

CAF DE LA MANCHE

SIEGE D'AVRANCHES

Diagnostic énergétique



Rapport 1100514 – Version 2

Gaël BERGER
Juillet 2011

SOMMAIRE

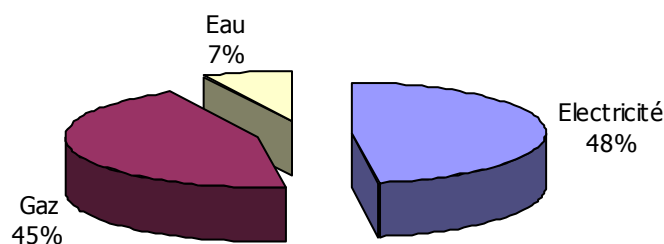
SYNTHESE DE L'AUDIT D'OUVRAGE	A DESTINATION DU MAITRE	5
1- CONSOMMATIONS.....		5
2- POTENTIEL D'AMELIORATION		6
2.1- REPARTITION DES DEPERDITIONS.....		6
2.2- REPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE.....		6
2.3- EXPLOITATION ET CONDUITE DES INSTALLATIONS.....		6
2.4- SYSTEMES.....		7
2.5- IMPLANTATION DES ENERGIES RENOUVELABLES.....		7
• INSTALLATIONS SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES		7
• INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE.....		7
• CHAUFFERIE BOIS		7
2.6- ENVELOPPE		7
3- MISE EN ŒUVRE DES PRECONISATIONS.....		8
4- ETIQUETTE ENERGIE ET CLIMAT		10

AUDIT DETAILLE DU BATIMENT.....	A DESTINATION DU GESTIONNAIRE	11
1- ETAT DES LIEUX		13
1.1- PREAMBULE : DOCUMENTS COLLECTES.....		13
1.2- DESCRIPTION DU SITE.....		14
1.3- DESCRIPTION DE L'EXPLOITATION DES SYSTEMES		17
1.3.1- Rappel : P1, P2, P3, P4.....		17
1.3.2- Analyse de l'exploitation		18
1.4- LES INSTALLATIONS CLIMATIQUES		21
1.4.1- Production de chaleur.....		21
1.4.2- Les réseaux de distribution et émissions		26
1.4.3- La production de froid		27
1.4.4- La ventilation.....		28
1.4.5- La production d'eau chaude sanitaire.....		30
1.5- LES USAGES SPECIFIQUES DE L'ELECTRICITE.....		31
1.5.1- L'éclairage.....		31
1.5.2- La bureautique		32
1.5.3- Les ascenseurs		33
1.5.4- Appareils divers		33
1.6- LES USAGES DE L'EAU.....		33
1.6.1- Les usages de l'eau.....		33
1.7- DESCRIPTION DES CARACTERISTIQUES DU BATI.....		35

1.8-	LE CONTROLE PAR CAMERA INFRAROUGE ET PAR ENREGISTREMENT A DEMEURE DES TEMPERATURES.....	37
1.8.1-	<i>Thermographie infrarouge</i>	<i>37</i>
1.8.2-	<i>Mesures de températures</i>	<i>38</i>
1.9-	LES DYSFONCTIONNEMENTS ET NON-CONFORMITE	40
1.10-	VALIDATION DE L'ETAT DES LIEUX PAR LE MAITRE D'OUVRAGE.....	40
2-	PROFIL ENERGETIQUE DU BATIMENT	41
2.1-	BILAN DES CONSOMMATIONS (FACTURES)	41
2.1.1-	<i>Electricité</i>	<i>41</i>
2.1.2-	<i>Gaz naturel</i>	<i>43</i>
2.1.3-	<i>Eau.....</i>	<i>45</i>
2.2-	ANALYSE DES CONSOMMATIONS DE GAZ	45
2.2.1-	<i>Analyse des déperditions thermiques et des besoins de chauffage.....</i>	<i>45</i>
2.2.2-	<i>Autres consommations de gaz.....</i>	<i>49</i>
2.2.3-	<i>Besoins théoriques de gaz</i>	<i>50</i>
2.3-	ANALYSE DES CONSOMMATIONS ELECTRIQUES	50
3-	SYNTHESE DE L'EXISTANT	51
3.1-	EXPLOITATION ET CONDUITE DES INSTALLATIONS.....	51
3.2-	SYSTEMES.....	51
3.3-	IMPLANTATION DES ENERGIES RENOUVELABLES.....	51
•	INSTALLATIONS SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES	51
•	INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE.....	51
•	CHAUFFERIE BOIS	51
3.4-	ENVELOPPE	52
4-	PRECONISATIONS.....	53
4.1-	INTRODUCTION	53
4.1.1-	<i>Le chiffrage des préconisations</i>	<i>53</i>
4.1.2-	<i>Les niveaux de performances pour le bâti</i>	<i>54</i>
4.1.3-	<i>Les Certificats d'Economies d'Energie (CEE).....</i>	<i>54</i>
4.2-	SYNTHESE DES PRECONISATIONS	55
4.3-	PROPOSITION DE SOLUTION GLOBALE.....	58
4.4-	ETIQUETTES ENERGIE ET CLIMAT	61
4.5-	DETAIL DES PRECONISATIONS	63
4.5.1-	<i>Action prioritaire</i>	<i>63</i>
4.5.2-	<i>Actions Bâtiment.....</i>	<i>64</i>
4.5.3-	<i>Actions électricité.....</i>	<i>66</i>
4.5.4-	<i>Actions gestion et suivi énergétique.....</i>	<i>69</i>
4.5.5-	<i>Actions d'économies d'eau</i>	<i>70</i>
	ANNEXE 1 : DEFINITIONS DETAILLEES DU P2, P3	72
	ANNEXE 2 : PUISSANCES DES EQUIPEMENTS (HORS EQUIPEMENTS CVC)	73
	ANNEXE 3 : CALCUL ENERGIE GRISE DES PRECONISATIONS.....	74
	ANNEXE 4 : BASE DE PRIX UTILISEE	77

SYNTHESE DE L'AUDIT A DESTINATION DU MAITRE D'OUVRAGE

1- CONSOMMATIONS



↳ Electricité

Energie	Consommation (kWh)	Coût annuel (€ TTC)	Coût du kWh (€ TTC)
Electricité	319 883	26 867	0,0840

	kWh consommés /an		Evolution coût du kWh (€ TTC)	
2008	327 414	-	0,0822	-
2009	313 446	-4,3%	0,0829	0,8%
2010	318 790	1,7%	0,0869	4,9%

↳ Gaz

es

Consommations corrigées

Energie	Consommation (kWh)	Coût annuel (€ TTC)	Coût du kWh (€ TTC)
Gaz	521 621	25 247	0,0485

	kWh consommés /an		Evolution coût du kWh (€ TTC)	
2008	539 140	-	0,0484	-
2009	491 525	-8,8%	0,0493	1,7%
2010	534 198	8,7%	0,0478	-3,0%

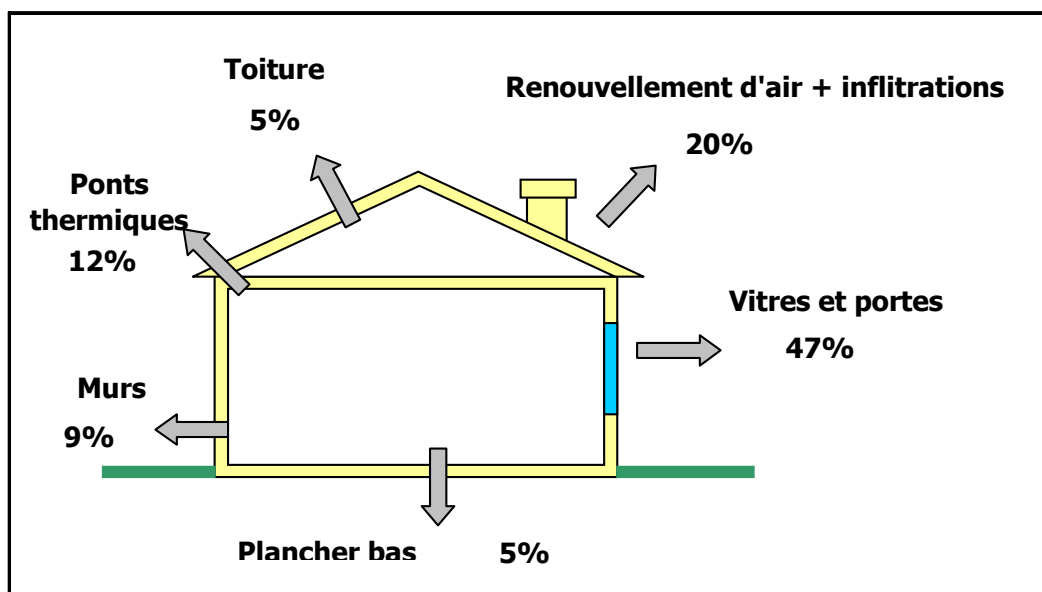
Eau

Fluide	Consommation (m³)	Coût annuel (€ TTC)	Coût du m³ (€ TTC)
Eau	566	1 388	5,80

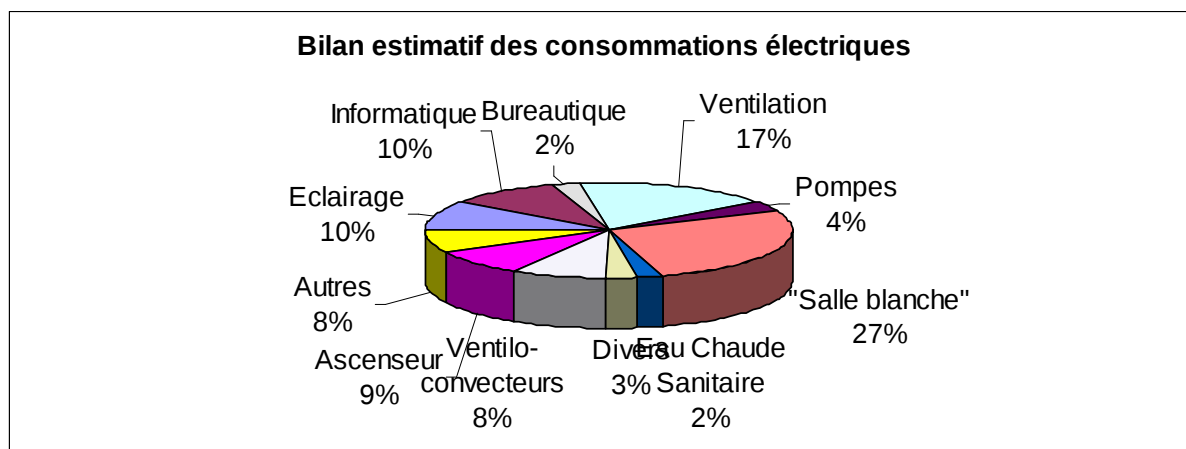
	m³ consommés /an		Evolution coût du m³ (€ TTC)	
2008	-	-	#DIV/0!	-
2009	980	-	-	-
2010	718	-26,7%	5,80	-

2- POTENTIEL D'AMELIORATION

2.1- Répartition des déperditions



2.2- Répartition des consommations d'électricité



2.3- Exploitation et conduite des installations

Les consommations de chauffage du bâtiment sont de 100 à 160 kWh_{EF}/m² chauffés (après remplacement des chaudières). De plus, la performance énergétique du bâtiment correspond à une étiquette D pour l'énergie (Malgré l'assez bonne performance du bâtiment, la salle serveur conduit à une consommation d'énergie primaire élevée). Il existe un besoin fort de réduction des consommations afin d'atteindre l'objectif de l'étiquette B.

L'analyse des factures a révélée une assez bonne de maîtrise des besoins. Cependant, il existe un fort potentiel de réduction des consommations par une meilleure gestion des équipements de ventilation et de chauffage.

Les utilisateurs ont une responsabilité dans le fonctionnement, puisqu'ils influencent les consommations par leurs choix dans le réglage du chauffage de chaque pièce, l'aménagement de l'espace

et dans la bureautique,... C'est pourquoi le maître d'ouvrage devra également impliquer les utilisateurs du bâtiment afin d'atteindre des objectifs de performance.

2.4- Systèmes

En ce qui concerne la production la chaleur, la production a entièrement été refaite en 2010 et les équipements sont assez performants. Les ventilo-convecteurs sont en mauvais état et leur systèmes de commande est peu performants énergétiquement.

Cependant, il existe un fort potentiel de réduction des consommations d'énergie dans l'optimisation des équipements de chauffage et de ventilation, et notamment dans leurs programmations.

Les cumulus pour la production d'ECS sont peu utilisés et sont donc adaptés à l'usage.

Le système d'éclairage qui est installé est peu performant, y compris en terme de gestion. C'est une importante source d'économies d'énergie.

2.5- Implantation des énergies renouvelables

- **Installations solaires photovoltaïques**

Nous ne recommandons pas d'installer des panneaux solaires photovoltaïques. En effet, au vu du tarif de rachat de l'électricité actuel, le temps de retour brut sont supérieur à 20 ans, c'est-à-dire supérieur à la durée du contrat de rachat de l'électricité par EDF.

- **Installation solaire thermique**

Etant donné les faibles besoins en ECS des bâtiments de type bureaux, l'implantation de solaire thermique n'est pas intéressante.

- **Chaufferie bois**

La chaufferie actuelle est neuve, il n'est donc pas préconiser d'installer une chaufferie bois à la place. De plus, celle-ci étant située en toiture, le stockage et l'approvisionnement des chaudières bois s'avèrerait très problématique.

2.6- Enveloppe

Bâtiment B : bâtiment entièrement isolés (planchers bas, murs par l'intérieur et l'extérieur et toiture).

Passerelle : pièce chauffée très déperditive (murs non isolés et simple vitrage). Cette partie est en mauvais état. Il est conseillé de remplacer l'ensemble des parois et de réduire la surface vitrée (pose d'allège de 1m de hauteur).

Bâtiment A : bâtiment isolés (murs par l'intérieur et toiture). Planchers bas sur terre plein ou locaux non chauffés peu déperditifs.

Les vitrages sont en double vitrages avec menuiseries aluminium peu performantes. Celles- posent des problèmes d'étanchéité à l'air et à l'eau et d'ouverture des fenêtres. Il est donc préconiser de les remplacer à court terme. En dehors de la gestion, c'est l'unique moyen de faire baisser fortement les consommations de chauffage du bâtiment.

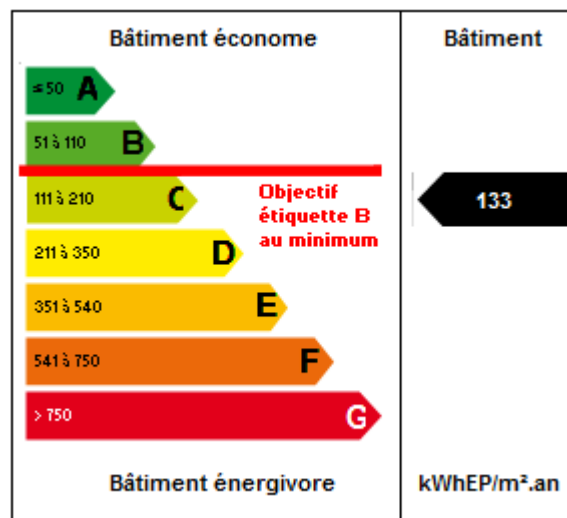
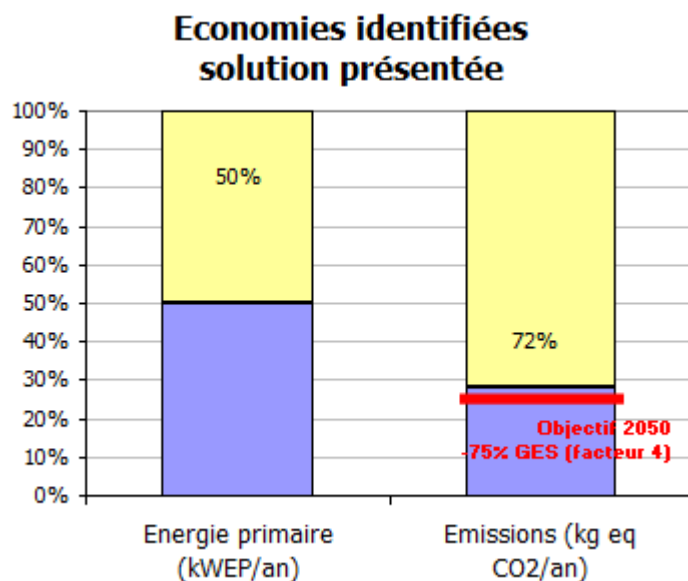
3- MISE EN ŒUVRE DES PRECONISATIONS

☞ *Liste action comprise dans la solution proposée (ensemble des préconisations)*

	Préconisations choisies pour ce scenario
Exploitation et gestion	Conduite installation : Arrêt chauffage le soir et le weekend + optimisation programmation horaire + baisse température à 20°C
	Asservissement des ventilo-convecteurs à l'occupation des locaux (Mise en place d'horloge sur le départ 'ventilo-convecteurs" de chaque tableau électrique de chaque étage.
	Mise en place d'une horloge sur chaque VMC simple flux (arrêt ventilation sanitaires en inoccupation) + Programmation des horaires de fonctionnement de la ventilation des bureaux à l'occupation des locaux.
	Mise en place d'un compteur d'énergie au niveau du TGBT sur les 3 départs (bâtiment A, B et salle blanche)
	Généralisation d'EnergyStar (mode veille) et déconnection du réseau en absence (multiprises)
	Conduite installation : Arrêt chauffage le soir et le weekend + optimisation programmation horaire + baisse température à 20°C
	Asservissement des ventilo-convecteurs à l'occupation des locaux (Mise en place d'horloge sur le départ 'ventilo-convecteurs" de chaque tableau électrique de chaque étage.
Systèmes	Remplacement de l'éclairage fluorescent par un éclairage plus performant (T5 + ballast électronique) hors archives et locaux peu utilisés aux niveaux 0)
	Remplacement des ampoules énergivores par des ampoules basse consommation
	Mise en place d'un système de gestion de l'éclairage (minuterie ou détecteur de présences) dans les zones à occupation intermittente
Bâti	Bâtiment A : Remplacement de l'ensemble des ouvrants
	Bâtiment B : Remplacement de l'ensemble des ouvrants
	Passerelle : Réfection des murs et de la toiture avec : - Réfection et isolation de la toiture - Remplacement des vitrages avec allège opaques isolantes jusqu'à 1m de hauteur.

↳ **Tableau récapitulatif solution proposée**

solution globale objectif étiquette B	Investissement		Économie identifiée				Etiquette après travaux		Valorisation CEE *	RSI net actualisé avec l'aide maximum sur l'investissement net années
	Brut €TTC	net (avec vétusté) €TTC	Électricité kWhEF/an	Combustible kWhPCI/an	Coût fonctionnement €TTC/an	kgCO2/an	Etiquette énergie	Etiquette climat		
	780 000 €	185 058 €	102 865	383 495	5 248 €	98 378	C	B	11 469 €	24



Investissement (€ TTC)	
Total	780 000
Par m²	340

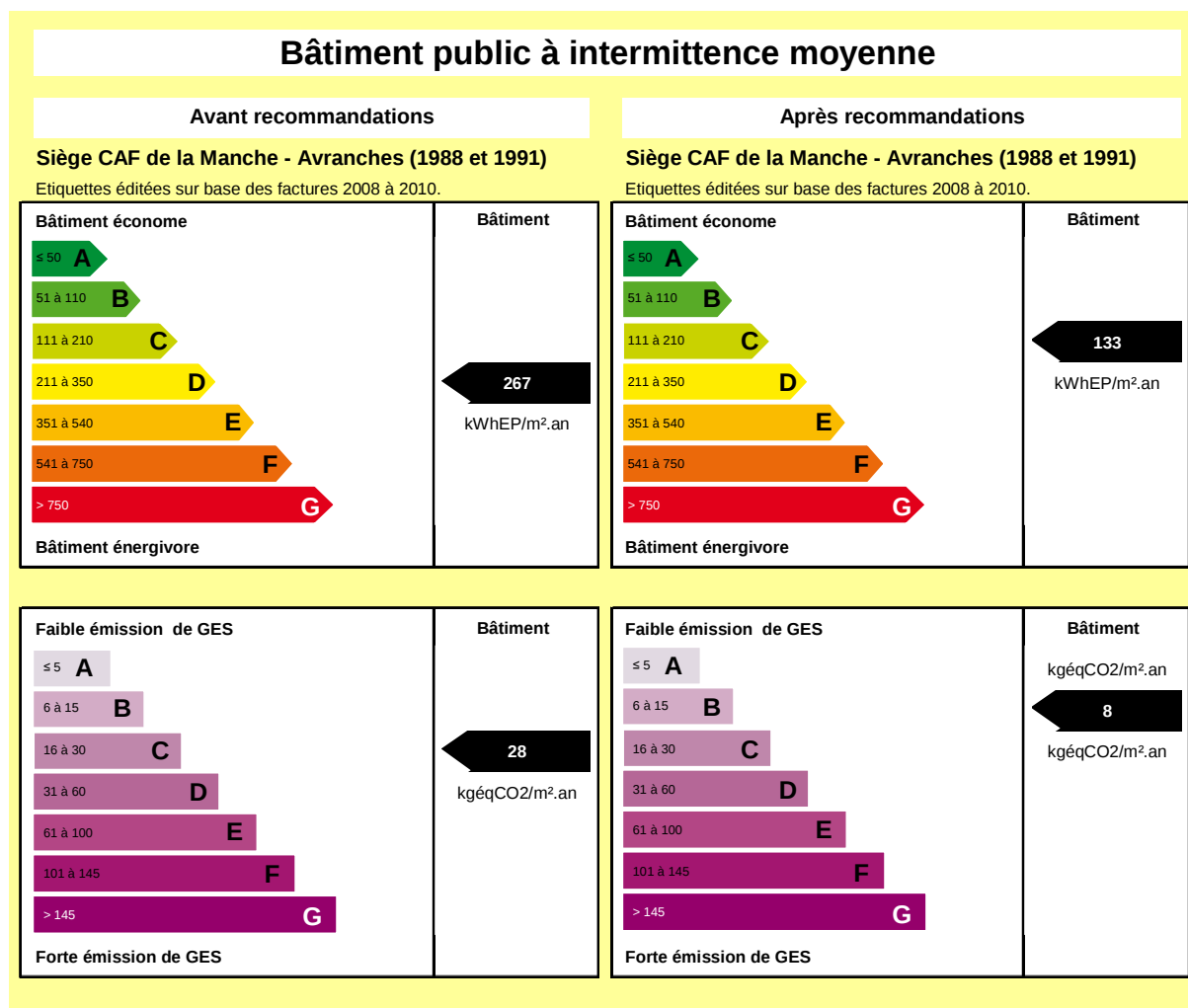
La situation de référence est la moyenne de ces 3 dernières années. L'économie due au remplacement des équipements de production de chaleur a été prise en compte dans ce scénario.

Il est donc calculé ici la consommation du bâtiment au cas de remplacement des fenêtres. Les préconisations permettant de réaliser le plus d'économies sont :

- L'arrêt du chauffage hors occupation des locaux et l'optimisation de la programmation du chauffage,
- Le remplacement de l'ensemble de l'éclairage.
- L'arrêt de la ventilation hors occupation.
- L'arrêt des ventilo-convecteurs hors occupation.

4- ETIQUETTE ENERGIE ET CLIMAT

↳ *Etiquette Energie et Climat avant et après préconisations*



Commentaires

La situation de référence est la moyenne de ces 3 dernières années.

L'ensemble de nos préconisations permet une baisse importante des consommations (division par 2) et des émissions de gaz à effet de serre (division par 3). Les consommations d'électricité baisseront et permettront d'être en classe C de l'étiquette Energie, L'objectif n'est donc pas atteint. En décomptant la consommation de la salle serveur, les consommations seraient de 107kWhEP/m² et l'objectif (étiquette B) serait donc atteint.

AUDIT DETAILLE

A DESTINATION DU GESTIONNAIRE DU BATIMENT

ABREVIATIONS

C2E ou CEE	Certificats d'Economies d'Energie
CSPE	Charge de Service Public de l'Electricité
CVC	Chauffage Climatisation Ventilation
DJU	Degré Jour Unifié
DV	Double Vitrage
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EF	Eau Froide
EnR	Energie(s) Renouvelable(s)
KWh EF	KWh d'énergie finale
kWh EP	kWh d'énergie primaire
P1, P2, P3	Options des contrats d'exploitation des équipements climatiques ; P1 : fourniture du combustible, P2 : entretien courant (type de contrat le plus répandu), P3 : gros entretien comprenant le remplacement des équipements
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
PCS	Pouvoir Calorifique Supérieur
RSI	Retour Sur Investissement ²
SV	Simple Vitrage
T5	Type de luminaire : tube fluorescent haut rendement associé à un ballast électronique
T8	Type de luminaire : tube fluorescent associé à un ballast ferromagnétique
VEV	Variation Electronique de Vitesse
V3V	Vanne 3 voies
VS	Vide Sanitaire

1- ETAT DES LIEUX

1.1- Préambule : documents collectés

<i>Fluides 2008-2009-2010</i>						
Gaz	Réseau de chaleur	Fioul	Electricité	Eau	Est-ce que l'on a toutes les factures?	Saisie
oui	Sans objet	Sans objet	oui	oui	oui	

<i>Plans bâtiments</i>					Contrats d'exploitation et de maintenance des équipements climatiques	DOE
Plan de masse	Plans de niveaux	Coupes	Plans des façades	Plans des réseaux		
oui	oui	oui	oui	oui	oui	Non

<i>Installations techniques</i>				<i>Autres</i>	
Schémas	Inventaire éclairage	Inventaire informatique - bureautique	Relevés de sous-compteur	Rapport d'audit énergétique, DPE	Autres
En partie	non	oui	Pas de sous-compteur	non	Sans Objet

1.2- Description du site

Adresse du site
Siège d'Avranches 63, Boulevard Amiral Gauchet 50 306 Avranches
Audit� le : 2 février 2011

Liste des intervenants		Nom	Tél	Mail
Maître d'ouvrage	CAF Orne			
Responsable site	Responsable admin générale	Hervé Renard	02 33 68 65 15	herve.renard@caf.fr
		Gilles Lefranc		
Chauffage P1	GDF	-		
Chauffage P2	Entreprise Fouchard	Frédéric Fouchard	02 33 76 61 61	-
Electricité	EDF	EDF		
Auditeur	Inddigo	Gaël BERGER	01 42 46 85 39	g.berger@inddigo.com

Donn�es du patrimoine	
Nombre de bâtiments	2
Année de construction bâtiment A	1957
Année de réhabilitation bâtiment A	1988
Année de construction bâtiment B	1987
Surface SHON (m ²) ou Surface utile de bureau (m ²) <i>pour les sites n'occupant qu'une partie des surfaces du bâtiment</i>	4 890 m ²
Surface chauff�e (m ²)	4 400 m ²
Type d'énergie	
Chauffage	Gaz
ECS	Electricité
Fonctionnement	
Vocation du bâtiment	ERP niveau 5
Effectif	142
Nombre de repas servis par jour	0
Nombre de semaines d'ouverture/an	52
Durée de la saison de chauffe	190j (7oct → 15 avril)

Description du site

Le site est composé de deux bâtiments. Le bâtiment A (le plus ancien) servant notamment pour l'accueil, construit en 1957 et rénové en 1988, juste après la fin de la construction du bâtiment B. Celui-ci est un peu plus grand que le premier. Les équipements électriques, le système de ventilation et de chauffage des deux bâtiments sont identiques. Une passerelle, reliant les deux parties des locaux, a été également été créée en 1990.

Un logement de fonction est présent sur le site. Celui a son fonctionnement indépendant des deux bâtiments et n'est pas intégré au périmètre de la présente étude.



Vue du ciel



Façade/bâtiment A



Façade/bâtiment B

Le zonage reflète les conditions réelles d'utilisation et d'occupation :

Bâtiment	Zone	Occupation /caractéristique
Bâtiment A	RDC accueil	Pas de bureaux permanents, accueils du public (8h30 →12h et 13h→16h30 en semaine)
Bâtiment A	RDC salle blanche	Salle serveur – climatisé et ventilé spécifiquement – installation CVC neuve.
Bâtiment A	RDC archives	Archives peu chauffés.
Bâtiment A	1 ^{er} au 4 ^{ème} étage	Bureaux et salles de réunion standards
Bâtiment A	Combles – salle de réunion	3j/semaine
Bâtiment B	RDC – salles et bureaux CE	Utilisé en cas de pot et coin repas personnels établissement
Bâtiment B	RDC Archives	Archives peu chauffés.
Bâtiment B	RDC garage - atelier	Non chauffé
Bâtiment B	1 ^{er} au 3 ^{ème} étage	Bureaux et salles de réunion standards

Commentaire :

Les locaux des étages des bâtiments du site ont une occupation de bureaux classique.

Les RDC n'ont aucun bureaux et ont des usages spécifiques : accueil public, archives, salle informatique et garage/atelier.

1.3- Description de l'exploitation des systèmes

1.3.1- Rappel : P1, P2, P3, P4

Si l'on raisonne en coût global, la facture énergétique se décompose en plusieurs éléments appelés P1, P2, P3 et P4.

Composante	Description
P1	Fourniture du combustible. Cela correspond aux factures EDF et GDF, dans le cas où c'est le maître d'ouvrage qui a un contrat directement avec les fournisseurs (GDF et EDF par exemple). Si le maître d'ouvrage contracte un contrat P1 avec l'exploitant, ce dernier paiera les factures aux fournisseurs. Le maître d'ouvrage paiera à l'exploitant un prix incluant la marge touchée par l'exploitant sur ce service de vente d'énergie.
P2	Entretien courant Conduite et maintenance des installations
P3	Gros entretien comprenant le remplacement des équipements Le programme de gros entretien et renouvellement (GER), désigne les travaux destinés à remplacer les constructions et équipements arrivant en fin de vie (renouvellement « total ») ainsi que les grosses réparations et les grosses révisions. Ces prestations font l'objet de constitution de provisions (Provisions pour Grosses Réparations- Renouvellement) qui sont débloquées le moment venu (c'est à dire selon un programme préétabli couvrant la durée du contrat) pour effectuer le renouvellement des ouvrages concernés. En plus de ces opérations de renouvellement « total » programmé, des renouvellements « partiels » de certains composants sont réalisés à l'occasion d'opération de grosse révision. Il s'agit d'opérations préventives visant à sécuriser la disponibilité du matériel "vieillissant".
P4	Ingénierie financière et travaux L'annuité de financement de tout ou partie d'installation

1.3.2- Analyse de l'exploitation

Analyse du contrat

		Analyse du contrat
Type de contrat		Prestations forfaitaires PF
Prestataire		Entreprise FOUCHARD
Période	Date de prise d'effet	1er janvier 2011
	Durée	1 an
	Date de fin	31 décembre 2011
Renouvellement		Par reconduction expresse
Prestations	P1, P2, P3	P2
Energie CH ECS		Electricité
Périmètre	Chauffage	Production - Emission
	ECS	Production
	Ventilation	CTA, Caisson VCM, Distribution, Diffusion
	Climatisation	oui
	Autres	
Puissance		460
Montant	Montant contrat	12 504,18 €
	P1	- € (Facture GDF)
	P2	12 504,18 €
	P3	- €
Périodicité de l'entretien		1 à 3 visites par an selon équipements

Application du contrat

		Application du contrat
Type de contrat		Prestations forfaitaires PF
Respect du contrat	Manques	Contrat ne mentionnant pas l'ensemble des équipements de CVC (seulement ceux du bâtiment B)
	Existe-t-il un contrôle de la précision compteur?	Sans objet
	Application formule d'intéressement	Sans objet
Avis sur qualité de maintenance des	Maîtrise des consommations	Réglage installations suivant demande CAF.

installations	Autre	Pas de problème particulier connu
Possibilité avenant ou nouveau contrat	Si €/P _{chaud} installée > certaine limite, mise en garde	
Propositions d'améliorations : ventilation, ascenseurs...		Inscrire un contrôle des réglages des installations dans le contrat de maintenance, à vérifier annuellement. L'ensemble des équipements de CVC (Chauffage, Ventilation et Climatisation) devrait être concerné.

Commentaire :

Il est urgent de mettre à jour l'ensemble la liste de matériels compris dans le présent contrat, y compris ceux concernant les équipements de froid.

Il serait également intéressant, pour une maîtrise de l'énergie consommée, d'inscrire dans le contrat de maintenance les horaires à programmer ainsi que les réduits pour chaque zone chauffé ainsi que pour les équipements de ventilation.

Compteurs existant

Poste	Présence d'un compteur	
	Oui	non
chauffage	X	
ventilation		X
refroidissement		X
éclairage		X
bureautique et serveurs		X
production d'ECS		X
ascenseurs		X
salles informatiques		X
cuisine		X
autres usages		X

Commentaires

Un seul départ, depuis la chaufferie, permet de chauffer le bâtiment A. Il serait donc possible d'installer un compteur de chaleur sur ce départ pour connaître les consommations de chaleur de chaque bâtiment.

L'arrivée d'électricité est en bordure de propriété. Il y a alors les compteurs ainsi que la coupure générale du site. Il y a alors 3 départs pour chaque TGBT :

- 1 pour le bâtiment B ;
- 1 pour las salle blanche et la climatisation au RDC du bâtiment A ;
- 1 dernier pour le reste du bâtiment A.

- Un départ a lieu pour le logement. Il est conseillé d'installer un compteur électrique à ce niveau pour connaître les consommations du logement.

Une répartition plus fine de la distribution est effectuée au niveau de chaque TGBT puis des armoires divisionnaires à chaque étage.

Nous préconisons la mise en place d'un plan de sous-comptage électrique, en disposant des sous-compteurs au niveau des 3 départs du TGBT.

L'ensemble des armoires électriques étant aux normes actuelles, il ne sera pas nécessaire d'intervenir sur le reste des équipements électriques lors de l'installation de ces sous-compteurs.

1.4- Les installations climatiques

Chaque élément fait l'objet d'une note fonction de son état de vétusté et du niveau d'urgence à réaliser des travaux:

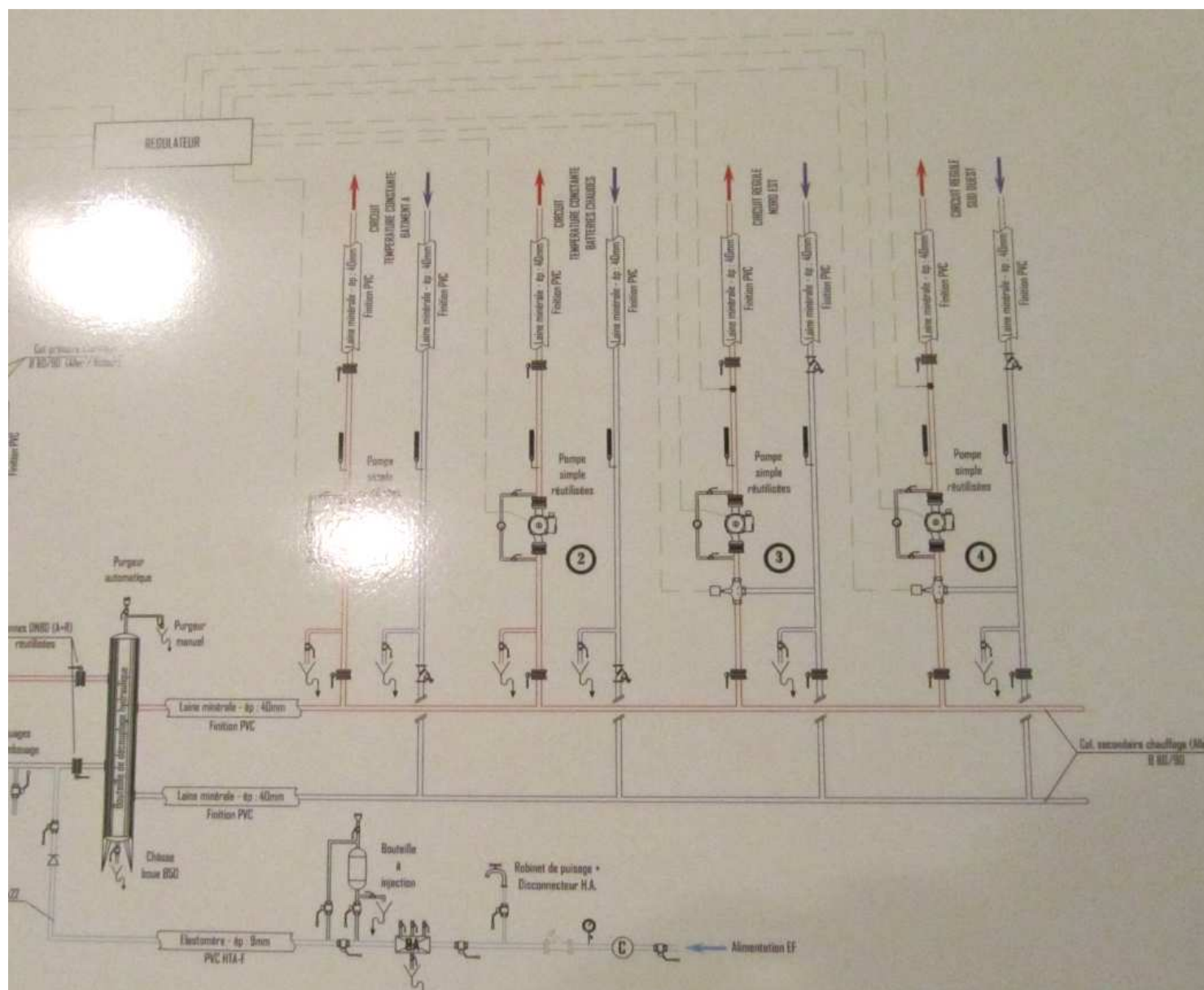
Cotations vétusté	1	équipement remplacé il y a moins de 5 ans
	0.8	durée de vie supérieure à 15 ans
	0.6	durée de vie supérieure à 10 ans moyennant un entretien minimum
	0.4	programmation du remplacement à faire (de 5 à 10 ans)
	0.2	élément à remplacer à court terme (- de 5 ans)
	0	élément à remplacer à très courts terme et ou dont la programmation est déjà faite

1.4.1- Production de chaleur

L'ensemble des équipements de production de chaleur se trouve en sous-station (RDC, coté ouest, donnant sur porche). Peu de place disponible.

Type	Nature	Caractéristiques	Puissance	Commentaire	Cotation
Chaudière (2010)					
Chaudière 1	Gaz	Dedietrich C230 210-Eco	230 kW	Chaudière condensation, neuve (été 2010)	1
Chaudière 2	Gaz	Dedietrich C230 210-Eco	230 kW	Chaudière condensation, neuve (été 2010)	1
Brûleur 1	Gaz	inclus dans chaudière		neuf (été 2010)	1
Brûleur 2	Gaz	inclus dans chaudière		neuf (été 2010)	1
Pompe circuit primaire 1	Circulateur chauffage : Pompe simple	Grundfos UPS 40-80 F	NC	neuf (été 2010)	0,6
Pompe circuit primaire 2	Circulateur chauffage : Pompe simple	Grundfos UPS 40-80 F	NC	neuf (été 2010)	0,6
Pompe départ circuit VC Nord Est	Circulateur chauffage : Pompe simple	Grundfos UPS 65-60	490 W	Age inconnu	0,4
Pompe départ circuit VC Sud Ouest	Circulateur chauffage : Pompe simple	Grundfos UMC 65-60	370 W	Age inconnu	0,4
Pompe circuit bâtiment A	Circulateur chauffage : Pompe simple	Salmson UPS 25-50	570 W	Age inconnu	0,4
Pompe circuit CTA bât. B	Circulateur chauffage : Pompe simple	Grundfos UMC 65-60	250 W	Age inconnu	0,6
Réseaux	Calorifugeage	Globalement bon, mais manquant par endroits (vannes, recyclage chaudière, ...)	-	refait en 2010 en chaufferie	1

Sous-station bâtiment A (combles bâtiment A – 1988)					
Pompe départ circuit VC Est	Circulateur chauffage : Pompe simple	Grundfos UMC 32-30	490 W	1988	0,2
Pompe départ circuit VC Ouest	Circulateur chauffage : Pompe simple	Grundfos UPS 50-120	530 W	2004	0,4
Pompe circuit CTA bât. A	Circulateur chauffage : Pompe simple	Grundfos UMC 65-60	70 W	1988	0,2
Réseau	Calorifugeage	Globalement bon, mais manquant par endroits (vannes, recyclage chaudière, ...)	-	calorifugeage d'origine (1988)	0,8



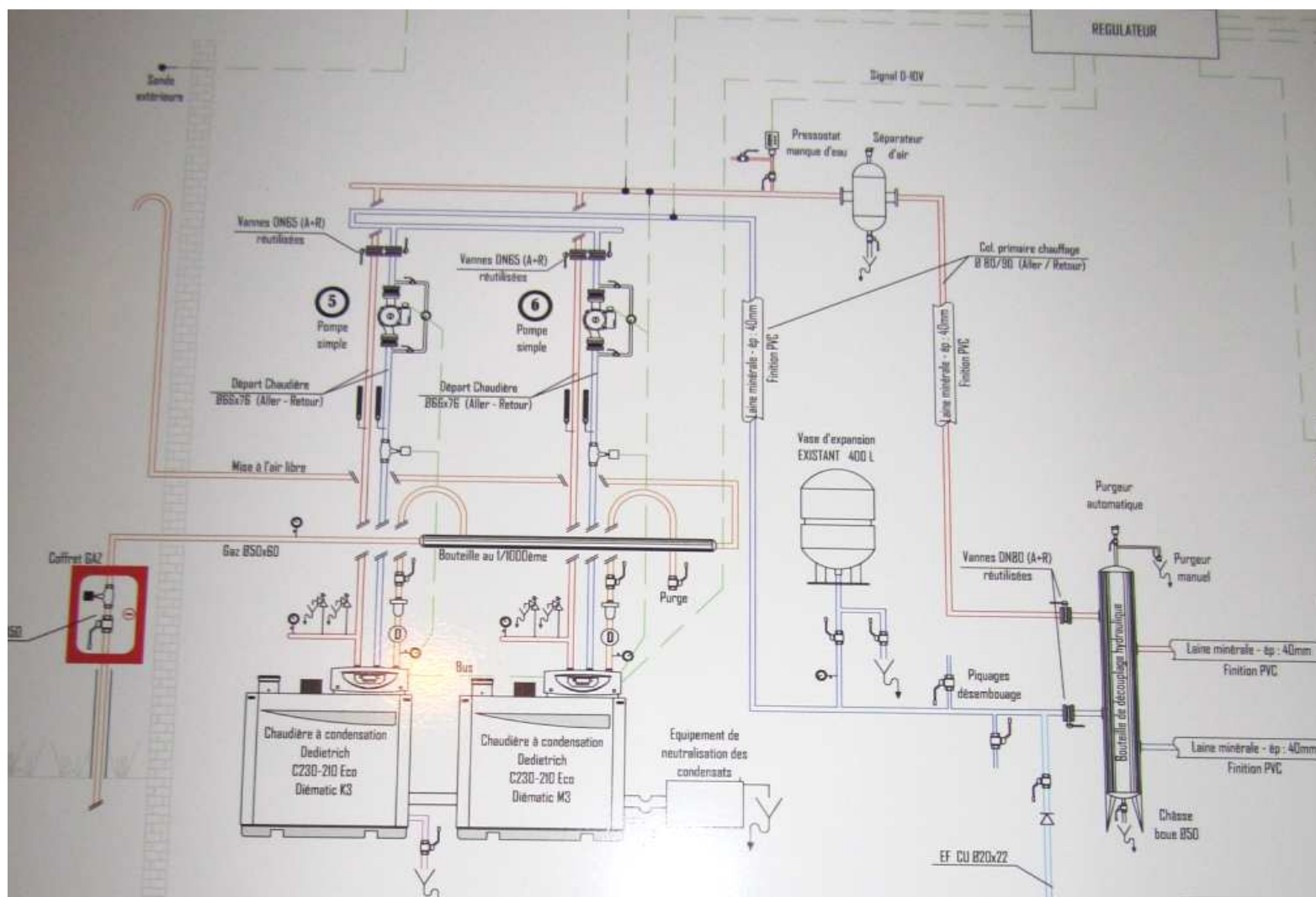


Schéma chaufferie



Chaudières De dietrich



Réseau primaire et vase d'expansion



Départ chaufferie vers CTA, bâtiment A et Ventilo-convecteurs



Sous-station bâtiment B

Commentaires

Les équipements de production de la chaleur sont neufs et très performants. Les chaudières sont à condensation et les régulations neuves. Les armoires électriques sont aux normes et ne nécessitent pas d'intervention immédiate.

Les travaux effectués en 2010 concernent la production et la régulation du chauffage, mais n'ont pas inclus les circulateurs de chauffage.

Ceux-ci sont les points faibles de la chaufferie et de la sous-station. Pour réaliser d'importantes économies sur le poste chauffage, il serait nécessaire d'installer des circulateurs à VEV (Variation Electronique de Vitesse).

1.4.2- Les réseaux de distribution et émissions

Description des réseaux de distribution et programmations

Tableau ci-dessous à remplir ou plans légendés à coller

Circuit		Caractéristiques	Commentaire
CTA	Programmation	8h -> 18h, du lundi au dimanche (actuellement, régulation changée à l'été 2010 pendant les travaux)	1 départ CTA à température constante par bâtiment Pompes arrêtées
	Température	T consigne CTA : 24 à 29°C suivant la CTA. Régulation par V3V en fonction de température de soufflage CTA	
	Emetteur	CTA	
Bureaux	Programmation	Weekend : Régime « protection » (supposé Hors Gel à 12C) Semaine : Tcons de 8h à 18h du lundi au vendredi ; T réduit le reste du temps	2 départs distincts par bâtiment, réglage identique suivant ces 4 départs. Régulation neuve, chantier non encore réceptionné.
	Température	En fonction de la température extérieure, courbes de chauffe non disponibles Tcons : 21°C Tréduit : 15°C	
	Emetteur	Ventilo-convecteurs encastrés, voir commentaires et photo	

Commentaires

La régulation est neuve. Le chantier de rénovation de la chaufferie n'est pas encore clôt. Il est nécessaire de revoir entièrement la régulation du chauffage des locaux (horaire de fonctionnement du chauffage et d'alimentation des parties des CTA). Une seule régulation avec télésurveillance et téléajustage, est installée. Cette action est à réaliser sur l'ensemble des réseaux du site.

Le zonage du bâtiment (est/ouest pour le bâtiment A et SE/NO pour le bâtiment B) ne prend pas en compte l'utilisation spécifiques des locaux. Seule la salle blanche, non chauffée et climatisée, comprend un fonctionnement spécifiques. La salle de reprographie a elle aussi un système de ventilation spécifique dû à l'usage des locaux.

1.4.3- La production de froid

Seule une partie spécifique des locaux du site est climatisé. C'est la « salle blanche » où est situé l'ensemble des serveurs informatiques ainsi que l'onduleur sur lequel sont reliés les serveurs. Celui est situé au RDC du bâtiment A. Il a été réalisé en 2010, selon un cahier des charges défini et après une étude des besoins de froid.

Type	Caractéristiques	Puissance	Commentaire	Cotation
Groupe Froid 2 compresseurs intérieurs	MAD 1002 AM4HR Fluide frigorigène: R407c	~12kW élec soit 40kW froid	2010	1
2 unités de condensation extérieures			2010	1
Cassettes soufflage intérieures			2010	1
Ventilation spécifiques du local			2010	1

Commentaires

L'ensemble des équipements est performant et très récent (2010). Pas de travaux à prévoir à moyen terme. Un compteur électriques permettant de connaître les consommations électriques et de la salle blanche est des équipements permettrait de détecter toute dérive des consommations.

1.4.4- La ventilation

Les systèmes installés ainsi que le principe de mise en œuvre est identique pour les deux bâtiments du site.

La ventilation des locaux est de type Double Flux avec récupérateur de chaleur. Seuls les sanitaires (chauffés) sont équipés d'une extraction seule. L'amenée d'air se fait généralement au niveau des bureaux et l'extraction dans les couloirs.

Equipement	Zone concernée & Localisation	Type	Caractéristiques	Programmation	Commentaire	Cotation
Bâtiment A (1988)						
CTA bureaux	Desservant : bureaux bâtiment A Localisé : Combles bâtiment A	Marque : Wesper Type : Wespak WA 30	extraction : Pmot PV : 0,24kW Pmot GV : 1,1 kW Soufflage : supposé identique extraction.	24h/24	Avec échangeur de chaleur à plaque à courant croisé. Avec batterie chaude de préchauffage de l'air relié au réseau de chauffage.	0,6
VMC	Desservant : Sanitaires bâtiment A Localisé : Combles bâtiment A	Marque : Wesper Type : Wespak I31	extraction : Pmot : 550 W (hypothèse)	24h/24	fonctionnement continu	0,6
Bâtiment B (1987)						
CTA bureaux	Desservant : Moitié NE bureaux bâtiment B Localisé : Combles bâtiment B	Marque : Wesper Type : Wespak WA 30	extraction : Pmot PV : 0,45kW Pmot GV : 2,2 kW Soufflage : supposé identique extraction.	24h/24	Avec échangeur de chaleur à plaque à courant croisé. Avec batterie chaude de préchauffage de l'air relié au réseau de chauffage.	0,6
CTA bureaux	Desservant : Moitié SO bureaux bâtiment B Localisé : Combles bâtiment B	Marque : Wesper Type : Wespak WA 30	extraction : Pmot PV : 0,45kW Pmot GV : 2,2 kW Soufflage : supposé identique extraction.	24h/24	Avec échangeur de chaleur à plaque à courant croisé. Avec batterie chaude de préchauffage de l'air relié au réseau de chauffage.	0,6
CTA bureaux	Desservant : Locaux reprographie Localisé : Combles bâtiment B	Marque : Wesper Type : Wespak I31	extraction : Pmot : 550 W (hypothèse) Soufflage : supposé identique extraction.	24h/24	Avec échangeur de chaleur à plaque à courant croisé. Avec batterie chaude de préchauffage de l'air relié au réseau de chauffage.	0,6
VMC	Desservant : Sanitaires bâtiment B Localisé : Combles bâtiment B	Marque : Wesper Type : Wespak I31	extraction seul : Pmot : 0,55 kW	24h/24	fonctionnement continu	0,6



1^{ère} CTA bureaux bâtiment B



Caisson d'extraction sanitaires bâtiment A



Bouches d'extraction couloir bâtiment B



Grilles amenées d'air bâtiment B

Commentaires

L'ensemble des équipements de ventilation actuel date 1987 ou 1988. Le système alors installé est très performant : Ventilation double flux avec échangeur-récupérateur de chaleur et préchauffage de l'air.

L'extraction de l'air au niveau des sanitaires est continue, comme pour les bureaux. Cependant, il n'est pas nécessaire de faire fonctionner la ventilation hors occupation.

Il est donc nécessaire d'asservir le fonctionnement des CTA et des caissons d'extraction à des programmeurs horo-journaliers.

Les températures de soufflage des CTA sont régulées par rapport à une sonde de température située à la sortie de chaque batterie chaude dans les CTA. Les températures de consigne sont comprises entre 25 et 29°C. Ces températures sont beaucoup trop élevées. Ces batteries chaudes n'ont qu'une utilité de mise à la température ambiante de l'air insufflé dans les locaux, et non de chauffage. La température de consigne doit être de 19 ou 20°C.

1.4.5- La production d'eau chaude sanitaire

L'ensemble des sanitaires des locaux est pourvu d'un accès à l'eau chaude. La production de l'ECS est centralisée. Elle est faite dans les combles des deux bâtiments (2 ballons pour le bâtiment A et 1 pour le bâtiment B. La production est électrique, asservie aux heures creuses du tarif EDF.

Nature	Type	Localisation	Caractéristiques	Commentaire	Cotation
Bâtiment A					
Ballon	Charot	combles	500 L	pas de bouclage du réseau	0,6
réseaux ECS	cuivre	combles et gaines techniques	-	isolé en combles	0,8
Bâtiment B					
Ballons (2)	électrique, peu isolé	combles	200 L (x2)	pas de bouclage du réseau réseau tracé électriquement	0,6
réseaux ECS	cuivre	combles et gaines techniques	-	non isolé en combles	0,8



Ballon 200L bâtiment A



Ballon 500L bâtiment B

Commentaires

Le système est plutôt performant et adapté aux faibles consommations d'ECS du site. Le réglage des ballons ECS sur les heures creuses permet de minimiser le coût financier du chauffage de l'ECS.

1.5- Les usages spécifiques de l'électricité

1.5.1- L'éclairage

Les deux bâtiments sont équipés des mêmes types de luminaires suivants la même configuration. L'éclairage de quelques locaux (ateliers, sanitaires, salle blanche, accueil et salles de réunion) est spécifique.

Equipement	Localisation	Caractéristiques	Commentaire
Tubes Fluorescents T8 1x36W	bureaux	Ballast ferromagnétique	Commande par interrupteur
Tubes Fluorescents T8 1x36W	couloirs	Ballast ferromagnétique	interrupteur + minuterie
Tubes fluo 1x58W	escaliers	Ballast ferromagnétique	Commande par interrupteur
Tubes fluo 1 ou 2x58W	classes	Ballast électronique	Commande par interrupteur deux zones + éclairage tableau
Tubes 4x18W	salle de réunion 5ème étage bat. A, sporadiquement dans des couloirs	Ballast ferromagnétique	Commande par interrupteur
tubes fluo 1x36W ou 2x18W	ascenseurs	Ballast ferromagnétique	éclairage continu
tubes 1x36W et incandescence 60 W	Sanitaires	-	détecteurs en cours de pose dans l'ensemble du bâtiment.
spots halogènes	accueil	150W	interrupteur, en plus de tube fluo suffisant pour éclairer
Extérieur	Parkings	125W	



Type de luminaire couloirs



Type de luminaire bureaux (changer)



Type de luminaire salle de réunion
5^{ème} étage

Commentaires

L'éclairage des locaux est assez performant et assez homogène sur l'ensemble du site. La grande majorité des luminaires sont tubes fluorescent T8 avec ballast ferromagnétique 1x36W.

Pour une bonne maîtrise des consommations d'énergie, il est nécessaire de continuer le déploiement de détecteur de présence dans les locaux et notamment dans les zones de passage (couloirs, sanitaires, escaliers et ascenseurs).

Le remplacement des luminaires par des lampes type T5 à ballast électronique permettra une forte baisse des consommations.

1.5.2- La bureautique

Nombre unités centrales	Ecrans		Serveurs	Autres équipements	Commentaire
	Cathodiques	Plats			
198 (bureaux)	aucun	100%	22 serveurs + 11 stations en salle blanche	Equipements salle repro (2 serveurs), photocopieurs et faxes	Le nombre d'ordinateur en service est important

Commentaires

La majorité des ordinateurs sont des PC fixes avec écrans plats. Le choix de matériels économes (classés A) permet de réduire les consommations de ces équipements.

Un travail de sensibilisation du personnel est toujours nécessaire.

L'ensemble des ordinateurs est éteint automatiquement à 9h le soir.

1.5.3- Les ascenseurs

Les deux ascenseurs (1 par bâtiment) sont en bon état. Ils sont utilisés par l'ensemble des personnes, personnels comme visiteurs.

Equipement	Localisation	Caractéristiques	Commentaire
Ascenseur Bâtiment A	Machinerie : combles	Lohe 13 personnes Pmoteur : 6.6 kW 1988	Eclairage continu : 2x2x18W
Ascenseur Bâtiment B	Machinerie : combles	Kone 10 personnes Pmoteur : 1.5 (PV) et 7.8 kW (GV) 1987	Eclairage continu : 1x36W

1.5.4- Appareils divers

Pour son fonctionnement, les bureaux dispose de nombreux appareils électriques, en particulier de bureautique et en cuisine.

Pour réaliser des économies d'énergie, il serait préférable d'utiliser des appareils de classe A+.

1.6- Les usages de l'eau

↳ Eau chaude

Cf. titre 2.2.4. « Eau chaude sanitaire »

↳ Eau froide

1.6.1- Les usages de l'eau

Les deux bâtiments comprennent chacun deux blocs de sanitaires par étage (soit 18 blocs). Chaque bloc est constitué de 3WC, 1 urinoir et 4 lavabos.

sanitaires	lavabo	type :	Eau froide et ECS
		présence mitigeur :	non
		présence bouton-poussoir :	non
		Présence mousseurs :	non
	WC	Double commande :	majoritaire
		possibilité d'éco-pack :	très aisé
cuisine collective	présence d'une cuisine collective :		non
	préparation des repas sur place :		non
	nombre de repas servis :		Sans objet
Espace vert	présence d'espace vert arrosé :		oui
	consommation d'eau importante :		oui



Lavabo type



WC type

Commentaires

Les consommations d'eau du bâtiment sont assez importantes mais baissent durablement depuis quelques années.

Les consommations d'eau se font principalement au niveau des sanitaires, pour le ménage et pour l'arrosage des parterres extérieurs de plantes d'agrément.

Pour réduire les consommations d'eau, il est préconisé :

- installer des mitigeurs en cas de rénovation des sanitaires ;
- Mettre en place des mousseurs au niveau de chaque robinet
- installer des éco-pack dans l'ensemble des sanitaires
- Installer deux récupérateurs d'eau de pluie en provenance des toitures du bâtiment A. Il serait aisé de les installer au niveau des toitures de l'accueil et de la passerelle reliant les deux bâtiments. Il sera alors nécessaire de renforcer la structure. C'est pour cela qu'il serait intéressant d'étudier cette option en cas de réfection de la passerelle (travaux prévus).

1.7- Description des caractéristiques du bâti

Les mêmes notations que pour les installations climatiques sont utilisées :

Cotations vétusté	1	équipement remplacé il y a moins de 5 ans
	0.8	durée de vie supérieure à 15 ans
	0.6	durée de vie supérieure à 10 ans moyennant un entretien minimum
	0.4	programmation du remplacement à faire (de 5 à 10 ans)
	0.2	élément à remplacer à court terme (- de 5 ans)
	0	élément à remplacer à très courts terme et ou dont la programmation est déjà faite

	Type	Nature	Surface de parois ou d'éléments (m²)	Performance (R en m².K/W)	Exigence minimale en cas de travaux (RT ex)	Commentaires	Vétusté
Bâtiment A (ancien)							
Parois opaques	Toiture	Toiture traditionnelle sous comble non aménagés	-	1,00	4	très peu isolé (panneaux avec 3cm de polystyrène)	0,8
	Toiture	Toiture traditionnelle sous comble aménagés	-	5,00	4,5	20cm d'isolation sous rampants	0,8
	Paroi opaque sur extérieur	pierre (50cm) + doublage intérieur isolé	-	3,00	2,3	10cm de polystyrène	0,8
	Plancher bas sur vide sanitaire peu ventilé	hourdis béton	-	1,00	2	vide sanitaire très peu accessible donc isolation difficile	0,8
Bâtiment B (récent)							
Parois opaques	Toiture	Toiture traditionnelle sous comble non aménagés	-	3,20	4,5	isolation par panneaux bois + 11cm de polystyrène	0,8
	Paroi opaque sur extérieur	Béton lourd armé, doublage intérieur isolé et isolation par l'extérieur	-	3.5	2,3	10 cm de laine de verre + 5cm à l'extérieur	0,8
	Plancher bas sur vide sanitaire	Béton	-	2,00	2,3	Isolation en sous-face	0,8
	Plancher bas sur LNC	Béton lourd armé avec isolation	-	1,50	2,3	isolation type fibrastyrène 5cm	0,8

	Type	Nature	Surface de parois ou d'éléments (m²)	Performance (U en W/m².K)	Exigence minimale en cas de travaux (RT ex)	Commentaires	Vétusté
Parois vitrées	Menuiserie bat A	DV alu 4/6/4	-	5,38	2,3	Peu performant	0.2
	Menuiseries bat. B	DV alu 4/6/4	-	5,38	2,3	Peu performant	0.2
	Menuiseries passerelle	SV alu	-	6,44	2,3	mauvais état	0.2
	Velux sous comble bat. A	Velux bois 4/10/4	-	2,80	2,3		0,6

Commentaires

Les points forts du bâtiment sont l'isolation de l'ensemble des parois et notamment des murs.

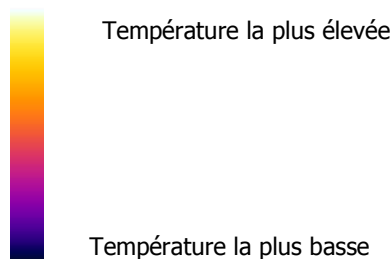
Cependant, les fenêtres du site, en mauvais état, sont peu performante thermiquement. De plus la liaison entre les deux bâtiments est une source de déperditions des bâtiments et en très mauvais état.

1.8- Le contrôle par caméra infrarouge et par enregistrement à demeure des températures.

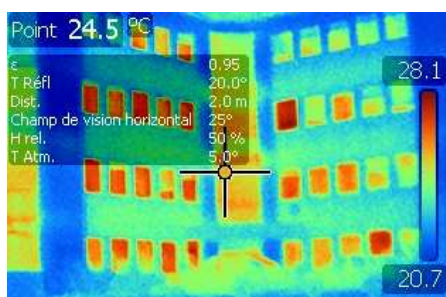
1.8.1- Thermographie infrarouge

La thermographie permet une visualisation qualitative des déperditions du bâtiment grâce à un spectre de couleurs représentant les températures de surface du bâtiment.

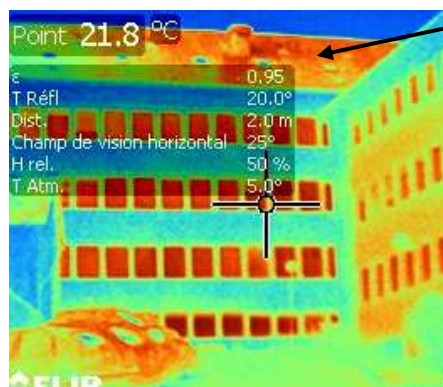
Le spectre des couleurs est expliqué ci-dessous.



Si l'on visualise une façade depuis l'extérieur, une température élevée de paroi signifie des déperditions thermiques importantes (la chaleur intérieure s'échappe à l'extérieur). A l'inverse, une température plus faible signifie une meilleure isolation thermique du bâtiment.

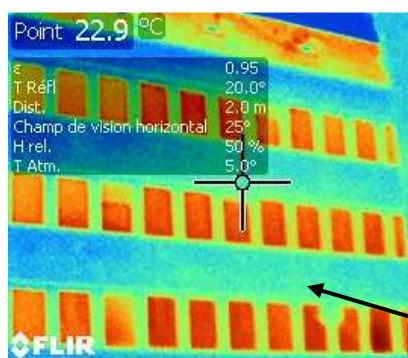


façade bat B – sud-est



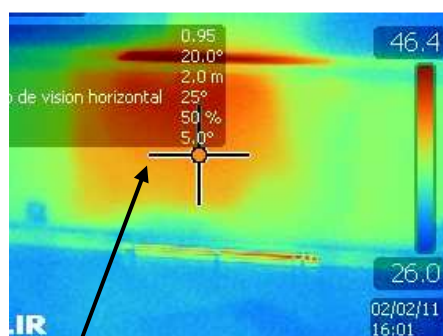
façade bat A - sud

Forte déperditions en toiture : dû au rejet air extrait et à la chaufferie



Façades bat A – sud et bat. B - est

Peu de ponts thermiques au niveau des planchers



Ventilo-convecteurs

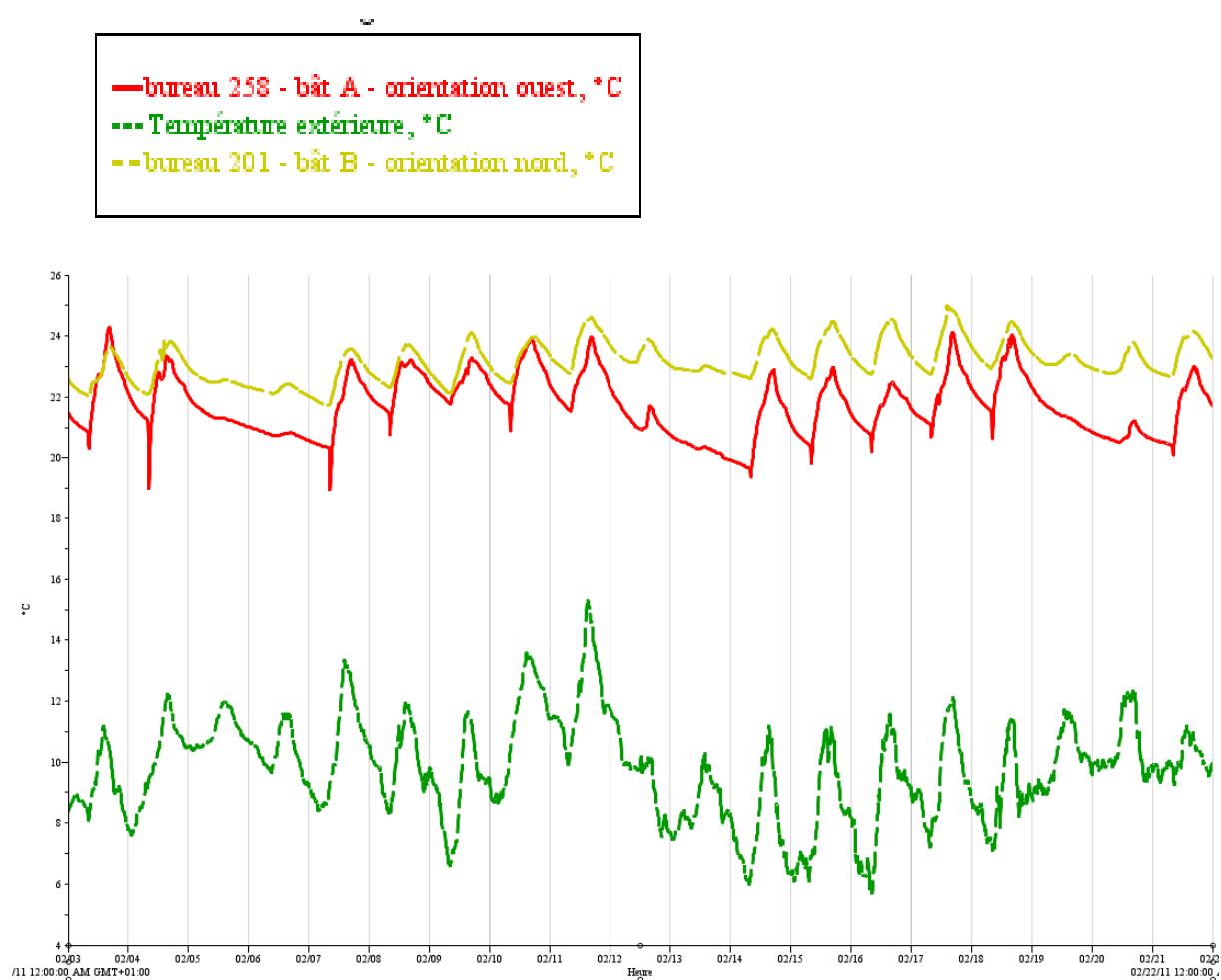
Émetteurs de chaleur encastrés : ventilo-convecteurs

1.8.2- Mesures de températures

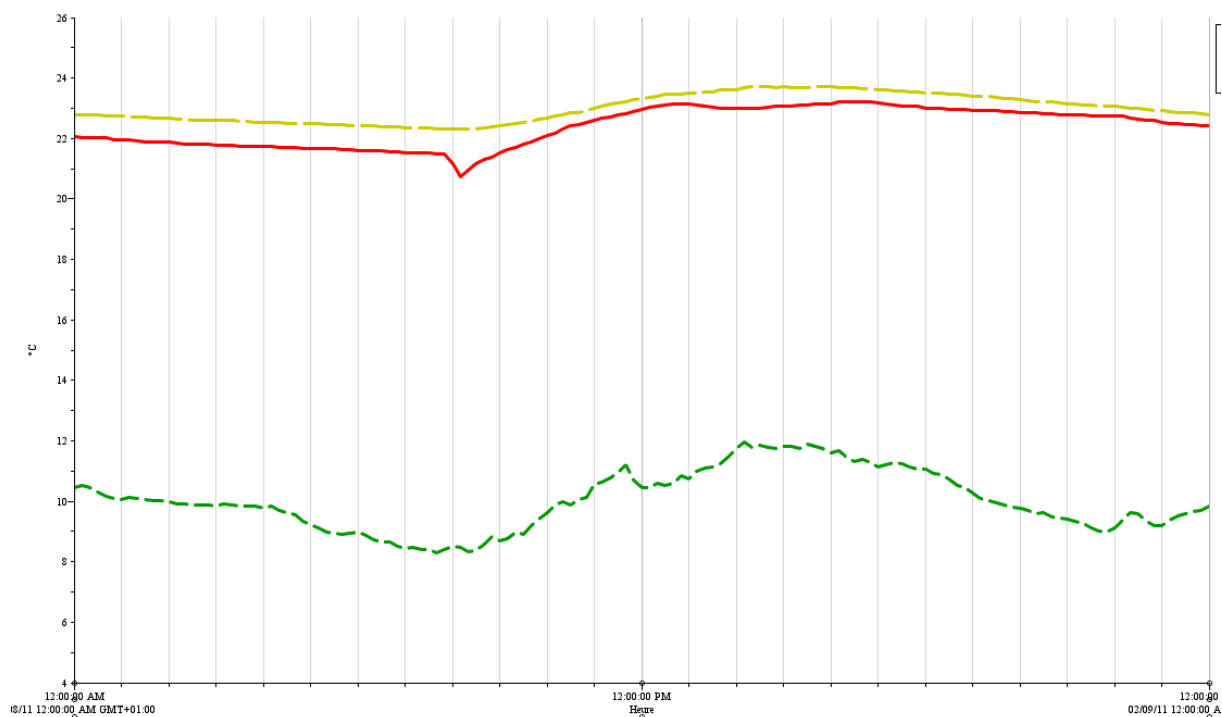
Les sondes ont été implantées dans les locaux suivants :

Numéro sonde	Zone mesurée	Localisation
TEMPE - 0256	Température extérieure	Bâtiment B – poutre garage.
TEMPE – 0282	Bureau bâtiment A	Bureau 258 2 ^{ème} étage – orientation ouest
TEMPE – 0245	Bureaux bâtiment B	Bureau 201 2 ^{ème} étage – orientation nord

↳ Analyse sur la période de mesure



Analyse sur une journée type



Commentaires

Température moyenne extérieure : 9.8°C

Les températures moyennes atteintes dans les locaux **en horaires d'occupation sont de 22.5 à 23°C**, au Nord comme à l'ouest, ce qui représente une surchauffe continue des locaux : on vise 19 à 21°C, la température n'est pas descendu en dessous de 19.5°C même après un weekend.

Les températures les plus froides sont atteintes lors du nettoyage des locaux le matin, où l'ouverture des fenêtres refroidit très nettement mais temporairement la température des pièces.

Il existe un réduit de nuit, avec une température moyenne hors occupation de 1 à 2°C en dessous de la température en occupation (3 à 4°C le weekend). **Le réduit est insuffisant, il est nécessaire de programmer un nettement plus important.**

L'inertie thermique des locaux est assez importante, avec une vitesse de variation de température faible. Après le passage en réduit, la température baisse au maximum de 0.4 à 0.6°C en 2h. **Il est donc conseillé de mettre le chauffage en réduit bien avant le départ de l'ensemble des occupants.**

1.9- Les dysfonctionnements et non-conformité

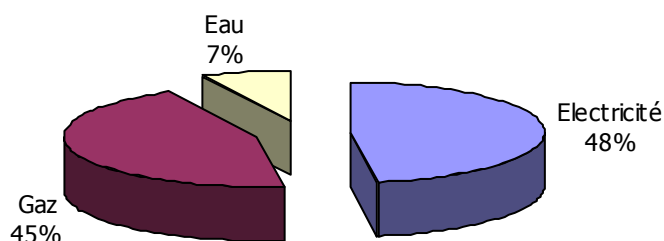
Une fois que l'installation de chauffage est en marche, vérifier le bon réglage des lois d'eu (agissant sur les températures de chauffe) et surtout la bonne programmation des horaires de chauffage en fonction des horaires d'occupation.

1.10- Validation de l'état des lieux par le maître d'ouvrage

Validé le :

2- PROFIL ENERGETIQUE DU BATIMENT

2.1- Bilan des consommations (factures)



2.1.1- Electricité

Le profil de consommations électriques est établi sur la base des factures des années 2008 à 2010.

Contrat actuel : **Tarif Jaune (EDF)**
Version : **UL (Utilisation Longue)**
Puissance souscrite : 90 kVA

Energie	Consommation (kWh)	Coût annuel (€ TTC)	Coût du kWh (€ TTC)
Electricité	319 883	26 867	0,0840

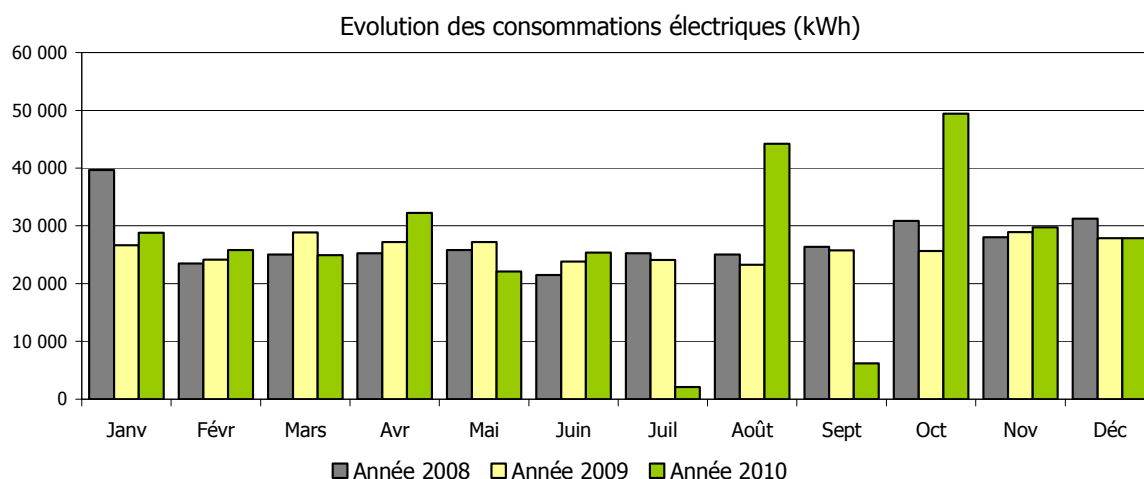
	kWh consommés /an		Evolution coût du kWh (€ TTC)		
2008	327 414	-		0,0822	-
2009	313 446	-4,3%		0,0829	0,8%
2010	318 790	1,7%		0,0869	4,9%

Consommation d'énergie active

Année 2008				
Consommation d'énergie	327 414 kWh	Montant facturé T.T.C.	26 917	€
Consommation mensuelle moy.	27 285 kWh	Prix moyen du kWh T.T.C.	0,0822	€/kWh
Consommation mensuelle max.	39 648 kWh			
Consommation mensuelle mini.	21 478 kWh			

Année 2009				
Consommation d'énergie	313 446 kWh	Montant facturé T.T.C.	25 975	€
Consommation mensuelle moy.	26 121 kWh	Prix moyen du kWh T.T.C.	0,0829	€/kWh
Consommation mensuelle max.	28 912 kWh			
Consommation mensuelle mini.	23 278 kWh			

Année 2010				
Consommation d'énergie	318 790 kWh	Montant facturé T.T.C.	27 710	€
Consommation mensuelle moy.	26 566 kWh	Prix moyen du kWh T.T.C.	0,0869	€/kWh
Consommation mensuelle max.	49 444 kWh			
Consommation mensuelle mini.	2 090 kWh			



Evolution mensuelle de la consommation

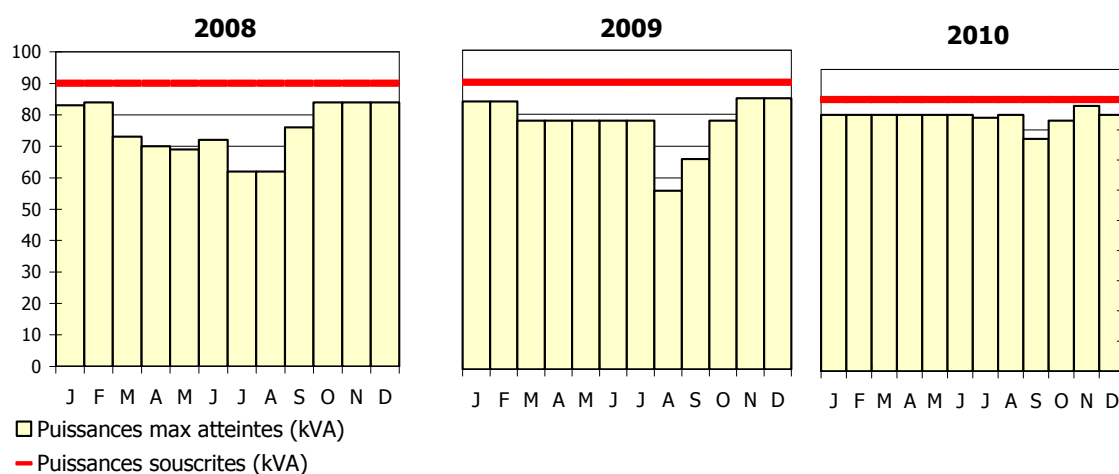
Commentaires

Les consommations électriques sont assez stables, en légère baisse (-2.6% en 2 ans). Les consommations sont bien réparties dans l'année, ce qui montre que les usages continus (bureautique et ventilation notamment) représentent la part la plus importante des consommations.

Le coût du kWh électrique a fortement augmenté de +5.7% entre 2008 et 2010.

Le coût unitaire de l'énergie (hors abonnement) retenu pour les calculs est de 6.97 ct € TTC/kWh.

► Puissances atteintes



Des dépassements inférieurs à 3% de la facture totale sont généralement admis et ne représentent pas une mauvaise optimisation du contrat.

► Version tarifaire

FACTURE TOTALE (en € H.T.) avec puissance souscrite actuelle	Si aucun rabais	Si prélèvement automatique
Tarif UM	24 167 €	24 083 €
Tarif UL	23 464 €	23 382 €

Commentaires

On note une augmentation régulière de la puissance atteinte maximale. Cependant celle-ci reste, de peu, inférieure à la puissance souscrite. Cet écart ne justifie pas, par contre, le changement de cette puissance souscrite. La puissance actuelle est donc adaptée au profil actuel de consommation du site.

Le choix d'une version UL du tarif Jaune (au lieu d'une version UM) s'avère la plus judicieuse quand au prix de revient de l'énergie : Le changement de versions entraîneraient une augmentation du la facture d'électricité.

2.1.2- Gaz naturel

Le profil de consommations de gaz naturel est établi sur la base des factures 2008 à 2010. Les consommations présentées sont en kWh PCS, corrigées de la rigueur climatiques (méthode des DJU, permettant une correction suivant la variation du climat, des consommations réelles de chauffage).

Contrat actuel : **Tarif réglementé (GDF)**
Versions : B2S

es

Consommations corrigées

Energie	Consommation (kWh)	Coût annuel (€ TTC)	Coût du kWh (€ TTC)
Gaz	521 621	25 247	0,0485

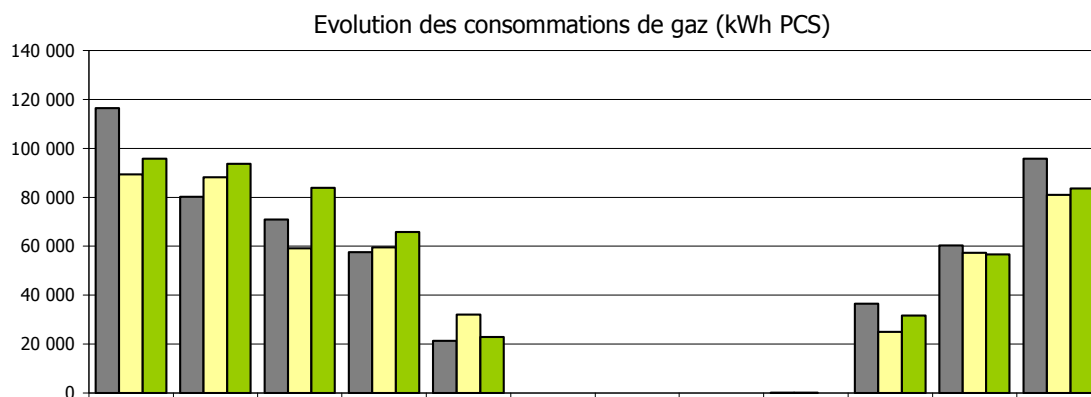
	kWh consommés /an		Evolution coût du kWh (€ TTC)	
2008	539 140	-	0,0484	-
2009	491 525	-8,8%	0,0493	1,7%
2010	534 198	8,7%	0,0478	-3,0%

Consommation de gaz

Année 2008			
Consommation d'énergie	539 140 kWh	Montant facturé T.T.C.	24 411 €
Consommation mensuelle moy.	44 928 kWh		
Consommation mensuelle max.	116 451 kWh	Prix moyen du kWh T.T.C.	0,0484 €/kWh
Consommation mensuelle mini.	- kWh		

Année 2009			
Consommation d'énergie	491 525 kWh	Montant facturé T.T.C.	23 660 €
Consommation mensuelle moy.	40 960 kWh		
Consommation mensuelle max.	89 371 kWh	Prix moyen du kWh T.T.C.	0,0493 €/kWh
Consommation mensuelle mini.	- kWh		

Année 2010			
Consommation d'énergie	534 198 kWh	Montant facturé T.T.C.	27 669 €
Consommation mensuelle moy.	44 516 kWh		
Consommation mensuelle max.	95 824 kWh	Prix moyen du kWh T.T.C.	0,0478 €/kWh
Consommation mensuelle mini.	- kWh		



Commentaires

Les consommations gaz **corrigées des DJU** ont diminué de 1.3% entre 2008 et 2010. Cette relative stabilité cache une baisse forte en 2009 et une augmentation forte des consommations sur le début de l'année 2010. Depuis l'automne 2010, deux nouvelles chaudières ont été installées et la régulation a été également changée.

Le coût du kWh gaz a faiblement baissé : -1.3% entre 2008 et 2010. Cette baisse cache une forte baisse due à la crise économique en 2009, puis une remontée importante du coût en 2010. Actuellement, les tarifs réglementés du gaz se situent à leur plus haut niveau jamais atteint (en € courant).

Le coût unitaire du gaz retenu pour les calculs est de 51.07 ct € TTC/kWh PCI (il correspond au coût de l'énergie 2010 hors abonnement).

2.1.3- Eau

Fluide	Consommation (m³)	Coût annuel (€ TTC)	Coût du m³ (€ TTC)
Eau	566	1 388	5,80

	m³ consommés /an		Evolution coût du m³ (€ TTC)	
2008	-	-	#DIV/0!	-
2009	980	-	-	-
2010	718	-26,7%	5,80	-

Commentaires

Les consommations d'eau ont diminué de 27 % entre 2009 et 2010.

Le coût unitaire retenu pour les calculs est de 5.8 €TTC/m³.

2.2- Analyse des consommations de gaz

2.2.1- Analyse des déperditions thermiques et des besoins de chauffage

Les besoins d'énergie pour le chauffage vont être plus ou moins importants selon :

- La température extérieure
- La température souhaitée dans les bureaux
- Le type de bâtiment (isolation, etc.)
- L'orientation du bâtiment et des fenêtres (une partie du bâtiment peut être chauffée par le soleil)*
- Le nombre de personnes présentes et les équipements informatique et de bureautique en fonctionnement*
- L'éclairage (qui peut réchauffer la pièce)*
- La quantité d'air renouvelé par ventilation (l'air froid introduit en hiver devra être chauffé, par exemple)

** Les apports solaires, les apports des personnes présentes (personnel et visiteurs), des équipements informatiques et de bureautiques, et de l'éclairage sont appelés « apports gratuits ».*

Le calcul des déperditions thermiques, détaillé ci-dessous, permet d'estimer les postes qui utilisent le plus de chauffage, afin de distinguer les meilleures opportunités de réduction des consommations d'énergie.

2.2.1.1- Hypothèses

Les données météo utilisées sont celles de Brécey

Station météo de Avranches (Brécey)		
Durée saison de chauffe	20-sept.	10-mai
Nombre de jours	233 j.	
DJU saison de chauffe (18)	2338	
Text de base	-7 °C	

Chauffage CAF	
Rendement de régulation	0,95
Rendement de génération	0,85
Rendement de distribution	0,95
Rendement d'émission	0,95
Rendement global de l'installation	0,73

2.2.1.2- Répartition des déperditions du bâtiment

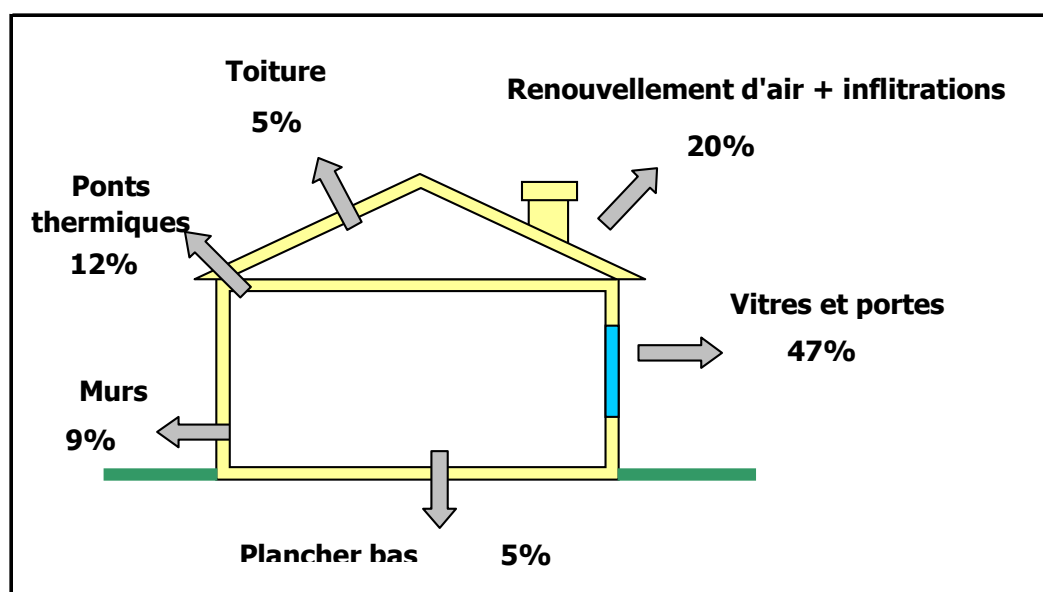
Le calcul des besoins d'énergie pour le chauffage des locaux a été réalisé suivant la norme NF EN ISO 13790.

Les déperditions thermiques se répartissent comme suit :

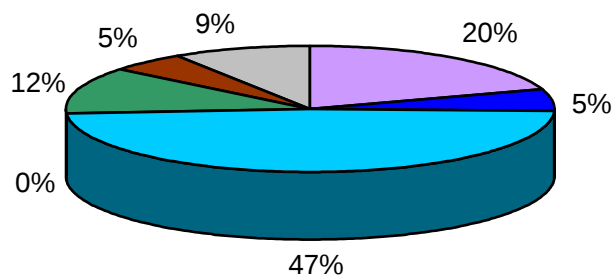
- Les déperditions statiques qui représentent les pertes par les parois
- Les déperditions par renouvellement d'air liées à la ventilation mécanique du bâtiment
- Les déperditions liées aux infiltrations d'air
- Les déperditions par ponts thermiques liés à une discontinuité de l'isolant (dalle, mur de refend...).

Les graphiques ci-dessous représentent la répartition des déperditions :

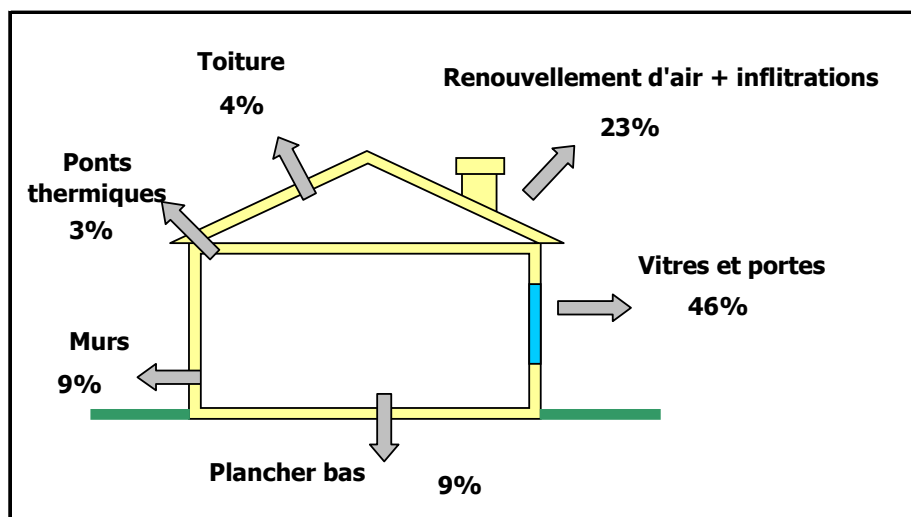
↳ **Bâtiment A**



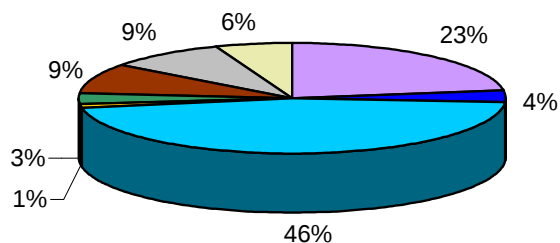
Répartition des déperditions



↳ Bâtiment B dont la passerelle



Répartition des déperditions



Commentaires

Les principaux postes de déperditions sont, comme pour tous les bâtiments isolés, les vitrages et le renouvellement d'air.

2.2.1.3- Synthèse des résultats

↳ **Bâtiment A**

Ubât	1,31 W/m².°C
Ubât max RT Th CE-ex	1,14 W/m².°C
Déperditions statiques	3 499 W/°C
Déperditions par renouvellement d'air	976 W/°C
Total déperditions	4 475 W/°C
Besoins chauffage hors apports gratuits	290 051 kWh/an
Apports gratuits valorisables	50 685 kWh/an
Besoins chauffage	239 366 kWh/an
Consommations en énergie finale	328 453 kWhPCI/an
Consommations énergie 1 (gaz)	328 453 kWhPCI/an
Consommations énergie 2 (électricité)	0 kWhPCI/an
Consommations en énergie primaire	328 453 kWhep/an
Consommation au m²	188 kWh_{ef}/m²
Consommation au m²	188 kWhep/m²
Puissance chaud nécessaire	144

↳ **Bâtiment B dont la passerelle**

Ubât	1,02 W/m².°C
Ubât max RT Th CE-ex	1,02 W/m².°C
Déperditions statiques	2 701 W/°C
Déperditions par renouvellement d'air	1 074 W/°C
Total déperditions	3 775 W/°C
Besoins chauffage hors apports gratuits	254 806 kWh/an
Apports gratuits valorisables	62 346 kWh/an
Besoins chauffage	192 461 kWh/an
Consommations en énergie finale	264 090 kWhPCI/an
Consommations énergie 1 (gaz)	264 090 kWhPCI/an
Consommations énergie 2 (électricité)	0 kWhPCI/an
Consommations en énergie primaire	264 090 kWhep/an
Consommation au m²	119 kWh_{ef}/m²
Consommation au m²	119 kWhep/m²
Puissance chaud nécessaire	137

2.2.1.4- Puissance de chauffage

Cette puissance est calculée pour les besoins actuels, après les travaux de 2010.

Calcul simplifié - Puissance de chauffage 2 chaudières

T _{ext} de base	-4 °C
--------------------------	-------

Bât	Deperditions statiques (W/°C)	Deperditions RA (W/°C)	T° de consigne	Deperditions (W)
Chauffage Locaux	2 701	1 074	20	90 593
Batiment A	3 499	976	20	107 393

Puissance nécessaire pour chaque chaudière	154 kW
Puissance réelle 1 ^{ère} chaudière	230 kW
Puissance réelle 2 ^{ème} chaudière	230 kW
Ecart	49%

hypothèse de dimensionnement :

0,86	rendement installation (hors rendement chaudière)
33%	coefficient de surpuissance finale

Commentaires

La puissance installée est trop importante : Elle est actuellement surdimensionnée de 50% par rapports à l'installation de 2 chaudières permettant chacune de répondre à 66% des besoins de chaleur maximum (soit une surdimensionnement totale de +100%).

Une seule chaudière suffit donc aux besoins de chaleur des locaux. Il est donc possible de mettre à l'arrêt une des 2 chaudières (en alternance)

2.2.2- Autres consommations de gaz

Sans objet.

2.2.3- Besoins théoriques de gaz

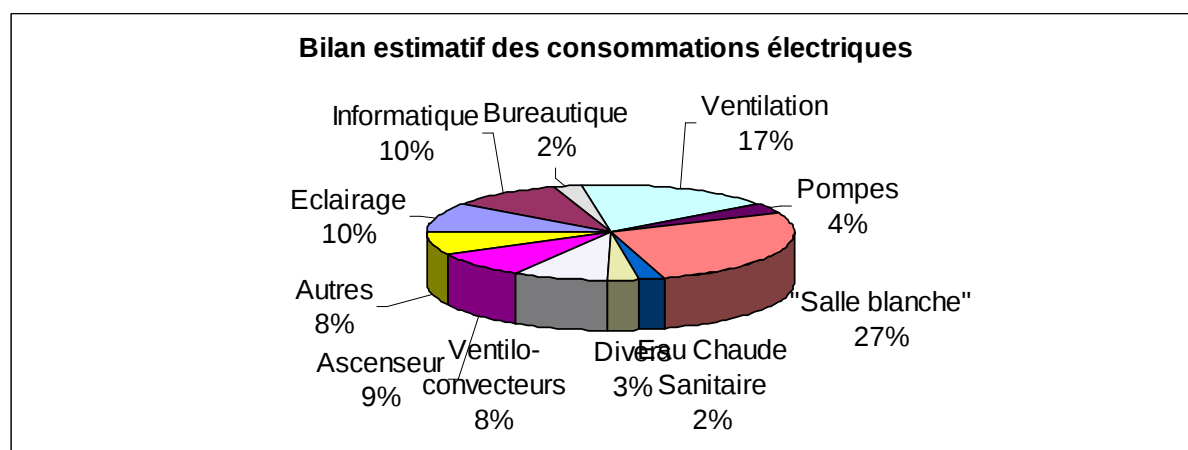
Consommations théoriques chauffage bâtiment A	Consommations théoriques chauffage bâtiment B	Consommations gaz théoriques totales	Consommations gaz réelles totales (issues factures)	Ecart théorique /réel
249 532 kWhPCI	264 090 kWhPCI	513 622 kWhPCI	469 267 kWhPCI	9%
49%	51%			

L'écart entre notre modélisation et les consommations réelles est de l'ordre de 9%. L'écart est lié aux inconnus subsistants dans les calculs et qui font l'objet d'hypothèses : rendement des équipements (production, distribution, échangeur CTA ...), taux d'infiltration d'air dans les bâtiments, ...

Cependant cet écart est tout à fait acceptable pour la modélisation des préconisations.

2.3- Analyse des consommations électriques

Afin de connaître la part de chaque usage, nous avons procédé à une répartition des consommations électriques, basée en partie sur des relevés sur site et des estimations. La répartition des consommations par usage est illustrée dans le tableau ci-dessous.



Consommations électriques théoriques	Consommations réelles électriques issues de factures	Ecart théorique/réelle
360 109 kWh	390 000 kWh	8%

Notre modèle permet d'atteindre des consommations théoriques proches des consommations moyennes réelles.

Commentaires

La salle serveur (consommation des serveurs est énergie nécessaire au rafraichissement de la salle) est le premier poste de consommation du site.

Les autres postes consommateurs sont les équipements de CVC (ventilation, circulateur, ventilo-convecteurs) puis l'informatique et la bureautique, éclairage et ascenseurs.

3- SYNTHESE DE L'EXISTANT

3.1- Exploitation et conduite des installations

Les consommations de chauffage du bâtiment sont de 100 à 160 kWh_{EF}/m² chauffés (après remplacement des chaudières). De plus, la performance énergétique du bâtiment correspond à une étiquette D pour l'énergie (Malgré l'assez bonne performance du bâtiment, la salle serveur conduit à une consommation d'énergie primaire élevée). Il existe un besoin fort de réduction des consommations afin d'atteindre l'objectif de l'étiquette B.

L'analyse des factures a révélée une assez bonne maîtrise des besoins. Cependant, il existe un fort potentiel de réduction des consommations par une meilleure gestion des équipements de ventilation et de chauffage.

Les utilisateurs ont une responsabilité dans le fonctionnement, puisqu'ils influencent les consommations par leurs choix dans le réglage du chauffage de chaque pièce, l'aménagement de l'espace et dans la bureautique,... C'est pourquoi le maître d'ouvrage devra également impliquer les utilisateurs du bâtiment afin d'atteindre des objectifs de performance.

3.2- Systèmes

En ce qui concerne la production la chaleur, la production a entièrement été refaite en 2010 et les équipements sont assez performants. Les ventilo-convecteurs sont en mauvais état et leur systèmes de commande est peu performants énergétiquement.

Cependant, il existe un fort potentiel de réduction des consommations d'énergie dans l'optimisation des équipements de chauffage et de ventilation, et notamment dans leurs programmations.

Les cumulus pour la production d'ECS sont peu utilisés et sont donc adaptés à l'usage.

Le système d'éclairage qui est installé est peu performant, y compris en terme de gestion. C'est une importante source d'économies d'énergie.

3.3- Implantation des énergies renouvelables

- **Installations solaires photovoltaïques**

Nous ne recommandons pas d'installer des panneaux solaires photovoltaïques. En effet, au vu du tarif de rachat de l'électricité actuel, le temps de retour brut sont supérieur à 20 ans, c'est-à-dire supérieur à la durée du contrat de rachat de l'électricité par EDF.

- **Installation solaire thermique**

Etant donné les faibles besoins en ECS des bâtiments de type bureaux, l'implantation de solaire thermique n'est pas intéressante.

- **Chaufferie bois**

La chaufferie actuelle est neuve, il n'est donc pas préconiser d'installer une chaufferie bois à la place. De plus, celle-ci étant située en toiture, le stockage et l'approvisionnement des chaudières bois s'avèrerait très problématique.

3.4- Enveloppe

Bâtiment B : bâtiment entièrement isolés (planchers bas, murs par l'intérieur et l'extérieur et toiture).

Passerelle : pièce chauffée très déperditve (murs non isolés et simple vitrage). Cette partie est en mauvais état. Il est conseillé de remplacer l'ensemble des parois et de réduire la surface vitrée (pose d'allège de 1m de hauteur).

Bâtiment A : bâtiment isolés (murs par l'intérieur et toiture). Planchers bas sur terre plein ou locaux non chauffés peu déperditifs.

Les vitrages sont en double vitrages avec menuiseries aluminium peu performantes. Celles- posent des problèmes d'étanchéité à l'air et à l'eau et d'ouverture des fenêtres. Il est donc préconiser de les remplacer à court terme. En dehors de la gestion, c'est l'unique moyen de faire baisser fortement les consommations de chauffage du bâtiment.

4- PRECONISATIONS

4.1- Introduction

4.1.1- Le chiffrage des préconisations

Les tableaux suivants présentent l'impact énergétique, environnemental et financier des propositions d'actions qu'il est possible de mettre en œuvre sur le bâtiment. Les chiffrages des solutions sont présentés sous la forme suivante :

- **L'investissement brut** qui représente le coût réel de la préconisation.
- **Le retour sur investissement (RSI) brut** est le rapport entre le coût d'investissement brut et les économies
- **Le retour sur investissement actualisé** intègre l'inflation sur les coûts d'exploitation énergétique ($i = 6\%$) et le taux d'actualisation égal à l'inflation générale des prix ($a = 2\%$) selon la formule suivante :

$$RSI_{actualisé} = \frac{\ln(1 - (1 - r) * I / E)}{\ln(r)}$$

Avec : I = surcoût en €, E = économie en € ;

$$r = \frac{1+i}{1+a} \text{ avec } i \text{ l'inflation} = 6\% \text{ et } a \text{ le taux d'actualisation} = 2\%$$

Exemple :

Situation actuelle : chaudière classique datant de 1990 (âge ~ 19 ans) P = 100 kW

Durée de vie conventionnelle d'une chaudière = 21 ans

Taux de vétusté estimé = $1-19/21 = 0,1$ d'après la définition de la vétusté donnée dans le CCTP.

Solution préconisée : Remplacement par une chaudière à condensation P = 100 kW

Gains = 500 €/an

Investissement brut = 11 000 € HT

Valeur résiduelle de la chaudière = vétusté x Investissement = $0,1 \times 11\,000\text{€} = 1\,100\text{€}$.

Amortissement cumulé = Investissement brut - Valeur résiduelle = $11\,000\text{€} - 1\,100\text{€} = 9\,900\text{€}$.

Investissement net = Investissement brut - Amortissement cumulé = **Valeur résiduelle**

Retour sur investissement brut = Investissement brut / gain = **22 ans**

Retour sur investissement net = Investissement net / gain = **2 ans**

4.1.2- Les niveaux de performances pour le bâti

Les améliorations sur le bâti sont proposées lorsque le niveau d'isolation actuel n'atteint pas l'exigence fixée par la RT Existant « Élément par élément », réglementation qui s'applique au bâtiment si les actions de rénovation thermique préconisées sont engagées.

Notons que la réglementation thermique « élément par élément » s'applique aux bâtiments existants depuis le 1^{er} novembre 2007 de SHON de plus de 1000 m² et pour des coûts des travaux de rénovation thermique inférieure à 275 €/HT/m² (année 2008).

Les valeurs à atteindre pour les différentes parois sont les suivantes (performance pour les bâtiments BBC, niveau à atteindre lors de la futur RT2012) :

Types de parois	THPE R (m ² .K/W)	THPE U (W/ m ² .K)
Murs	5	0,2
Sols ou planchers bas	5	0,2
Planchers hauts / Toiture	5 à 6	0,2 à 0.17
Surfaces vitrées	0,59	1,60

4.1.3- Les Certificats d'Economies d'Energie (CEE)

Pour chaque action faisant partie des opérations standardisées (arrêté du 19 juin 2006), nous avons calculé les Certificats d'Economie d'Energie (CEE) correspondant.

L'unité de compte du CEE est le « **kWh cumac** ». L'abréviation « **cumac** » provient de la contraction de « cumulés », afin de tenir compte des économies générées sur toute la durée de vie de l'équipement utilisé, et « actualisés », afin de prendre en compte une actualisation financière annuelle.

Le taux d'actualisation est fixé à 4% par année. Le tableau suivant donne des indications sur le coefficient multiplicateur à appliquer sur les économies annuelles suivant la durée de vie de l'équipement.

Durée de vie de l'équipement	Coefficient Multiplicateur (actu. 4%)
5 ans	4,63
10 ans	8,41
15 ans	11,56
20 ans	14,13
25 ans	16,25
30 ans	17,98
35 ans	19,41

Exemple : Une chaufferie bois de 2MW fonctionnant 2500h par an, crée chaque année une économie forfaitaire de 5 000 000 kWh de combustible fossile.

Sur 15 ans, le nombre de kWh cumac sera : 5 000 000 x 11,56 soit 57 800 000 kWh cumac (directement convertibles en certificats).

Les certificats d'économie d'énergie ne s'appliquent pas pour un simple respect de la réglementation, pour une simple substitution entre énergies fossiles, pour les opérations tel le photovoltaïque qui bénéficient déjà du dispositif d'obligation d'achat, et pour les opérations subventionnées par l'ADEME.

Cependant, une grande quantité de certificats peut être obtenue en améliorant l'isolation du bâtiment (bonne économie sur une très longue durée).

Il est à noter qu'un certificat d'économie d'énergie peut être obtenu à partir de 1 000 000 kWh cumac. La vente de CEE se faisant sur un marché d'échange, il est impossible de fixer un prix à la vente de certificats.

Dans le cadre de cette étude, nous posons l'hypothèse de 3€/MWhcumac soit 3,588€TTC/MWhcumac.

4.2- Synthèse des préconisations

Les préconisations sont classées par poste. Elles concernent :

- l'exploitation du bâtiment (comportement, conduite, maintenance, contrats d'exploitation des équipements et de fourniture d'énergie)
- les systèmes (équipements de CVC, électriques, etc. y compris le changement d'énergie)
- l'enveloppe

Le tableau résume les propositions d'actions.

Préconisations Exploitation et gestion	Investissement			Économie identifiée				Energie grise mobilisée <i>kWhEP</i>	RSI brut non actualisé sur l'invest. net années	RSI brut actualisé sur l'invest. net années	Valorisation CEE € TTC
	Brut €TTC	Indice de vétusté	Net (prise en compte vétusté) €TTC	Électricité <i>kWhEF/an</i>	Combustible <i>kWhEF/an</i>	émissions de GES <i>kg CO₂/an</i>	Coût fonctionnem ent €TTC/an				
Conduite installation : Arrêt chauffage le soir et weekend et optimisation de la programmation horaire	0 €	1	0 €	16 834	63 000	16 156	4 547 €	-	0	0	0 €
Conduite installation : Arrêt chauffage le soir et le weekend + optimisation programmation horaire + baisse température à 20°C	0 €	1	0 €	16 834	181 200	43 815	10 577 €	-	0	0	0 €
Asservissement des ventilo-convecteurs à l'occupation des locaux (Mise en place d'horloge sur le départ 'ventilo-convecteurs" de chaque tableau électrique de chaque étage.	1 435 €	1	1 435 €	11 309	4 693	2 048	1 135 €	-	1	1	0 €
Mise en place d'une horloge sur chaque VMC simple flux (arrêt ventilation sanitaires en inoccupation) + Programmation des horaires de fonctionnement de la ventilation des bureaux à l'occupation des locaux.	431 €	1	431 €	43 704	71 900	20 496	7 129 €	-	0	0	0 €
Mise en place d'un compteur d'énergie au niveau du TGBT sur les 3 départ (btiment A, B et salle blanche)	1 076 €	1	1 076 €	-	-	-	-	-	-	-	0 €
Généralisation d'EnergyStar (mode veille) et déconnection du réseau en absence (multiprises)	955 €	1	955 €	14 179	0	3 318	1 123 €	-	1	0	0 €

Préconisations systèmes	Investissement			Économie identifiée				Energie grise mobilisée <i>kWhEP</i>	RSI brut non actualisé sur l'invest. net années	RSI brut actualisé sur l'invest. net années	Valorisation CEE € TTC
	Total €TTC	Indice de vétusté	Net (prise en compte vétusté) €TTC	Électricité <i>kWhEF/an</i>	Combustible <i>kWhEF/an</i>	émissions de GES <i>kg CO₂/an</i>	Coût fonctionnem ent €TTC/an				
Remplacement de l'éclairage fluorescent par un éclairage plus performant (T5 + ballast électronique) hors archives et locaux peu utilisés aux niveaux 0)	64 015 €	0,6	38 409 €	13 076	0	1 098	1 454 €	-	26	19	4 031 €
Remplacement des ampoules énergivores par des ampoules basse consommation	911 €	0,6	547 €	1 066	0	90	64 €	-	9	7	0 €
Mise en place d'un système de gestion de l'éclairage (minuterie ou détecteur de présences) dans les zones à occupation intermittente	5 526 €	0,6	3 315 €	4 138	0	348	328 €	-	10	8	0 €
Ensemble des préconisations éclairage (éclairage performant et système de gestion)	64 769 €	0,6	38 861 €	16 839	0	1 414	1 849 €	-	21	16	0 €

Préconisations bâti	Investissement			Économie identifiée				Energie grise mobilisée <i>kWhEP</i>	RSI brut non actualisé sur l'invest. net années	RSI brut actualisé sur l'invest. net années	Valorisation CEE € TTC
	Total €TTC	Indice de vétusté	Net (prise en compte vétusté) €TTC	Électricité <i>kWhEF/an</i>	Combustible <i>kWhEF/an</i>	émissions de GES <i>kg CO₂/an</i>	Coût fonctionnem ent €TTC/an				
Bâtiment A : Remplacement de l'ensemble des ouvrants	290 900 €	0,2	58 180 €	0	158 200	158 200	8 070 €	111 460	7	6	2 909 €
Bâtiment B : Remplacement de l'ensemble des ouvrants	368 400 €	0,2	73 680 €	0	102 250	102 250	5 213	81 800	14	11	4 003 €
Passerelle : Réfection des murs et de la toiture avec : - Réfection et isolation de la toiture - Remplacement des vitrages avec allège opaques isolantes jusqu'à 1m de hauteur.	52 200 €	0,2	10 440 €	0	41 700	41 700	2 100	41 700	5	4	526 €

Commentaires

Sur ce bâtiment, les principales pistes d'amélioration portent sur la bonne maîtrise des équipements de chauffage, de ventilation et d'éclairage. Les gains d'énergie, en chauffant les locaux à une température plus faible (20°C) et en mettant en place un arrêt du chauffage le soir et le weekend, sont très important : près de 30% de gain sur le chauffage des locaux.

Le remplacement des fenêtres est également une source d'économies potentielles.

Les équipements et la gestion de l'éclairage, pourront être améliorés.

4.3- Proposition de solution globale

Pour être cohérentes, certaines actions doivent être combinées entre elles. Nous avons la combinaison de préconisations dans le but d'attendre l'étiquette B pour chaque bâtiment.

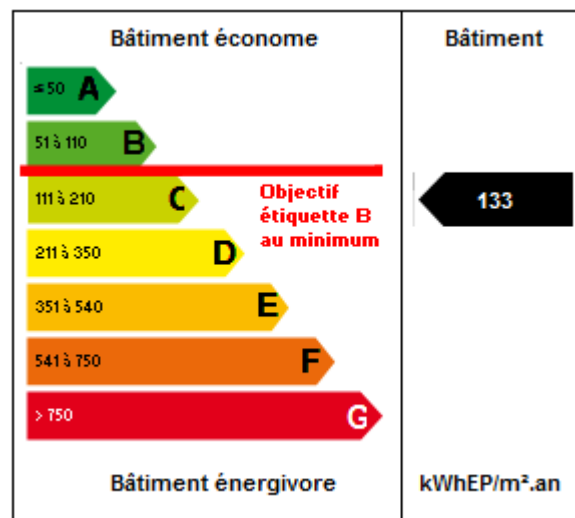
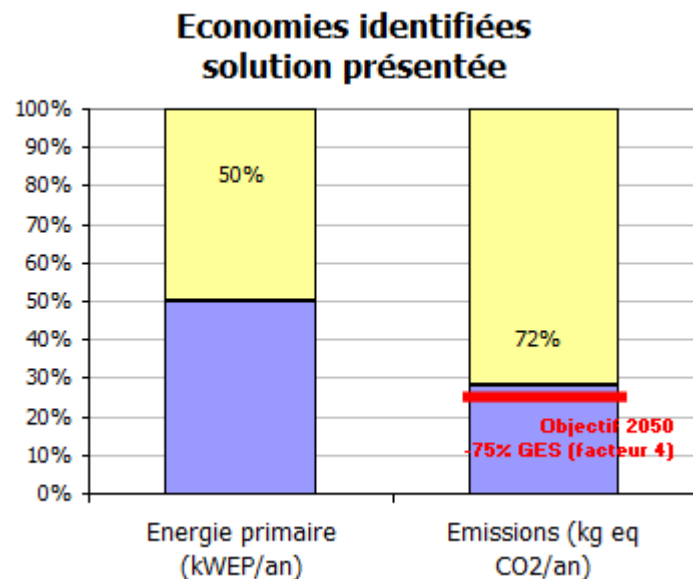
↳ Liste action comprise dans la solution proposée (ensemble des préconisations)

	Préconisations choisies pour ce scenario
Exploitation et gestion	Conduite installation : Arrêt chauffage le soir et le weekend + optimisation programmation horaire + baisse température à 20°C
	Asservissement des ventilo-convecteurs à l'occupation des locaux (Mise en place d'horloge sur le départ 'ventilo-convecteurs" de chaque tableau électrique de chaque étage.
	Mise en place d'une horloge sur chaque VMC simple flux (arrêt ventilation sanitaires en inoccupation) + Programmation des horaires de fonctionnement de la ventilation des bureaux à l'occupation des locaux.
	Mise en place d'un compteur d'énergie au niveau du TGBT sur les 3 départs (bâtiment À, B et salle blanche)
	Généralisation d'EnergyStar (mode veille) et déconnection du réseau en absence (multiprises)
	Conduite installation : Arrêt chauffage le soir et le weekend + optimisation programmation horaire + baisse température à 20°C
	Asservissement des ventilo-convecteurs à l'occupation des locaux (Mise en place d'horloge sur le départ 'ventilo-convecteurs" de chaque tableau électrique de chaque étage.
Systèmes	Remplacement de l'éclairage fluorescent par un éclairage plus performant (T5 + ballast électronique) hors archives et locaux peu utilisés aux niveaux 0)
	Remplacement des ampoules énergivores par des ampoules basse consommation
	Mise en place d'un système de gestion de l'éclairage (minuterie ou détecteur de présences) dans les zones à occupation intermittente
Bâti	Bâtiment A : Remplacement de l'ensemble des ouvrants
	Bâtiment B : Remplacement de l'ensemble des ouvrants

	Passerelle : Réfection des murs et de la toiture avec : - Réfection et isolation de la toiture - Remplacement des vitrages avec allège opaques isolantes jusqu'à 1m de hauteur.

↳ **Tableau récapitulatif solution proposée**

solution globale objectif étiquette B	Investissement		Économie identifiée				Etiquette après travaux		Valorisation CEE *	RSI net actualisé avec l'aide maximum sur l'investissement net années
	Brut €TTC	net (avec vétusté) €TTC	Électricité kWhEF/an	Combustible kWhPCI/an	Coût fonctionnement €TTC/an	kgCO2/an	Etiquette énergie	Etiquette climat		
	780 000 €	185 058 €	102 865	383 495	5 248 €	98 378	C	B	11 469 €	24



Investissement (€ TTC)	
Total	780 000
Par m²	340

La situation de référence est la moyenne de ces 3 dernières années. L'économie due au remplacement des équipements de production de chaleur a été prise en compte dans ce scénario.

Il est donc calculé ici la consommation du bâtiment au cas de remplacement des fenêtres. Les préconisations permettant de réaliser le plus d'économies sont :

- L'arrêt du chauffage hors occupation des locaux et l'optimisation de la programmation du chauffage,
- Le remplacement de l'ensemble de l'éclairage.
- L'arrêt de la ventilation hors occupation.
- L'arrêt des ventilo-convecteurs hors occupation.

4.4- Etiquettes Energie et Climat

Surface chauffée	4 848 m ²	Année de mise en service	1988 et 1991
Effectifs	160	Années de référence	2008 à 2010
Consommations et coûts			
Gaz	520 829 kWh _{EF}	25 247 €TTC	48,5 €TTC/MWh _{EF}
Electricité	319 883 kWh _{EF}	26 867 €TTC	84,0 €TTC/MWh _{EF}

Indicateurs de performance			
Avant recommandations		par m ²	par usager
Thermique	Consommation (kWh _{EF})	97	2933
	Coûts (€TTC avec abon.)	5	158
	GES (kg _{eq} CO ₂)	23	686
Electricité	Consommation (kWh _{EF})	66	1999
	Coûts (TTC avec abon.)	6	168
	GES (kg _{eq} CO ₂)	6	168
Energie	Consommation (kWh _{EF})	163	4932
	Coûts (TTC avec abon.)	11	326
	GES (kg _{eq} CO ₂)	28	854
Eau	Consommation (m ³)	0,15	4
	Coûts (€TTC avec abon.)	0,86	26
Après recommandations		par m ²	par usager
Thermique	Consommation (kWh _{EF})	18	536
	Coûts (€TTC avec abon.)	1	29
	GES (kg _{eq} CO ₂)	4	125
Electricité	Consommation (kWh _{EF})	45	1356
	Coûts (TTC avec abon.)	4	114
	GES (kg _{eq} CO ₂)	4	114
Energie (Therm+Elec)	Consommation (kWh _{EF})	62	1892
	Coûts (€TTC avec abon.)	5	143
	GES (kg _{eq} CO ₂)	8	239

EF : énergie finale, c'est-à-dire vendue au client

EP : énergie primaire, c'est-à-dire prélevée du milieu naturel

Les « étiquettes énergie et climat » présentées ci-dessous ont été établies suivant l'arrêté du 7 décembre 2007 relatif au Diagnostic de Performance Energétique pour les bâtiments publics de plus de 1000 m² à occupation continue. Les facteurs de conversion utilisés sont présentés ci-dessous :

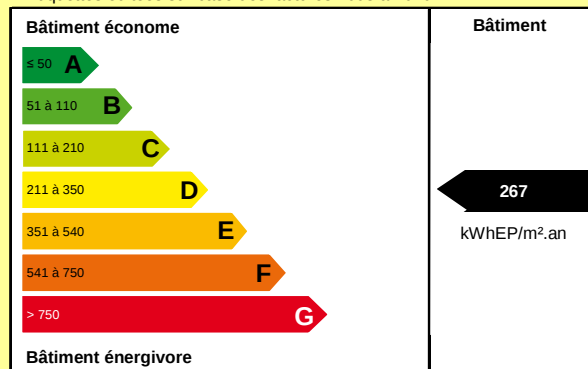
Facteurs de conversion	Energie primaire	Gaz à Effet de Serre (CO ₂)
Gaz	1 kWh _{EF} -> 1 kWh _{EP}	1 kWh _{EF} -> 0,234 kgCO ₂
Electricité	1 kWh _{EF} -> 2,58 kWh _{EP}	1 kWh _{EF} -> 0,084 kgCO ₂
Fuel	1 kWh _{EF} -> 1 kWh _{EP}	1 kWh _{EF} -> 0,300 kgCO ₂

Bâtiment public à intermittence moyenne

Avant recommandations

Siège CAF de la Manche - Avranches (1988 et 1991)

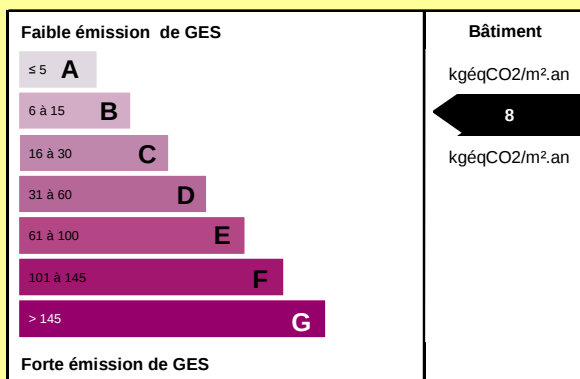
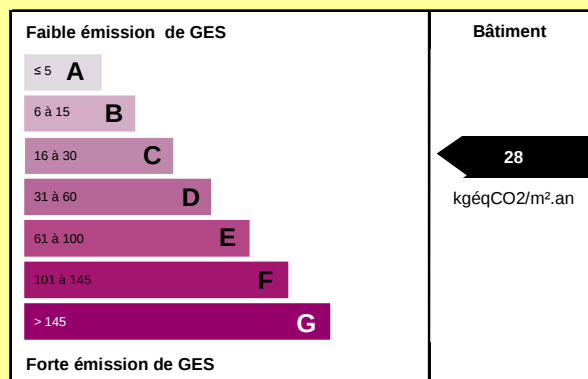
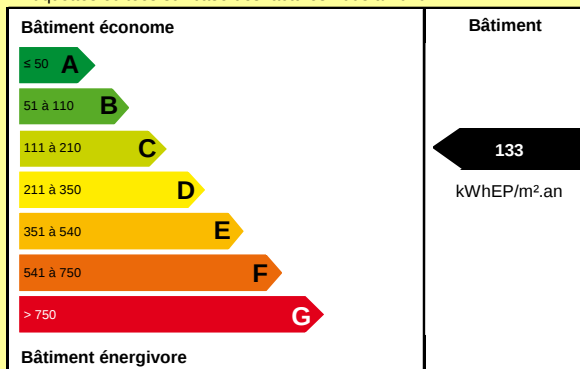
Etiquettes éditées sur base des factures 2008 à 2010.



Après recommandations

Siège CAF de la Manche - Avranches (1988 et 1991)

Etiquettes éditées sur base des factures 2008 à 2010.



Etiquette Energie et Climat avant et après recommandations (solution globale proposée)

Commentaires

La situation de référence est la moyenne de ces 3 dernières années.

L'ensemble de nos préconisations permet une baisse importante des consommations (division par 2) et des émissions de gaz à effet de serre (division par 3). Les consommations d'électricité baisseront et permettront d'être en classe C de l'étiquette Energie, L'objectif n'est donc pas atteint. En décomptant la consommation de la salle serveur, les consommations seraient de 107kWhEP/m² et l'objectif serait donc atteint.

4.5- Détail des préconisations

4.5.1- Action prioritaire

Identification d'un référent énergie pour le site	
Avantages	Inconvénient
• Diminution des consommations d'énergie • Maintien/Amélioration du confort • Faible coût • Implication et motivation de l'ensemble du personnel pour faire des économies d'énergie	• Éventuellement : intervention d'un formateur extérieur
Description	
Une manière d'économiser facilement de l'énergie consiste à utiliser correctement tout ce qui génère des consommations d'énergie dans le bâtiment, par exemple : • le bâti (contrôle du temps d'ouverture des fenêtres pour la ventilation naturelle, fermeture des volets pour limiter la surchauffe en journée en été, la nuit en hiver pour éviter les déperdition thermiques...) • les équipements de chauffage (réglage du thermostat, vanne thermostatique, ...) • les équipements informatiques, l'éclairage, ... • les équipements de gestion et de contrôle des températures et des horaires de chauffe/réduit. Toutefois, ceci nécessite très souvent un changement des habitudes qui ne va pas de soi. Une sensibilisation de tous les occupants du site est donc nécessaire, afin de générer une compréhension des enjeux et une prise de conscience qui permettra le changement des comportements. Pour cela, l'identification d'un pilote / référent énergie pour le bâtiment est un levier grandement facilitateur.	
Le référent énergie du site aura un double rôle en interne et en externe : En interne, il sera d'échanger avec les occupants sur la maîtrise de l'énergie. Un chantier peu onéreux et très important sera de sensibiliser le personnel à la problématique du changement climatique et aux économies d'énergie (afin de réduire les consommations d'éclairage ou de bureautique hors occupation, ...). En externe, son rôle sera de faire un suivi des consommations énergétiques afin d'éviter des dérives. Fort de cette connaissance des consommations, il assurera également le pilotage de l'exploitant et veillera à la bonne régulation des équipements de CVC afin d'assurer la bonne régulation du chauffage, notamment selon l'occupation du bâtiment, et à des températures correctes.	
Conseil de mise en œuvre	
La formation du référent énergie peut être effectuée par un prestataire type Inddigo, spécialisé dans ces thématiques. Ensuite, le référent pourra organiser lui-même la sensibilisation en interne, ou bien sous-traiter une formation par le même type d'acteurs externes.	
Résultats d'analyse	
Il n'est pas possible de chiffrer cette recommandation. Cependant, il est à noter que les résultats d'analyse d'autres préconisations dépendront fortement du comportement des occupants à l'heure d'utiliser le bâtiment. Cette préconisation conditionne en fait l'ensemble de la démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique du site.	



4.5.2- Actions Bâtiment

Parois : isolation par l'extérieur des murs extérieurs	
Avantages	Inconvénient
• Diminution des consommations énergétiques • Amélioration du confort thermique hiver et été • Annulation des ponts thermiques au niveau des planchers et refends • Pas de réduction du volume habitable • Valorisation du patrimoine sur le long terme et amélioration du cadre de vie	• Travaux lourds et de mise en œuvre longue (échafaudage, préparation, ...)
Description	
Afin de limiter les déperditions liées au bâti, une isolation des parois verticales peut s'avérer pertinente. Il est possible de réaliser ce type d'intervention pour des bâtiments dont les façades extérieures ne présentent pas de « cachet » particulier. Les investissements engendrés par des procédés d'isolation par l'extérieur sont très importants, mais, à la différence des procédés d'isolation par l'intérieur, ils ne nécessitent pas l'arrêt d'activités du bâtiment ou le déplacement des organes installés sur les façades intérieures (radiateurs, canalisation d'eau, câbles et équipements électriques, ...).	
	
Conseils de mise en œuvre	
L'isolation par l'extérieur des murs de façade pourra se faire sous forme de bardage (isolant avec revêtement rapporté), de vêtire (isolant avec peau incorporée) ou d'enduit sur isolant (enduit mince sur isolant collé). Dans le cas d'un revêtement bardage, quel que soit le matériau de bardage, une lame d'air de 2 cm doit être prévue entre l'isolant et le bardage. Cet espace doit être ventilé pour évacuer la vapeur d'eau résiduelle. Les murs extérieurs doivent être protégés avec des matériaux non combustibles qui évitent la propagation d'un incendie et sa transmission aux édifices voisins. Lorsqu'un ravalement est programmé, le surcoût pour l'ajout d'une isolation est faible.	
Résultats d'analyse	
Cf. partie 4.2 (résultats d'analyse). Hypothèses : × Surface traitée : Cf. partie 1.7. × Coût du m² d'isolant : voir Annexe 4 (base de prix) × Niveaux de performances : Cf. partie 4.1.2 .	

Ouvrants : remplacement des fenêtres par des fenêtres double vitrage	
Avantages	Inconvénients
• Diminution des consommations énergétiques • Amélioration du confort thermique • Diminution des infiltrations d'air • Valorisation du patrimoine sur le long terme	• Implique que les champs d'intervention soient inoccupés • Implique des travaux de retouche au niveau de l'aménagement intérieur (peinture, plâtre, ...)
Description	
 A l'inverse des murs, la surface d'ouvrants dans un bâtiment est souvent plus faible. Cependant, la part de déperditions dues aux ouvrants peut être très importante dans un bâtiment équipé de fenêtres simple vitrage du fait de leur faible résistance thermique (simple vitrage environ trois fois plus conducteur de chaleur que le béton). Les gains énergétiques du remplacement de menuiseries simple vitrage aluminium par du double vitrage à lame d'argon peu émissif peuvent aller jusqu'à 65 % en moins sur les déperditions du poste. La température de confort d'une pièce perçue par un individu est la température opérative. Celle-ci dépend de la température de l'air et des températures de surface de chaque paroi. Ainsi, les fenêtres jouent un rôle important dans cette dernière composante, puisqu'un simple vitrage est beaucoup plus froid qu'un double vitrage. La sensation de froid des occupants aux abords des fenêtres sera donc diminuée.	
Mise en œuvre	
Préférer des ouvrants PVC, bois ou aluminium à rupture des ponts thermiques. Les nouvelles huisseries permettent une meilleure étanchéité à l'air donc les infiltrations sont limitées. Cependant, dans des bâtiments anciens et dont le système de ventilation des locaux est naturel, il est possible que la mise en place de fenêtres déséquilibre les mouvements de renouvellement d'air au sein du bâtiment. Dans ce cas, la ventilation est à revoir ; à noter qu'une solution serait la mise en place de VMC dans les pièces humides.	
Résultats d'analyse	
Cf. partie 4.2 (résultats d'analyse). Hypothèses : × Surface traitée : Cf. partie 1.7. × Coût du m² d'isolant : voir Annexe 4 (base de prix) × Niveaux de performances : Cf. partie 4.1.2	

4.5.3- Actions électricité

Éclairage : remplacement de l'éclairage fluorescent par un éclairage plus performant en cas de relampage	
Avantages	Inconvénient
• Diminution des consommations d'électricité • Diminution de la puissance installée • Diminue l'effet de clignotement (confort visuel) • Augmentation de la durée de vie des équipements et diminution du coût de maintenance • Réduction des émissions de chaleur • Amélioration du Cos ϕ	• Investissement élevé (peut être inclus dans un programme de rénovation globale de l'aménagement intérieur) 
Description	
L'éclairage fluorescent nouvelle génération permet de réduire considérablement les consommations d'énergie : les ballasts électroniques remplacent les ballasts ferromagnétiques et les tubes fluorescents haut rendement (type T5) remplacent les tubes traditionnels (type T8). Cette préconisation permet de constater l'économie engendrée par la mise en place d'un éclairage performant. Dans le cas du remplacement de l'éclairage, des mesures de luminosité et des simulations d'éclairement devront être réalisées afin d'ajuster ces préconisations : le nombre, l'agencement et la puissance des luminaires devront être recalculés. La solution préconisée dans ce rapport consiste à remplacer les luminaires fluorescents T8 actuels par le même nombre de luminaires fluorescents T5 assurant un niveau d'éclairement identique.	
Conseils de mise en œuvre	
Bien séparer les zones d'éclairage côté paroi vitrée / côté mur borgne. Penser à une commande automatique lorsqu'il s'agit de lieux de passage, de sondes d'éclairement lorsqu'il s'agit de lieux naturellement éclairés. La solution préconisée est le remplacement • des luminaires T8 : 1 et 2*58W par des luminaires T5 : 1 et 2*35W avec ballasts électroniques, • des luminaires T8 : 1 et 2*36W par des luminaires T5 : 1 et 2*28W avec ballasts électroniques, • des luminaires T8 : 4*18W par des luminaires T5 : 3*14W avec ballasts électroniques ; le tout assurant un niveau d'éclairement identique.	
Résultats d'analyse	
Cf. partie 4.2 (résultats d'analyse). Hypothèses : × Coût: voir Annexe 4 (base de prix) × Baisse de la puissance souscrite : aucune baisse n'a été considérée × L'économie financière calculée prend en compte les gains d'électricité, de matériel et maintenance et de puissance souscrite. Remplacement de luminaires avec gestion de l'éclairage : Ceci est traité dans les préconisations suivantes, car en plus de changer des luminaires T8, on change également des lampes incandescentes et des halogènes Basse Tension.	

Éclairage : installation d'une commande avec minuterie ou détecteur de mouvement	
Avantages	Inconvénients
• Diminution des consommations d'électricité • Facilité de mise en œuvre	• Intervention d'une personne habilitée
Description	
Certaines zones de circulation et les sanitaires peuvent faire l'objet d'une meilleure gestion de l'éclairage. Afin de limiter les consommations d'électricité inutiles, il est possible de commander l'allumage par une minuterie ou un détecteur de mouvements, l'extinction se fera alors de manière automatique selon une temporisation souhaitée.	
	
Conseils de mise en œuvre	
Détecteur : Ce type d'appareillage demande un réglage minutieux des seuils de détection et de temporisation (les allumages trop fréquents réduisent la durée de vie des lampes). De plus, une attention particulière doit être portée au placement des cellules de détection. Pour le milieu scolaire, les modèles encastrables et robustes sont préférables. A noter qu'il est possible d'associer des ampoules fluo-compactes avec un détecteur de présence ou une minuterie à condition que les ampoules soient des ampoules fluo-compactes renforcées. Cette dernière génération d'ampoule basse consommation supporte les allumages et extinctions fréquents inhérents aux minuteries et détecteurs de présence.	
Éclairage : remplacement des ampoules énergivores par des ampoules basse-consommation et spots LED	
Avantages	Inconvénients
• Diminution des consommations électriques • Augmentation de la durée de vie des lampes • Gain de temps de maintenance • Baisse de la puissance installée	• Investissement plus élevé
Description	
Certains points lumineux sont équipés d'ampoules énergivores, c'est-à-dire à incandescence ou halogène. Celles-ci génèrent des consommations électriques importantes, alors qu'elles peuvent être remplacées par des ampoules économes (fluo compactes ou LED). L'intensité lumineuse produite par une lampe fluo compacte de 15W équivaut à celle provenant d'une ampoule « classique » de 60W. De plus, ces lampes économes ont une durée de vie jusqu'à 12 fois supérieures par rapport aux lampes incandescentes et halogènes (et jusqu'à 100 fois supérieure pour les LED).	
	
Conseils de mise en œuvre	
Le remplacement des ampoules énergivores est soit réalisé en remplaçant l'ampoule, soit en remplaçant l'ampoule et son support. Ce travail pourra être réalisé par un agent du site. A noter qu'il est possible d'associer des ampoules fluo-compactes avec un détecteur de présence ou une minuterie à condition que les ampoules soient des ampoules fluo-compactes renforcées. Cette dernière génération d'ampoule basse consommation supporte les allumages et extinctions fréquents inhérents aux minuteries et détecteurs de présence.	

Résultats d'analyse
Cf. partie 4.2 (résultats d'analyse). Hypothèses : × Coût : voir Annexe 4 (base de prix) .

4.5.4- Actions gestion et suivi énergétique

Réglage de la programmation des températures de chauffe et/ou de réduit	
Avantages	Inconvénient
• Diminution des consommations d'énergie • Aucun investissement/rentabilité immédiate • Facilité de mise en œuvre • Maintien du confort	
Description	
Une manière d'économiser facilement de l'énergie consiste à régler la bonne consigne de température au bon moment. Ainsi, l'optimisation du réglage de la programmation des températures de chauffe et/ou de réduit permet de chauffer au plus juste en fonction des périodes d'occupation des locaux. On estime qu'en général une diminution de 1°C sur la consigne de chauffage pour des logements permet de réaliser 7 à 10% d'économies sur les consommations de chauffage.	
	
Conseil de mise en œuvre	
Le réglage des programmeurs doit être réalisé par l'exploitant ou par le service matériel du site après avoir vérifié les horaires exacts d'occupation des différents locaux. Ce réglage peut être approché par tests successifs ou par la pose momentanée d'enregistreurs afin de suivre au mieux l'effet des arrêts et remises en températures des locaux. Ce réglage dépendra également de la surpuissance disponible, de l'inertie des locaux, des charges internes... Le démarrage peut être réalisé avant l'arrivée des occupants tandis que l'arrêt peut se faire avant leur départ.	
Résultats d'analyse	
Cf. partie 4.2 (résultats d'analyse).	

4.5.5- Actions d'économies d'eau

Sanitaires : mise en place d'aérateurs à l'extrémité des robinets à ouverture manuelle	
Avantages	Inconvénients
• Diminution des consommations d'eau • Facilité de mise en œuvre	• Installation sur chaque point de puisage
Description	
Les aérateurs sont des dispositifs à mettre à l'extrémité des robinets. Ils utilisent le principe de l'effet «Venturi» : à l'entrée de l'aérateur, le flux d'eau engendre une zone de dépression au niveau des prises d'air favorisant ainsi une aspiration. Un réducteur de débit (fixe le débit entre 5 et 10 l/min) induit un «déficit» d'eau qui est compensé par l'air aspiré. Le mélange air-eau permet d'obtenir pour une sensation identique de confort, tout en engendrant une économie d'eau pouvant aller jusqu'à 40%.	
	
Conseils de mise en œuvre	
L'installation des aérateurs peut être effectuée par le Maître Ouvrier de l'établissement. Il suffit de dévisser la tête du robinet, de retirer le dispositif actuel, d'installer l'aérateur et de revisser la tête.	
Résultats d'analyse	
Cf. partie 4.2 (résultats d'analyse). Hypothèses : × Coût : voir Annexe 4 (base de prix) .	

Sanitaires : mise en place d'Écoplaquettes/Ecosacs dans le réservoir des toilettes	
Avantages	Inconvénients
• Diminution des consommations d'eau • Facilité de mise en œuvre • Pas de problème d'entartrage du mécanisme	
Description	
	Les écoplaquettes/écosacs sont des dispositifs qui s'installent dans le réservoir des sanitaires afin d'en diminuer le volume, tout en conservant le mécanisme initial. Ainsi, à chaque utilisation, la quantité d'eau utilisée sera réduite du fait que le volume du réservoir a été diminué.
Conseils de mise en œuvre	
Cette mesure peut être mise en œuvre sur l'ensemble des sanitaires à réservoir classique. L'installation peut être	

effectuée par le Maître Ouvrier de l'établissement.

Résultats d'analyse

Cf. partie 4.2 (résultats d'analyse).

Hypothèses :

× Coût : voir Annexe 4 (base de prix)

.

ANNEXE 1 :

DEFINITIONS DETAILLEES DU P2, P3

Composante	Niveaux de la norme NFX 60.010 correspondants	Description
P2	Niveau 1	Réglages simples, échanges d'éléments consommables
	Niveau 2	- Dépannage par échange standard d'éléments simples (suite à constat visuel ou demande très simple). - Opérations mineures préventives.
	Niveau 3	- Diagnostic des pannes. - Réparation par échange standard de pièces ou d'éléments fonctionnels. - Réparations mécaniques mineures.
P3	Niveau 4	- Toutes les opérations moyennes de maintenance corrective. - Toutes les opérations importantes de maintenance préventive et de révision. - Les opérations de réglage de systèmes complexes.
	Niveau 5	- Rénovation ou renouvellement. - Réparations importantes.

ANNEXE 2 :

PUISSANCES DES EQUIPEMENTS (HORS EQUIPEMENTS CVC)

Informatique (bureaux) - Hors serveurs					
Type de matériel	Mode actif	Puissance (W)			
		attente	arrêt	off	
Unité Centrale (UC)		110	10	5	0
Ecran cathodique 17" (17" CRT)		88	5	3	0
Ecran plat 17" (17" LCD)		22	5	5	0
Serveur		198	15	8	0
Bureautique					
Type de matériel	Mode actif	Puissance (W)			
		attente	arrêt	off	
Imprimante		50	10		0
Télécopie		40	10		0
Photocopieur		1 500	10		0
Ordinateur portable		100	10		0
Traitement de l'air					
Type de matériel	Puissance				
Extracteur	Dépend de l'équipement (0,25 à 2kW) - à voir sur place				
CTA	Dépend de l'équipement (1 à 4kW) - à voir sur place				
Cuisine collective / Bar					
Type de matériel	Puissance (W)				
Armoire chaude	4 000				
Armoire froide	1 000				
Bain marie	Dépend de l'équipement (2, 4kW) - à voir sur place				
Banque froide					
Chambre froide négative					
Chambre froide positive					
Chauffe assiette	2 000				
Chariot chauffant	3 000				
Colonnnette boisson	1 000				
Congélateur	140				
Compresseur bière	500				
Convoyeur	3 000				
Cuisine SAM prestige	27 000				
Distributeur boissons	2 000				
Distributeur eau	Dépend de l'équipement (1, 2kW) - à voir sur place				
Distributeur petit déjeuner	7 000				
Destructeur d'insectes	30				
Élément réfrigéré	1 000				
Four	Dépend de l'équipement (12, 16, 18kW) - à voir sur place				
Friteuse	Dépend de l'équipement (15, 22kW) - à voir sur place				
Grill	Dépend de l'équipement (4, 14, 15kW) - à voir sur place				
Hotte	Dépend de l'équipement (30W) - à voir sur place				
Machine à café	3 000				
Machine à glaçons	500				
Marmite					
Micro-ondes	1 000				
Plaque	4 000				
Plaque induction	7 000				
Plonge	Dépend de l'équipement (33, 41, 53, 59kW) - à voir sur place				
Réfrigérateur familial (grand)	200				
Réfrigérateur familial (petit)	100				
Table chaude	Dépend de l'équipement (4, 5.6kW) - à voir sur place				
Vitrine froide	500				
ECS					
Type de matériel	Puissance				
Cumulus électrique	Dépend de l'équipement - à voir sur place				
Circulateur ECS	Dépend de l'équipement (100 à 2000W) - à voir sur place				
Chauffage / climatisation					
Type de matériel	Puissance				
clim mobile	Dépend de l'équipement (900 à 1200W) - à voir sur place				
split	Dépend de l'équipement (1 à 5kW) - à voir sur place				
Convecteur électrique	1 000				
Pompes de chauffage	Dépend de l'équipement (100 à 2000W) - à voir sur place				
Salle de repos					
Type de matériel	Puissance				
Fontaine à eau	400				
Cafetière	800				
Distributeurs de boissons fraîches	400				
Distributeurs de boissons chaudes	1800				
Laverie					
Lave-linge familial	2000				
Sèche-linge familial	2350				
Machine à repasser collective	Dépend de l'équipement (16kW) - à voir sur place				
Lave-linge collectif	Dépend de l'équipement (10.5kW) - à voir sur place				
Sèche-linge collectif	Dépend de l'équipement (12, 19.5kW) - à voir sur place				

ANNEXE 3 : CALCUL ENERGIE GRISE DES PRECONISATIONS

Nous préconisons des solutions techniques, et n'avons pas le droit de préconiser des équipements d'un constructeur en particulier. Il nous est donc difficile de calculer l'empreinte environnementale de chaque équipement qui nous préconisons de remplacer.

Ci-dessous est listée ci-dessous l'empreinte environnementale moyenne pour chaque préconisation concernant le bâti. Seule l'empreinte écologique des matériaux a été chiffrée. Base de données utilisée : Logiciel Ecoinvent (hors fenêtres).

Matériaux	Epaisseur (mm)	R (K,m ² /W) U (vitrage, W/m ² .K)	Empreinte (kg CO ₂ / m ²)	Energie Grise (kWh/m ²)
Fenêtres :				
Fenêtre performante (4/16/4 Argon), Menuiserie bois	-	1,6	-	275
Fenêtre performante (4/16/4 Argon), Menuiserie PVC	-	1.6	-	428
Fenêtre performante (4/16/4 Argon), Menuiserie aluminium	-	1.6	-	900

Source : Büro für Umweltchemie (CH), en collaboration avec la société econum GmbH

Isolation murs par l'extérieur

Enduit minéral	10	0,01	1,5	8
Polystyrène expansé (EPS)	160	5	26,5	105
Total :	170,0	5	28,0	113

Isolation murs par l'intérieur

Laine de verre	200	5	7,6	64.4
Plaque de plâtre cartoné	13	0,1	4,4	20
Total :	213,0	5,1	12,1	87

Isolation Faux plafond ou comble (laine de verre déroulé 24cm d'épaisseur)

Laine de verre	240	6	9,2	77.5
----------------	-----	---	-----	------

Création d'un faux-plafond avec isolation

Laine de verre	200	5	7,6	64
Laine de roche dense	40	1	4,4	37
Total :	240,0	5,6	12,1	102

Isolation des planchers bas (type panneau de fibrastyrène de 15 cm d'épaisseur)

Polystyrène expansé (EPS)	140	4	23,2	92
Panneau de bois léger à paille de bois liée par du ciment	20	0	4,2	10
Total :	160,0	4,4	27,4	101

Réfection toiture terrasse avec étanchéité

Couche de couverture en asphalte	20	0,0	4,8	55
Polyuréthane (PUR/PIR)	160	5	32,6	135
Total :	180,0	5,0	37,4	190

Solution d'isolation « écologique » :

Isolation murs par l'extérieur

solution écologique 1 : panneaux de fibre de bois rigide

Coût : +30€/m² soit +20/25%

Enduit minéral	10	0,01	1,5	8	-
Laine de bois (panneaux rigide)	-	5	-	195	-
Total :	170,0	5	28,0	203	+ 80%

Isolation murs par l'intérieur

solution écologique 1 : rouleaux de fibre de bois

Coût : +15€/m² soit +20/25%

rouleaux de fibre de bois	-	5	7,6	41	-
Plaque de plâtre cartonné	13	0,1	4,4	20	-
Total :	213,0	5,1	12,1	61	-30 %

solution écologique 2 : rouleaux de laine de chanvre

Coût : +15€/m² soit +15/20%

rouleaux de laine de chanvre	-	5	7,6	52	-
Plaque de plâtre cartonné	13	0,1	4,4	20	-
Total :	213,0	5,1	12,1	72	- 15%

Isolation comble

solution écologique 1 : ouate de cellulose en vrac

Coût : +5€/m² soit +25/50%

ouate de cellulose en vrac	-	6	9,2	22	-70%
----------------------------	---	---	-----	----	------

solution écologique 2 : rouleaux de laine de chanvre

Coût : +25€/m² soit +100/125%

rouleaux de laine de chanvre	-	6	9,2	52	-30%
------------------------------	---	---	-----	----	------

Création d'un faux-plafond avec isolation *

solution écologique 1 : rouleaux de laine de chanvre

Coût : +25€/m² soit +30/35%

rouleaux de laine de chanvre	-	5	7,6	52	-
Laine de roche dense	40	1	4,4	37	-
Total :	240,0	5,6	12,1	89	-15 %

solution écologique 2 : rouleaux de laine de mouton

Coût : +20€/m² soit +20/30%

rouleaux de laine de mouton	-	5	7,6	20	-
Laine de roche dense	40	1	4,4	37	-
Total :	240,0	5,6	12,1	57	- 50%

Isolation des planchers bas

solution écologique 1 : ouate de cellulose ignifugé projeté

Gain : -10 à -30% car impossibilité technique de mettre une épaisseur suffisante pour obtenir la même résistance thermique

Coût : même ordre de grandeur

ouate de cellulose	100	4	23,2	22	-
Panneau de bois léger à paille de bois liée par du ciment	20	0	4,2	10	-
Total :	160,0	4,4	27,4	32	- 70%

Réfection toiture terrasse avec étanchéité

solution écologique 1 : aucune, pas de solution d'isolant écologique permettant la même mise en œuvre

ANNEXE 4 : BASE DE PRIX UTILISEE

Tous les prix ci-dessous comprennent la fourniture et la pose du matériel, ils sont donnés en €HT

Actions sur le bâti				
Intitulé	PRIX TTC	NRJ grise	Unité	Prestations prévues
Double vitrage performante, alu RPT-PT, Uw =1,8	600	900	€/m² de vitrage	Uw=1,8 W/m².K, pose d'une nouvelle fenêtre (ouvrant + dormant)
Double vitrage performante, bois, Uw =1,6	600	275	€/m² de vitrage	Uw=1,6 W/m².K, pose d'une nouvelle fenêtre (ouvrant + dormant)
Double vitrage performante, PVC, Uw =1,4	600	428	€/m² de vitrage	Uw=1,4 W/m².K, pose d'une nouvelle fenêtre (ouvrant + dormant)
Faux plafond (LV 20cm + FP en laine de roche 4cm)	80	102	€/m²	Dalle de laine de roche 60cmx60cm + pose 20cm LdV (structure et pose comprises)
Faux plafond (LV 24cm seul)	30	85	€/m²	Dalle de laine de roche 60cmx60cm + pose 24cm LdV (structure et pose comprises)
Film sur vitrages	50		€/m² de vitrage	Fourniture, pose de film adhésif réfléchissant argent, protection solaire. Application par l'extérieur sur produit verrier lisse, en place, non compris échafaudages.
Isolation des combles (LV 24cm seul)	30	94	€/m² d'isolant	laine de verre revêtue kraft 1 face, ép. 24 cm, déroulé sur solives - R = 6 m²K/W
Isolation des toitures Terrasse	40	135	€/m² d'isolant	panneau de polystyrène expansé de 20 cm d'épaisseur posé sous étanchéité - pose comprise mais hors travaux d'étanchéité - R = 5 m²K/W
Isolation des toitures Terrasse + réfection d'étanchéité	110	190	€/m²	panneau de polystyrène expansé de 20 cm d'épaisseur posé sous étanchéité - pose et travaux d'étanchéité - R = 5 m²K/W
Isolation d'une sous-face de plancher (R=4,5)	60	102	€/m² d'isolant	panneau de fibrastyrène de 15 cm d'épaisseur collé ou sur ossature métallique - R = 4,5 m²K/W
Isolation extérieure des parois verticales	190	106	€/m² d'isolant	panneau polystyrène expansé 16 cm + enduit hydraulique projeté - R = 5 m²K/W
Isolation intérieure des parois verticales	80	85	€/m² d'isolant	panneau plaque de plâtre+20 cm d'isolant, sur ossature - R = 5 m²K/W
Isolation sous rampants	60	78	€/m² d'isolant	panneau plaque de plâtre+24 cm de polystyrène, sur ossature - R = 6 m²K/W

Actions sur le chauffage				
Intitulé	Prix	PRIX TTC	Unité	Prestations prévues
Chaudière à condensation				chaudière, brûleur, tableau de régulation, mise en service rdt = 105%
P = 75 kW	8 250	9 867		
P = 100 kW	11 000	13 156	€/unité	
P = 200 kW	15 000	17 940	€/unité	
P = 300 kW	20 000	23 920	€/unité	
P = 400 kW	24 000	28 704	€/unité	
P = 500 kW	30 000	35 880	€/unité	

Calorifuge réseau de chauffage	50	59,8	€/ml	coquille laine minérale ép. 30 mm
Horloge digitale hebdomadaire	150	179,4	€/unité	
Optimiseur de relance + programmeur	3 000	3 588	€/unité	compris servomoteur, V3V, sonde T° pour la régulation d'une zone
Robinet thermostatique	75	89,7	€/unité	
Circulateurs VEV et à haut rendement				
Sirius D 40-60	2 098	2 510	€/unité	
Sirius D 40-60	2 098	2 510	€/unité	
Sirius D 40-80	2 448	2 930	€/unité	
Sirius D 65-90	3 773	4 510	€/unité	
Sirius D 65-90	3 773	4 510	€/unité	
Sirius D 50-80	3 419	4 090	€/unité	
Sirius D 65-90	3 773	4 510	€/unité	
Sirius D 80-90	5 430	6 490	€/unité	
Moteur à haut rendement (Eff1)		0	€/unité	
Puissance 1,1 kW	121	140	€/unité	
Puissance 1,5 kW	141	170	€/unité	
Puissance 2,2 kW	175	210	€/unité	
Puissance 3 kW	205	250	€/unité	
Puissance 4 kW	262	310	€/unité	
Puissance 5,5 kW	350	420	€/unité	
Puissance 7,5 kW	450	540	€/unité	
Puissance 9,2 kW	500	600	€/unité	
Puissance 11 kW	650	780	€/unité	
Actions sur la ventilation				
Intitulé	Prix	PRIX TTC	Unité	Prestations prévues
CTA double flux avec échangeur	A chiffrer au cas par cas			
Ajout d'un échangeur sur CTA DF	A chiffrer au cas par cas			
Détection de présence sur VMC	200	240	€/unité	
Horloge sur VMC	150	180	€/unité	
Moteur à haut rendement (Eff1)	Voir chauffage			
Actions sur la climatisation				
Intitulé	Prix	PRIX TTC	Unité	Prestations prévues
Circulateurs à haut rendement (Eff1)	Voir chauffage			
Groupe froid à condensation par air				
Puissance frigo = 55 kW	20 000	23 900	€/unité	
Régulation sur batterie eau glacée	2 000	2 400	€/unité	régulation en cascade ambiance soufflage avec limitation mini du soufflage et compensation avec action sur batterie eau glacée, y compris réglage de mise en service des points de consigne.

Actions sur l'éclairage				
Intitulé	Prix	PRIX TTC	Unité	Prestations prévues
Tubes T5 + ballast 4*14W + luminaire	114	136	€/unité	Main d'œuvre non comprise, comprise dans le calcul du cout
Tubes T5 + ballast 2*28W + luminaire	73	87	€/unité	
Tubes T5 + ballast 2*35W + luminaire	73	87	€/unité	
Détecteur de présence	30	36	€/unité	
Minuterie	20	24	€/unité	
Ampoule fluocompacte 11W à ballast électronique	7	8	€/unité	
Actions sur la gestion énergétique				
Intitulé	Prix	PRIX TTC	Unité	Prestations prévues
Compteur d'énergie avec intégrateur DN 15	500	600	€/unité	
Compteur d'énergie avec intégrateur DN 20	600	720	€/unité	
Compteur d'énergie avec intégrateur DN 25	1 141	1 360	€/unité	
Compteur d'énergie avec intégrateur DN 32	1 141	1 360	€/unité	
Compteur d'énergie avec intégrateur DN 40	1 400	1 670	€/unité	
Compteur d'énergie avec intégrateur DN 50	1 923	2 300	€/unité	
Compteur d'énergie avec intégrateur DN 65	2 000	2 390	€/unité	
Compteur d'énergie avec intégrateur DN 80	2 250	2 690	€/unité	
Compteur électrique monophasé jusqu'à 90 A	300	360	€/unité	avec émetteur d'impulsion
Compteur électrique triphasé jusqu'à 400 A	500	600	€/unité	avec émetteur d'impulsion
Actions sur l'eau				
Intitulé	Prix	PRIX TTC	Unité	Prestations prévues
Ecoplaquette pour 1 WC	15	18	€/unité	
Mise en place d'un réservoir d'eau pour WC + achat d'une écoplaquette	100	120	€/unité	
Mitigeur pour remplacement d'un mélangeur	70	85	€/unité	
Douchette économique 8 litres/min	65	78	€/unité	
Aérateur pour point de puisage	10	12	€/unité	
Réducteur de pression (DN15 à 32mm)	300	360	€/unité	