préparation des repas). Le potentiel d'économie d'énergie sur ce site est intéressant.

Dans un premier temps, il est pertinent d'engager une réflexion sur les actions rapidement efficaces. La régulation de l'éclairage et de la ventilation dans les zones de passage, le remplacement des circulateurs de chauffage les plus anciens et la mise en place de système de récupération de chaleur (hottes aspirante et groupes froids) sont autant d'actions qui permettraient de limiter les consommations de manière significative pour un moindre coût.

Des économies plus importantes sont réalisables en prévoyant le remplacement des équipements énergivores par des technologies plus performantes : éclairage Led, groupe de production d'eau glacée.

Des actions plus ambitieuses peuvent également être envisagée pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire du bâtiment :

- Pompe à chaleur géothermique + chauffe-eau thermodynamique,
- Chaudières biomasse + production d'eau chaude solaire.

A ce titre, une réflexion doit être menée sur la faisabilité d'une production de chauffage centralisée à l'échelle du campus.

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 :

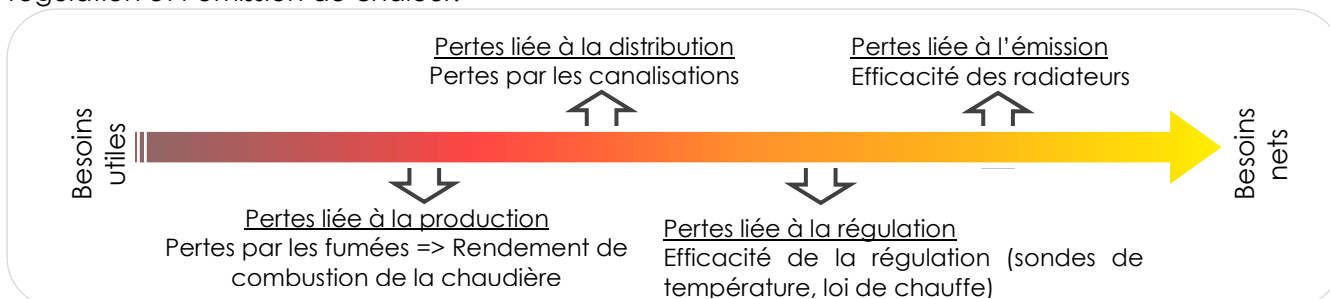
- **l'investissement prévisionnel**, soit le coût d'acquisition et la mise en œuvre.
Les investissements prennent en compte le coût d'acquisition du matériel et de sa mise en œuvre. Les coûts induits spécifiques à la configuration du site ne sont pas intégrés au chiffrage. Les montants indiqués devront 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

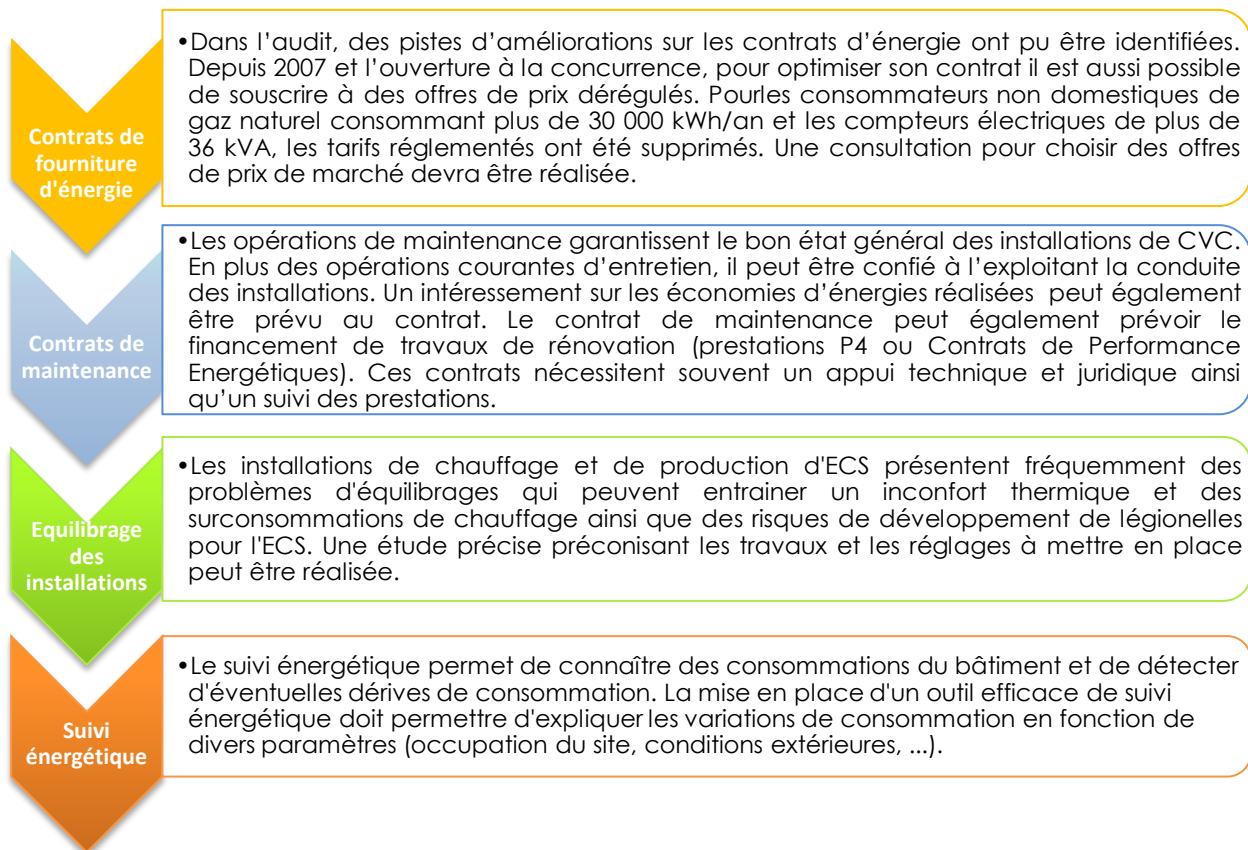
RT : Réglementation Thermique, RT2012 pour les bâtiments neufs et RT existants pour les autres

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)

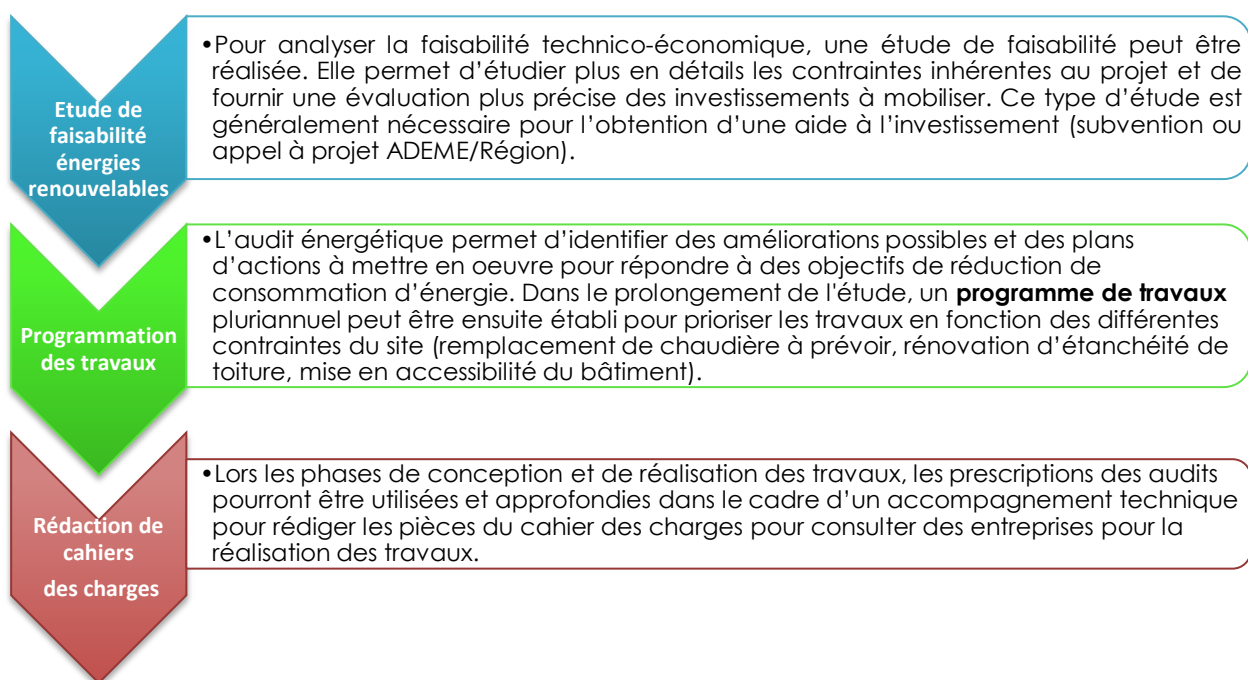
V **VMC** : Ventilation Mécanique Contrôlée

Quelles suites à donner à un audit énergétique ?

Optimiser l'exploitation des bâtiments



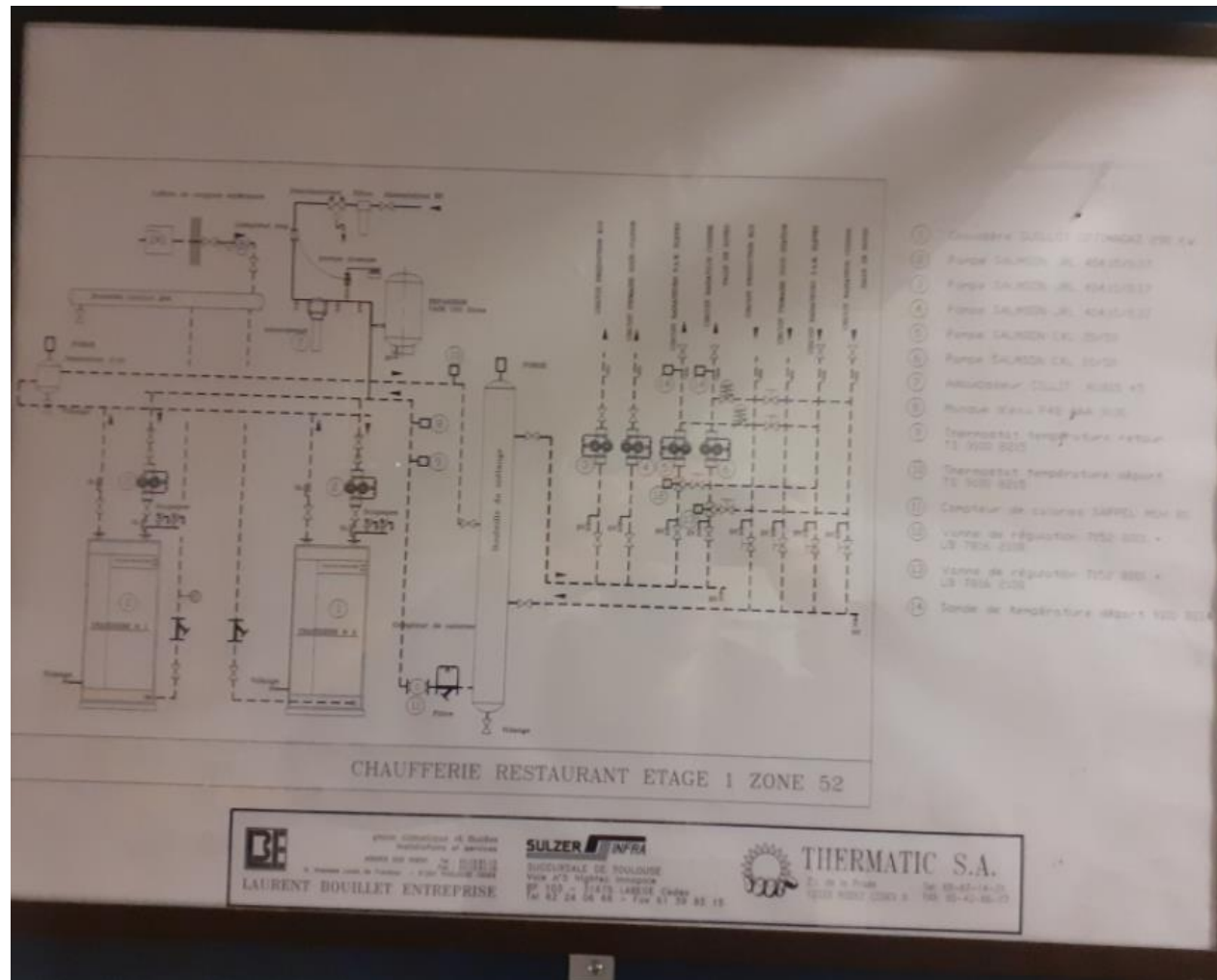
Réaliser des travaux



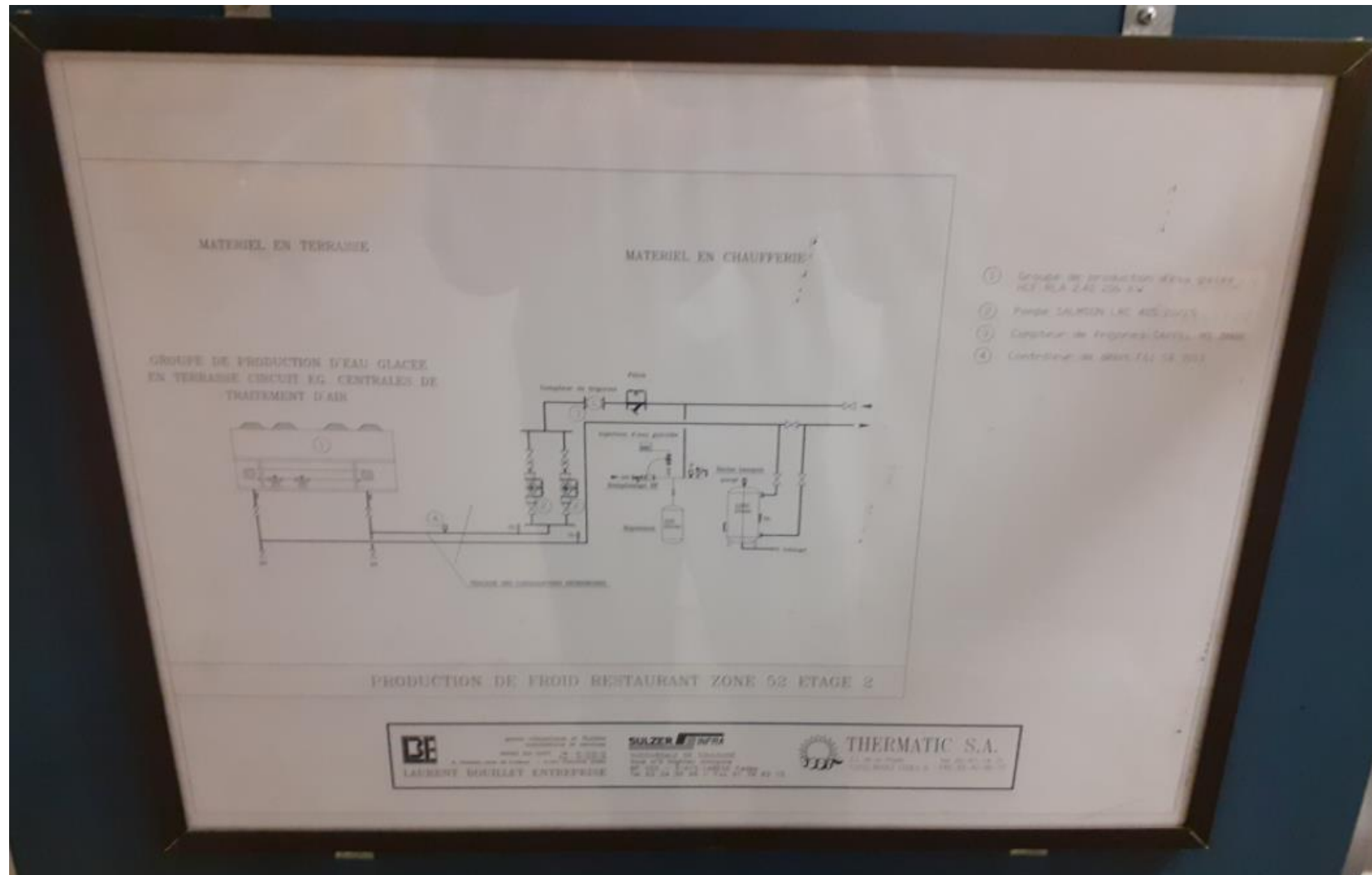
Pour tout renseignement (exemple de cahier des charges, ...) concernant l'ensemble de ces thématiques n'hésitez pas à vous adresser à votre interlocuteur AD3E.

Annexes techniques

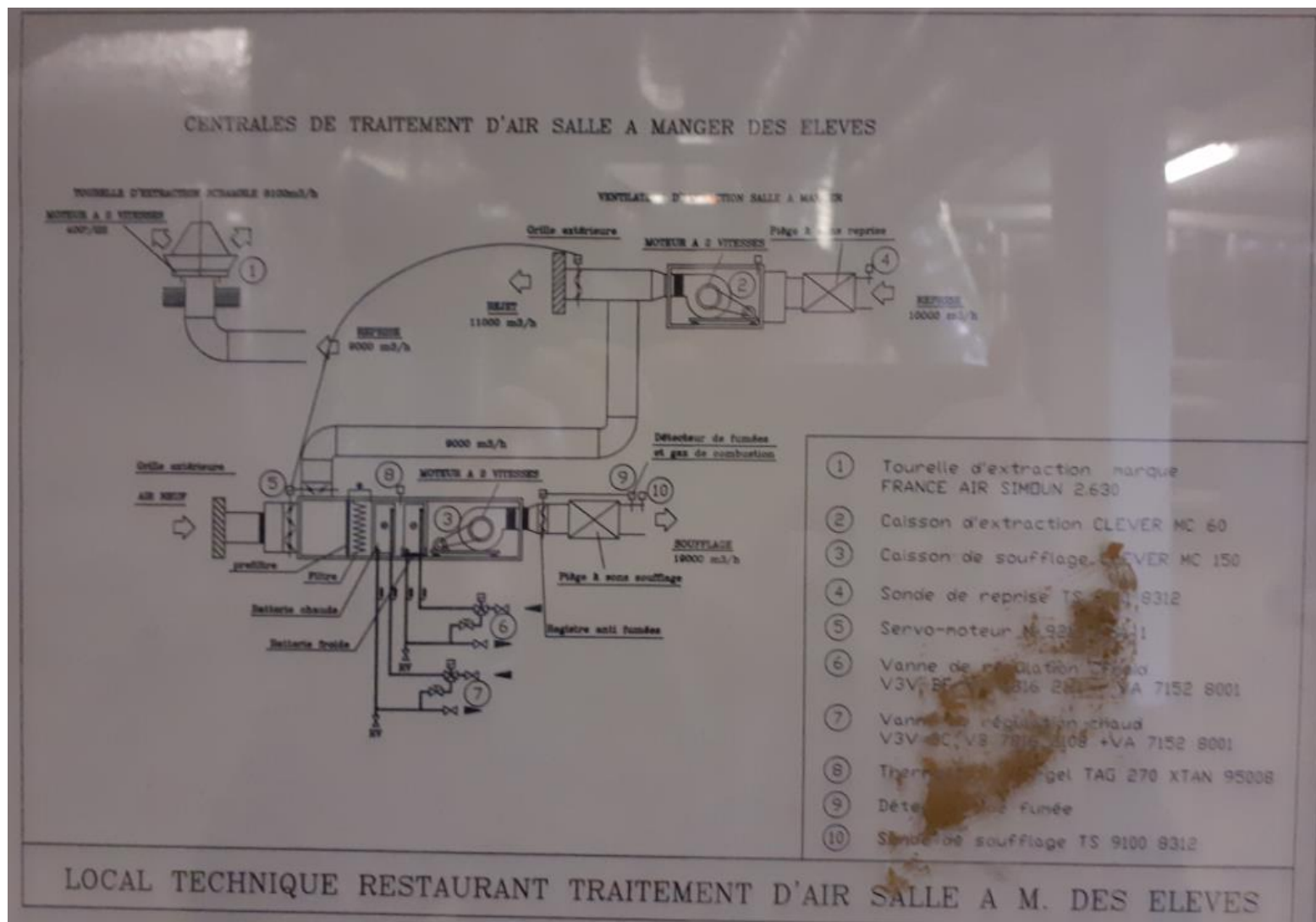
Schémas de principe – Chauffage

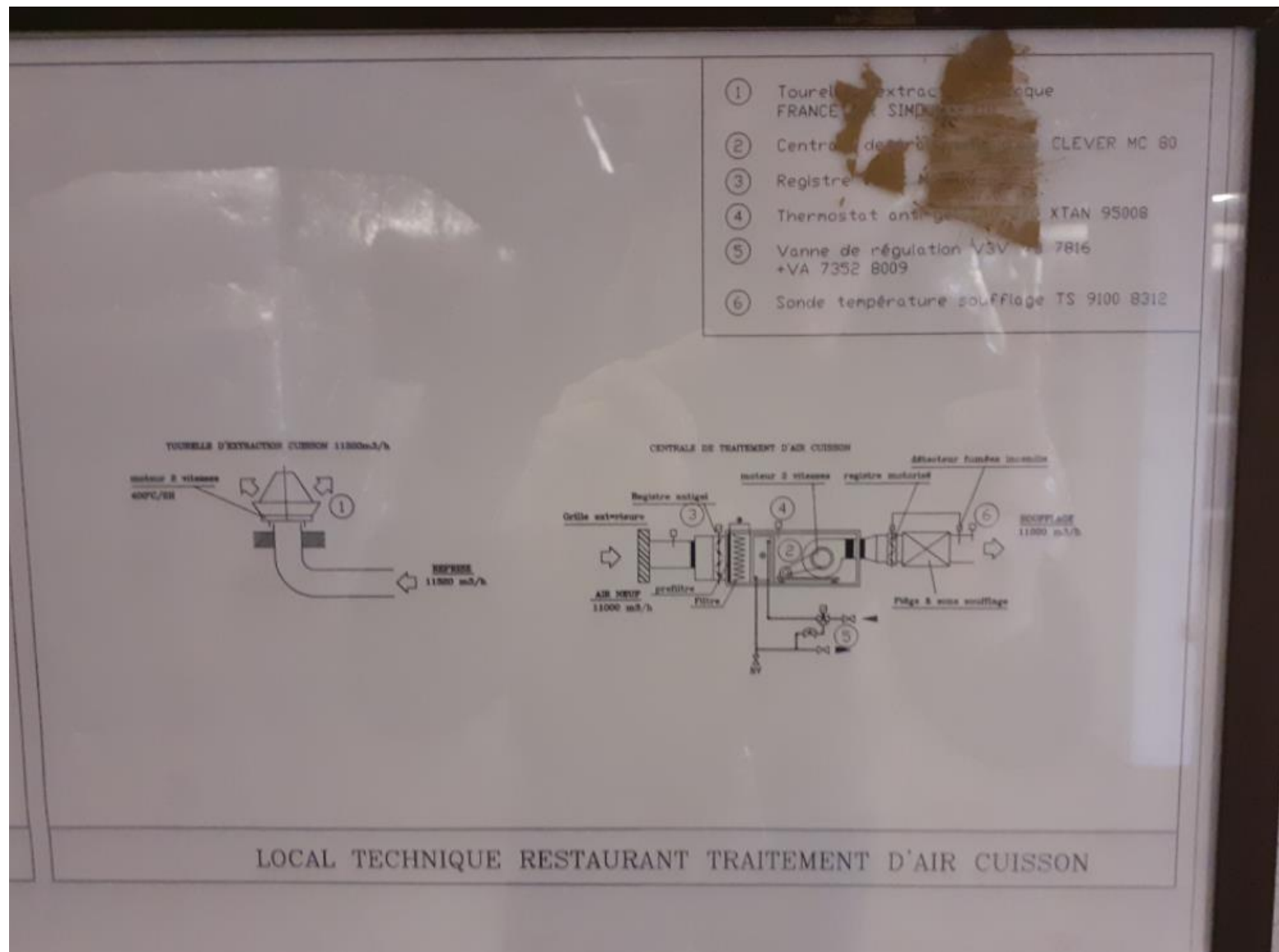


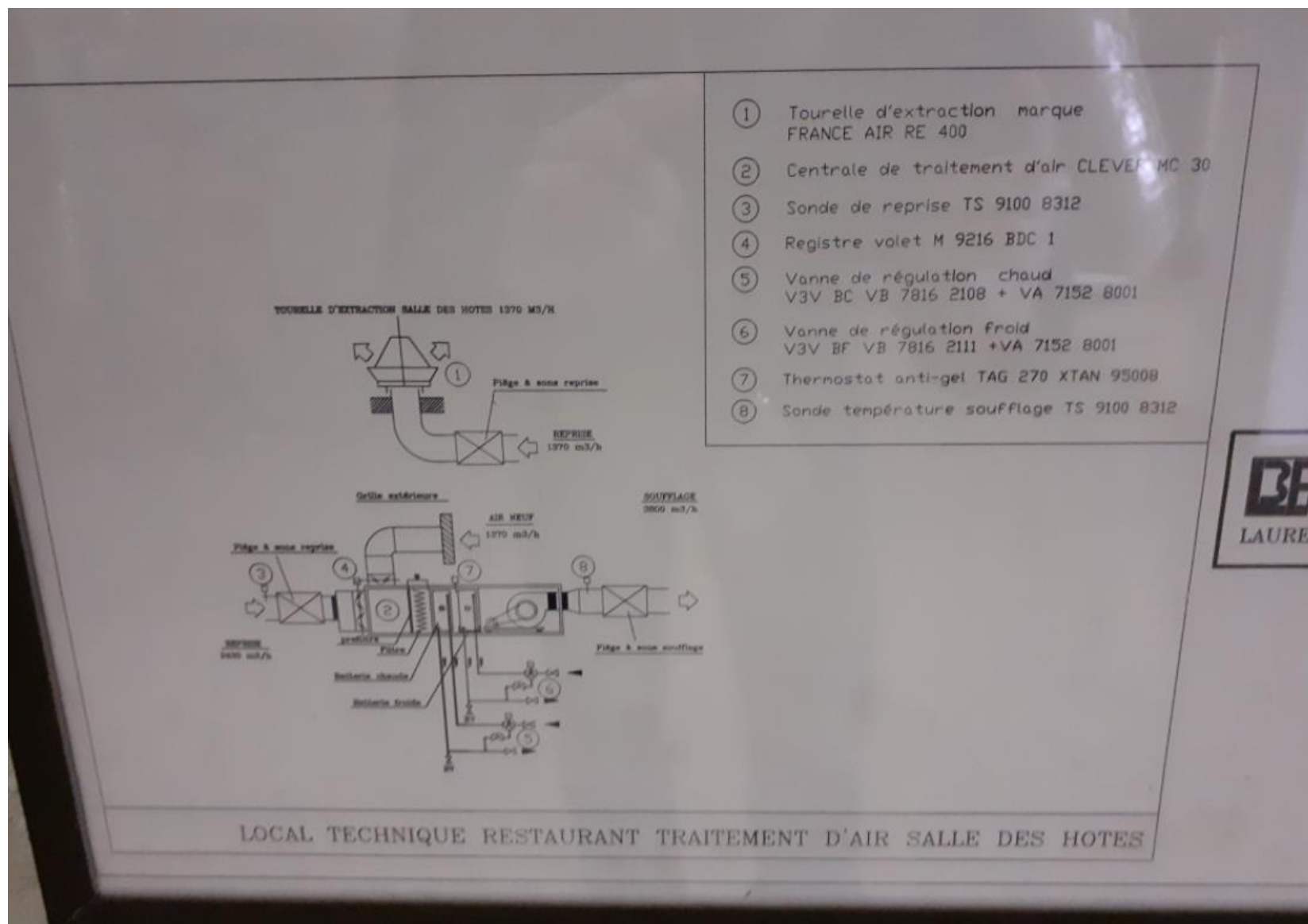
Schémas de principe - Climatisation

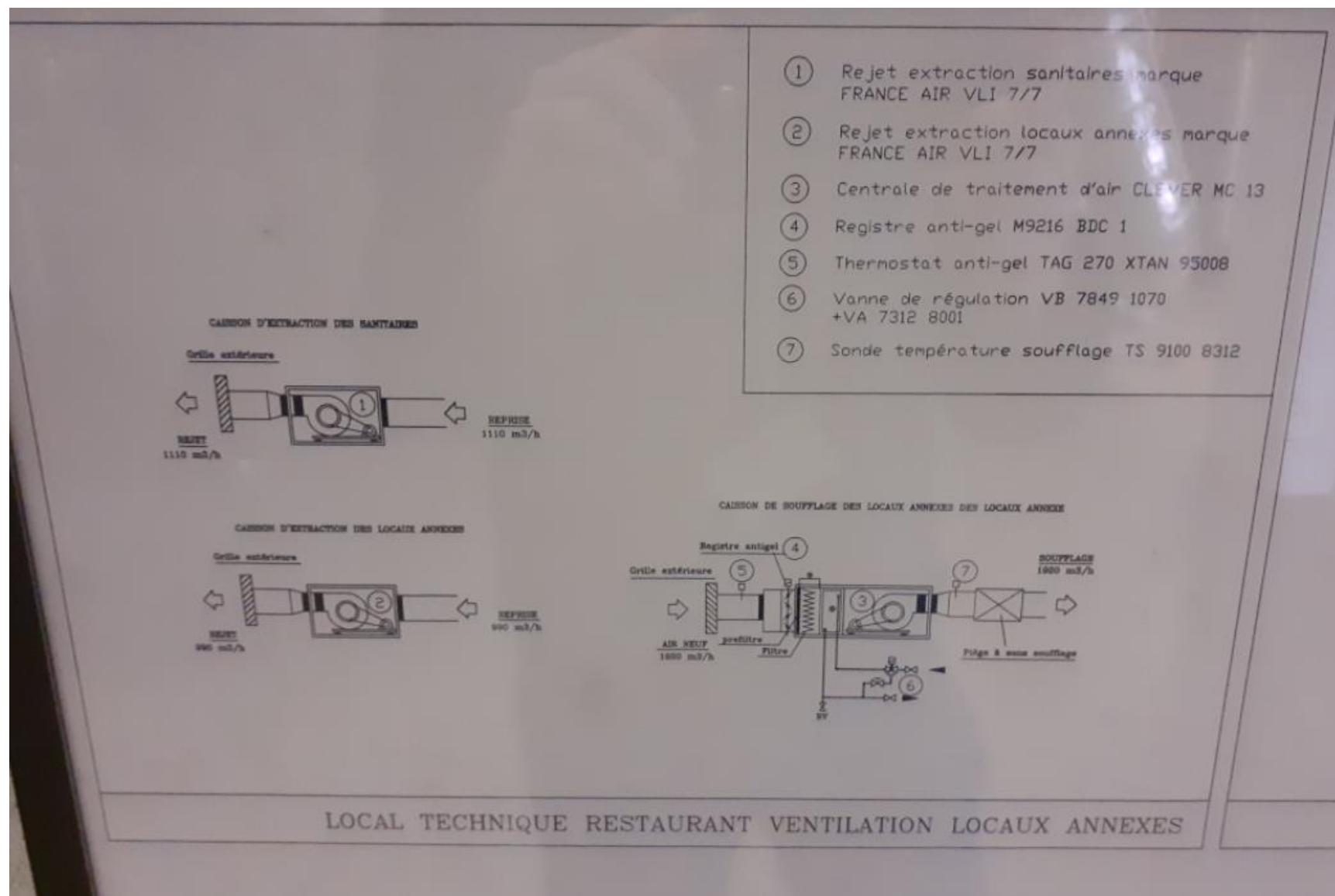


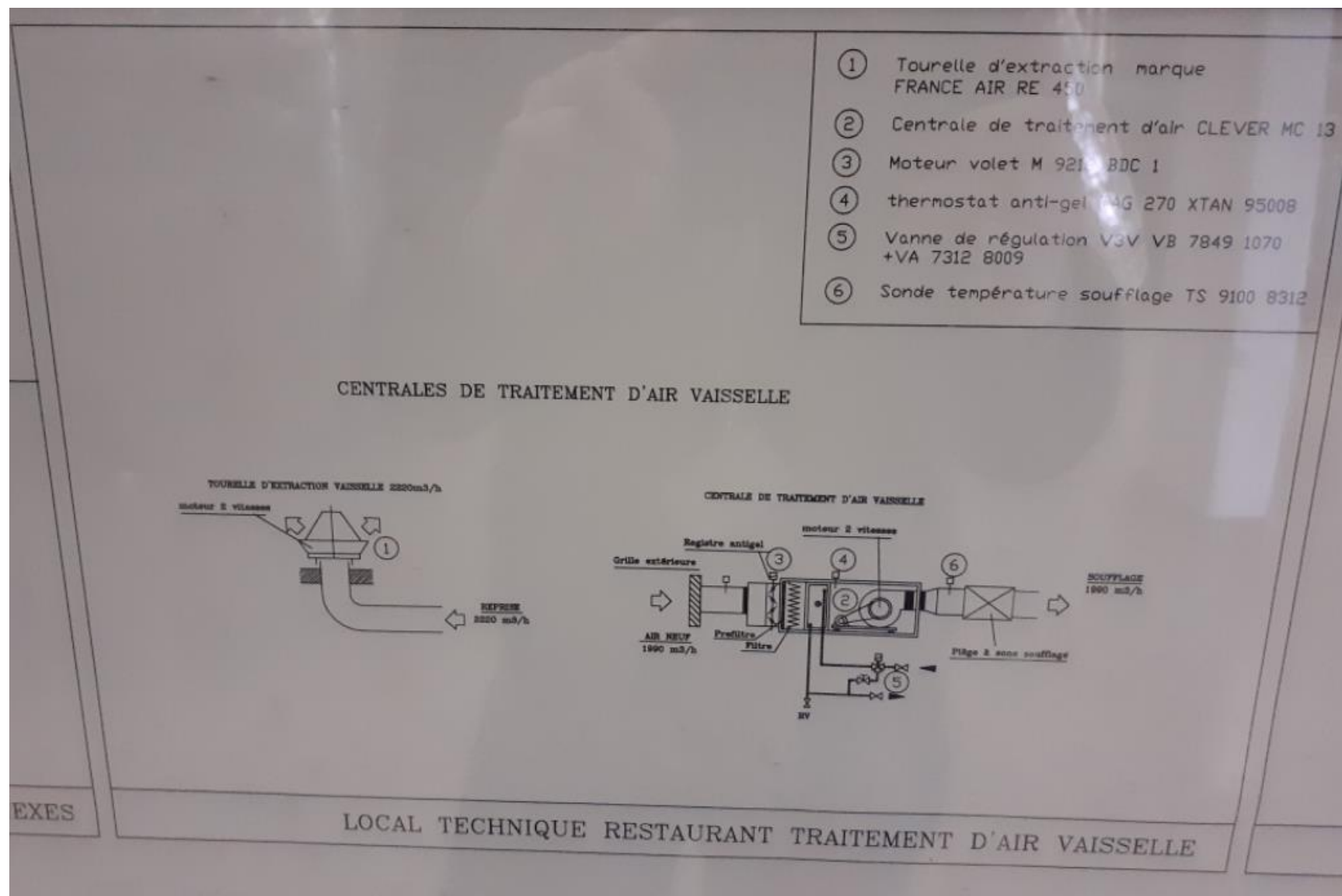
Schémas de principe - Ventilation











Liste des équipements de cuisine