

Rapport d'étude

Audit Energie et Gros Entretien

—

Bât. N°1 cité administrative Bâtiment Q – DSF, Inspection académique, DDT



Site :
11 Place de la Paix
15 000 Aurillac

Rédacteur(s) : Laure ROCHAS
Référence document : LRS/RA/1.396/10.004
Date : 18/03/10



« Le Sully » Face au N°2 Quai Rambaud – 69002 LYON (FRANCE)

Tél. 04.78.37.88.38 – Fax 04.78.37.54.79

Courriel : sintec@sintec-ingenierie.fr - Site Internet : www.sintec-ingenierie.fr

S.A.R.L. au capital de 10 000 € – RCS LYON B 333 602 373

SIRET 333 602 373 00032 - APE 7112 B - N° INTRACOMM. FR 28 333 602 373 00032

FICHE DE SUIVI DU DOCUMENT

EVOLUTION DU DOCUMENT

Indice	Date	Rédacteur	Remarques
D	18/03/10	Laure ROCHAS	Création de documents

VERIFICATION DU DOCUMENT

Nom	Fonction	Date/Visa
Jean-Pierre COUFLEAU	Directeur Technique	19/02/10

NB : le vérificateur est différent du rédacteur (sauf dérogation justifiée)

APPROBATION DU DOCUMENT

Nom	Fonction	Date/Visa
Alexandre SEVENET	Gérant	

APPROBATION DU CLIENT

Nom	Fonction	Date/Visa

SOMMAIRE

FICHE DE SUIVI DU DOCUMENT	2
SOMMAIRE	3
1. Généralités	5
1.1 Contexte de l'étude.....	5
1.2 Documents transmis.....	5
1.3 Code couleur.....	5
1.4 Textes et normes applicables.....	6
1.5 Visite.....	6
1.6 Caractéristiques du site.....	6
1.7 Caractéristiques du bâtiment.....	7
1.8 Valeur conventionnelle du bâtiment.....	7
1.9 Occupations et horaires.....	7
1.10 Usage du bâtiment et ressenti des occupants.....	7
1.11 Energies renouvelables.....	8
1.12 Station météo.....	8
1.13 Exploitation du site.....	10
1.14 Dépenses combustibles et fluides.....	10
1.14.1 Factures de gaz.....	10
1.14.2 Factures d'électricité.....	10
1.14.3 Factures d'eau.....	11
2. Description du bâti	12
2.1 VRD.....	12
2.2 Parois extérieures.....	12
2.3 Menuiseries extérieures.....	14
2.4 Combles & Toiture.....	15
2.5 Plancher.....	17
2.6 Plancher bas.....	18
2.7 Parois intérieures.....	18
2.7.1 Murs intérieurs & plafonds intérieurs.....	18
2.7.2 Sol.....	19
3. Etude des équipements techniques	21
3.1 Production de calories.....	21
3.2 Production de frigories.....	23
3.3 Emetteurs de calories.....	24
3.4 Ventilation.....	25
3.5 Eau chaude sanitaire (ECS).....	26
3.6 Eclairage.....	27
4. Conformité réglementaire	28
5. Analyse et calculs	30
5.1 Caractéristiques du bâti prises en compte dans les calculs.....	30
5.2 Calculs thermiques.....	30
5.3 Consommations de chauffage.....	32
5.4 Analyse des consommations d'électricité.....	33
5.5 Analyse des consommations d'eau.....	34
5.6 Pareto électrique.....	35
6. Préconisations	36
6.1 But du chapitre.....	36

6.2	Bâti	36
6.2.1	Traitement et renforcement de la charpente (GE)	36
6.2.2	Renforcement des planchers utilisés en zone de stockage (GE)	36
6.2.3	Remplacement des menuiseries (GEE)	36
6.2.4	Isolation des combles (E)	37
6.2.5	Isolation des murs par l'intérieur (E)	37
6.2.6	Isolations des Brisis (E)	38
6.2.7	Faux plafond (E)	39
6.3	Equipements techniques	40
6.3.1	Local serveur (E)	40
6.3.2	VMC (E)	40
6.3.3	Radiateurs (GEE)	42
6.3.4	Solaire thermique (ENR)	42
6.3.5	Production photovoltaïque (ENR)	43
6.3.6	Eclairage (E)	44
6.4	Contrat d'exploitation (CONTRATS)	45
6.5	Tableau récapitulatif des préconisations	46
6.6	Gros Entretien (GE)	47
7.	Priorité des travaux et scénarii	48
8.	Annexes	50
8.1	Conformité réglementaire – décrets et arrêtés	50
8.2	Facteurs de conversion	51
8.3	Base de prix	51
8.4	Durée de vie conventionnelle	51

1. Généralités

1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

Dans le cadre des objectifs du Grenelle de l'Environnement et notamment de la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre d'un facteur 4 d'ici à 2050, Monsieur le Préfet du Cantal a lancé un marché d'études pour la réalisation d'audits Accessibilité, Energie et Gros Entretien du parc immobilier de l'Etat basé sur son territoire.

Le bâtiment audité accueille les activités de la DSF, Direction des Services Fiscaux, l'inspection académique, et la DDT, Direction Départementale Technique.

L'adresse du site audité est la suivante :

Cité Administrative Bâtiment Q

11 Place de la Paix

15 000 Aurillac

Le présent rapport a pour but de définir une méthodologie en vue de la rénovation thermique du bâtiment et d'orienter la stratégie de gestion patrimoniale.

1.2 DOCUMENTS TRANSMIS

Les documents mis à notre disposition pour la présente étude sont les suivants :

- Consommations gaz, électricité et eau pour 2006, 2007 et 2008
- Plans de niveaux
- Diagnostics accessibilité et structure
- Etude de faisabilité approvisionnement en Energie
- Diagnostic ascenseurs
- Rapport de constat d'état parasite
- Rapport d'état des risques d'accessibilité au plomb
- Dossier technique amiante
- Audit sécurité incendie
- APD des travaux prévus sur le bâtiment

1.3 CODE COULEUR

Le tableau qui suit présente les significations des points de couleurs décrivant l'état de vétusté d'un élément quelconque.

<i>Point de couleur</i>	<i>Signification</i>
	<i>Mauvais état, Non-conformité, danger immédiat, limite d'usage, fonction non remplie – nécessite une intervention dans l'année qui suit</i>

	<i>Etat médiocre – dégradation partielle – fonction mal remplie – nécessite une intervention entre 2 et 5 ans</i>
	<i>Etat moyen – fonction remplie – composant nécessite une intervention entre 5 et 10 ans</i>
	<i>Bon état – fonction partiellement remplie – composant nécessite une intervention au-delà de 10 ans</i>

Code couleur

1.4 TEXTES ET NORMES APPLICABLES

Les textes et normes applicables utilisés par le présent document sont les normes applicables à ce jour.

1.5 VISITE

La visite du site a été réalisée le vendredi 29 Janvier 2010. Deux ingénieurs SINTEC étaient présents :

- Laure ROCHAS
- Claire-Marie PAYEN

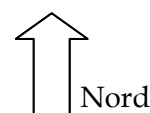
1.6 CARACTERISTIQUES DU SITE

La cité administrative a les données géographiques suivantes :

Latitude	44° 55' 34" Nord
Longitude	2° 26' 26" Est
Altitude (m)	573

Données géographiques

La photo satellite ci-dessous permet de situer le bâtiment Q de la cité administrative :



Vue satellite du site

1.7 CARACTERISTIQUES DU BATIMENT

Le bâtiment Q de la cité administrative est une ancienne caserne militaire construite en 1895. Le bâtiment Q accueille les bureaux de différents départements administratifs:

- Au RDC et au premier étage la DSF, Direction des Services Fiscaux
- Au deuxième étage l'inspection académique,
- Au troisième étage la DDT, Direction Départementale des Territoires.

Le bâtiment est composé sommairement de :

- 1 RDC
- 3 étages
- Des combles non aménagés
- Le bâtiment est équipé d'une chaufferie gaz au RDC assurant le chauffage de l'ensemble du bâtiment.

Des travaux de mise en sécurité et d'accessibilité sont prévus dans le bâtiment en 2012.

1.8 VALEUR CONVENTIONNELLE DU BATIMENT

Selon l'arrêté du 20 décembre 2007 qui fixe le coût du m² SHON à 1 100 € HT, la SHON du bâtiment Q de la cité administrative étant de 3 114 m², la valeur conventionnelle du bâtiment, en prenant en compte l'évolution de l'indice de construction (1 121€/m²), est donc de :

3 490 k€ HT

1.9 OCCUPATIONS ET HORAIRES

La capacité maximale d'accueil du bâtiment est d'environ 100 personnes.

En régime permanent, on estime environ à 100 le nombre d'occupants.

Les horaires d'ouverture au public sont les suivants :

8h30-11h45 ; 13h30-16h30

Les horaires d'occupation du personnel sont les suivants :

7h15-19h00

Les locaux sont ouverts du lundi au vendredi toute l'année exceptés les jours fériés.

1.10 USAGE DU BATIMENT ET RESENTI DES OCCUPANTS

Selon les usagers sondés lors de la visite, le bâtiment est agréable à vivre et ne présente pas de défauts majeurs.

- Tous les radiateurs sont équipés de robinets thermostatiques. Cet usage donne lieu nécessairement à des fonctionnements à plein régime la nuit. Les robinets thermostatiques s'opposent au ralenti de nuit programmé au niveau de la chaudière et peuvent donner lieu à un chauffage trop important des locaux en période d'inoccupation.

1.11 ENERGIES RENOUVELABLES

A ce jour, aucune production ou utilisation d'énergies renouvelables n'est réalisée sur ce bâtiment.

Le tableau qui suit présente les potentiels d'utilisation/production d'énergies renouvelables :

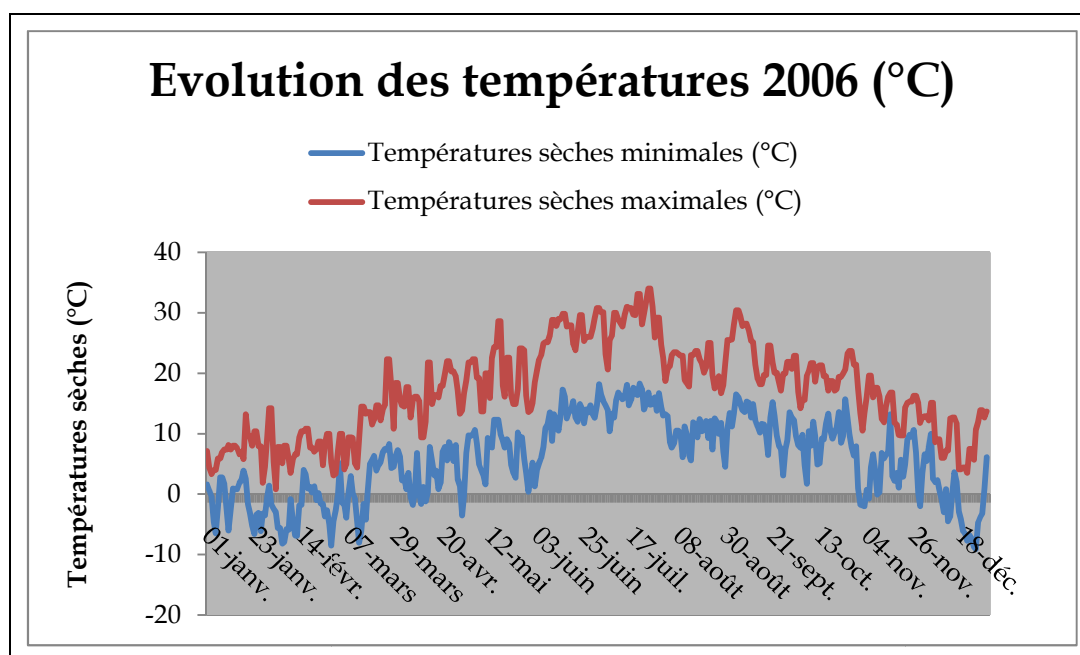
Intitulé	Remarques	Action proposée
Solaire thermique bâtiment	Besoins en ECS limités	Oui
Géothermie	Site non adapté	Non
Aérothermie	Puissances en jeu trop importantes – conditions climatiques défavorables	Non
Bois	Site difficilement adaptable	(Oui)

Potentiel énergies renouvelables

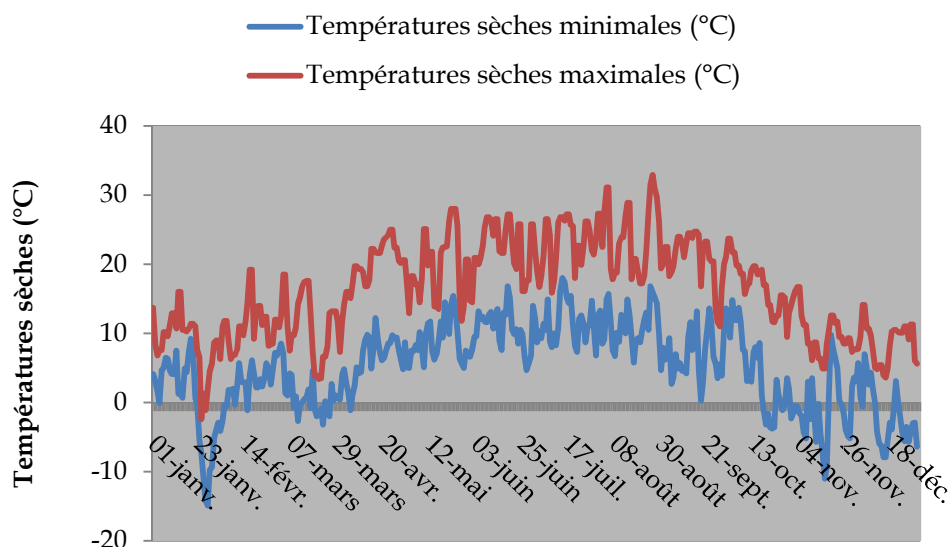
1.12 STATION METEO

La station météo utilisée pour l'étude, est la station d'Aurillac.

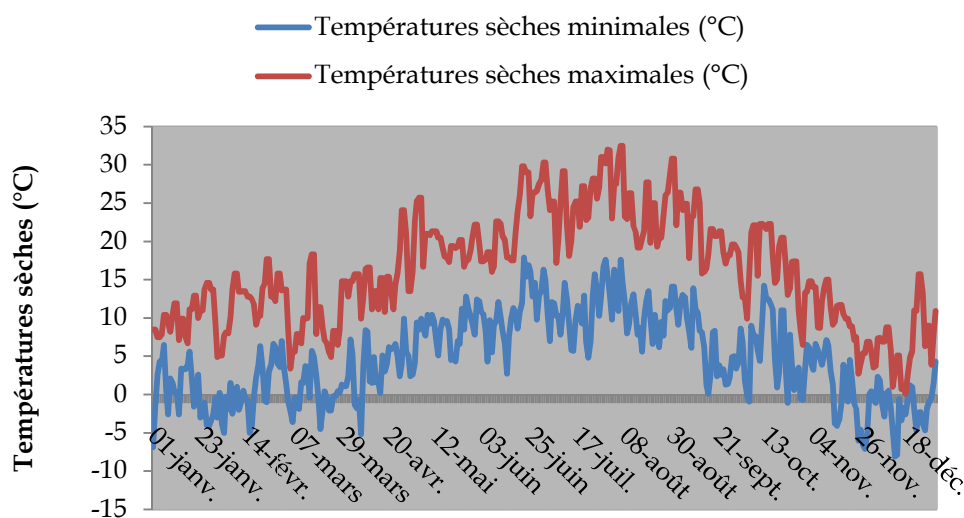
Le présent rapport établit ses calculs pour les années 2006, 2007 et 2008. L'évolution des températures sur ces trois années est donnée sur les graphes suivants :



Evolution des températures 2007 (°C)



Evolution des températures 2008 (°C)



Evolution des températures sèches sur 2006, 2007 et 2008

Remarques :

- L'évolution des températures est sensiblement la même d'une année sur l'autre
- Les températures montent au maximum jusqu'à 34°C l'été et descendent en général à -9°C l'hiver et jusqu'à -14,9°C de façon occasionnelle.
- On remarque aisément que le climat est un climat continental.

1.13 EXPLOITATION DU SITE

Les équipements de chauffage du bâtiment sont exploités par COFELY, et doivent être entretenus dans le cadre d'un contrat P2, prestation d'entretien courant.

Au cours de notre visite du bâtiment aucune remarque ne nous a été faite sur un éventuel dysfonctionnement au niveau du chauffage.

Aucun contrat ne nous a été fourni en ce qui concerne l'exploitation des équipements de climatisation et de ventilation.

1.14 DEPENSES COMBUSTIBLES ET FLUIDES

1.14.1 Factures de gaz

Saison de chauffe	Consommation gaz (MWh)	Emissions CO ₂ (t)
2006-2007	248	52
2007-2008	318	67
2008-2009	315	66
Moyenne	293	62

Consommations de gaz sur 3 saisons de chauffe

Le prix moyen du MWh gaz (Janvier 2010) est de **38,58 € HT/MWh** (Tarif B2S hors abonnement).

Le coût moyen de la facture gaz par an est de **11 304 € HT** hors abonnement.

C'est sur cette base que les économies des propositions du présent rapport sont effectuées.

Nota : consommation au m² moyenne : 94 kWh/m²/an

1.14.2 Factures d'électricité

Année	Consommations électriques (MWh)	Emissions CO ₂ (t)
2006	114,28	9,6
2007	112,5	9,4
2008	104,28	8,7
Moyenne	110	8,8

Consommations d'électricité sur 3 ans

La puissance souscrite est de 42 KVA toute l'année.

Le prix moyen du MWh électricité est de **80 € HT/MWh** (Tarif jaune hors abonnement).

Le coût moyen de la facture électricité par an est de **8 800 € HT** hors abonnement.

C'est sur cette base que les économies des propositions du présent rapport sont effectuées.

1.14.3 Factures d'eau

La facture d'eau n'est pas dissociée entre le bâtiment H et le bâtiment Q de la cité administrative.

Année	Consommation eau (m³)
2006	1 079
2007	934
2008	835
Moyenne	949

Consommations d'eau sur 3 ans

Depuis 2007, date de fin d'occupation de la DMD, les consommations d'eau des deux bâtiments sont uniquement dues à des activités administratives classiques. Ainsi la consommation d'eau de chacun des bâtiments peut être estimée en fonction de leur nombre d'occupants.

Ainsi on estime la consommation d'eau du bâtiment Q à 486 m³/an (2007-2008).

Le prix moyen du m³ d'eau en 2008 est de **2,4 € HT/m³**.

Le coût moyen de la facture eau par an est de **1 166 € HT** hors abonnement.

C'est sur cette base que les économies des propositions du présent rapport sont effectuées.

2. Description du bâti

2.1 VRD

Le bâtiment est situé en plein centre ville sur la place de la Paix. La place de la Paix est encadrée sur trois côtés par 3 bâtiments identiques constituant l'ancienne caserne militaire. Les deux bâtiments qui composent la cité administrative, encadrent les extrémités Nord et Sud de la place, Bâtiment Q au Sud.

L'entrée principale du bâtiment se fait du côté Nord, sur la place de la Paix où se situe le parking payant.

La façade Sud du bâtiment donne sur la rue Edouard Herriot.

L'ensemble des façades du bâtiment Q de la cité Administrative sont bordées par des trottoirs en revêtement asphalté. Ceux-ci sont en bon état et suffisamment larges, on note cependant la présence de mousses à l'aplomb des façades du côté Nord.



Façade Nord

2.2 PAROIS EXTERIEURES

La structure du bâtiment est en maçonnerie de pierre.

Les murs extérieurs ont une épaisseur de 70 cm. Les murs de refends sont en maçonnerie de pierre traditionnelle d'une épaisseur de 50cm.

Le soubassement du bâtiment est couvert de pierres volcaniques taillées. Au niveau supérieur la maçonnerie est recouverte de crépi. Les encastresments d'ouvertures sont en maçonnerie de pierres taillées et de briquettes.

Le bâtiment est construit de manière identique sur les trois premiers niveaux.

Les parois du troisième et dernier étage, situé sous la toiture, ont une structure particulière. Les solives bois et la charpente qui supportent la toiture ardoise sont doublées par un mur constitué de brique de 3,5cm de brique et de 2 cm de plâtre. Ce doublage est selon les bureaux :

- soit effectué à partir de la mi-hauteur, en suivant la pente du toit

- soit effectué du sol au plafond, à l'aplomb de l'angle entre le plafond et le toit.

Ainsi suivant les configurations, la lame d'air entre la charpente et le mur de doublage est plus ou moins grande.

Aucun travail d'isolation intérieure ou extérieure n'a été effectué sur le bâtiment.

		
<i>Mur de soubassement</i>	<i>Mur d'étage</i>	<i>Ardoise</i>

Gros Entretien :

Le bâtiment est en très bon état, aucune fissure n'est à noter sur les murs de façades, les crépis ont été refaits récemment.

<i>Désignation</i>	<i>Code Couleur</i>	<i>Observations</i>	<i>Action référente</i>
<i>Apparition de mousse</i>	●	<i>Apparition de mousse sur les allèges des fenêtres (Pierre volcanique)</i>	1
			

Observations Gros Entretien parois extérieures

2.3 MENUISERIES EXTERIEURES

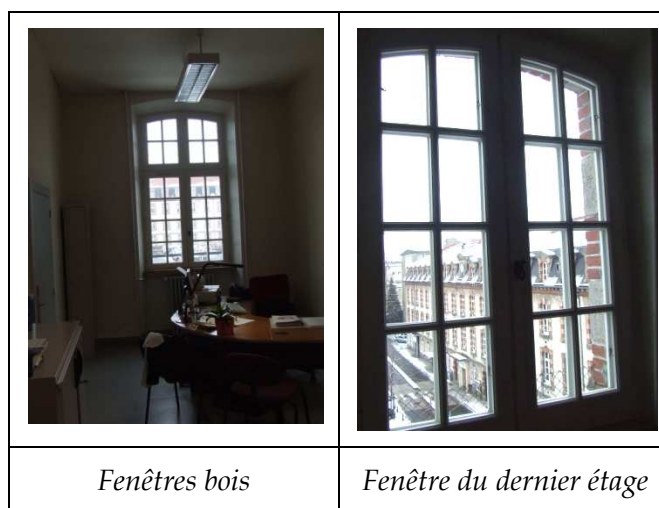
Les menuiseries du bâtiment Q de la cité Administrative, ont toutes étaient changé en 2003-2004 par des fenêtres bois double vitrage de performance $U_w=1,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

La majorité de ces menuiseries sont munies en partie supérieure d'ouverture assurant l'amenée d'air neuf. Ces ouvertures font défaut aux fenêtres du dernier étage.

Les fenêtres du RDC, 1 et 2^o étage sont de taille identique 1,3*2,4 m.

Les fenêtres du dernier étage sont moins hautes, 1,15*1,6m. Deux fenêtres du dernier étage sont munies de persiennes métalliques.

La majorité de ces menuiseries sont munies en partie supérieure d'ouvertures assurant l'amenée d'air neuf. Ces ouvertures font défaut aux fenêtres du dernier étage, ne permettant pas le renouvellement d'air hygiénique.



Les entrées du bâtiment se font par trois sas. Les sas Est et Ouest, sont munis d'une porte vitrée extérieure bois simple vitrage et d'une porte vitrée bois intérieure double vitrage 4/6/4. Le Sas de l'entrée centrale a été refait en 2004, les portes vitrées intérieures et extérieure sont en simple vitrage mais leurs caractères récents leurs confèrent une meilleur étanchéité à l'air.



Gros Entretien :

Le tableau suivant donne une synthèse des observations faites sur la vétusté des menuiseries.

Désignation	Code Couleur	Observations	Action référente
Menuiseries	●	Très bon état	-
Portes de Sas	●	Pas de désordre structurel, mais sens d'ouverture de la porte extérieure non conforme	2
Menuiserie sanitaire	●	Les menuiseries des sanitaires du RDC n'ont pas été changées, dégradation du bois.	3
			

Observations Gros Entretien menuiseries

2.4 COMBLES & TOITURE

La charpente en combles est constituée de pannes qui supportent la couverture en tuiles. Les pannes reposent sur les refends pierres qui sont dans le prolongement des niveaux inférieurs.

La couverture est constituée de tuiles mécaniques sur voliges. Les brisis, pans de toit raides sont en ardoise et les gouttières en zinc.

	
Charpente	Couverture

Gros Entretien :

Le tableau suivant donne une synthèse des observations faites sur la vétusté de la toiture.

Désignation	Code Couleur	Observations	Action référente
Charpente	●	Traitement des bois nécessaire	4
 Le renforcement et le remplacement des pièces de bois, porteuses du plafond des combles sur les travées de plus de 6m ont été effectués, suite au diagnostic structure en 2006.			
Chevron & volige	●	Chevrons sapin anciens mais en bon état, voliges récentes	-
Couverture	●	Bon Etat moins de 10 ans. On dénote juste quelques traces de mousse sur les ardoises	-
Ouverture en comble	●	Absence de vitrage au niveau d'une ouverture en comble. Problème d'infiltration et de ventilation	5
			

Observations Gros Entretien toiture

2.5 PLANCHER

Les planchers hauts sont constitués comme suit, du bas vers le haut :

- Plafond en plaque de placo, ou faux plafond
- Plafond en lattes, bois+5cm de plâtre
- Poutre principale sur grande travée
- Solives sapin
- Parquet

Au cours de notre visite nous avons pu observer le plancher haut du dernier étage au niveau de la cage d'ascenseur. Il semblerait qu'à l'origine une isolation soit présente :

- entre le plâtre et le lattes
- et au dessus du lattes, à priori uniquement près des façades.

	
<i>Isolation au dessus des lattes</i>	<i>Isolation entre les lattes</i>

Cependant au vu de nos observations cette isolation est aujourd'hui bien éparse voire inexistante dans certaine zone.

Gros Entretien :

Le tableau suivant donne une synthèse des observations faites sur la vétusté du plancher haut.

Désignation	Code Couleur	Observations	Action référente
Plancher haut	●	Isolation à revoir	6
			

Observations Gros Entretien plancher haut

2.6 PLANCHER BAS

Le plancher bas du RDC est constitué de :

- Voûte pierre
- Plancher non isolé

2.7 PAROIS INTERIEURES

2.7.1 Murs intérieurs & plafonds intérieurs

Les séparations intérieures du bâtiment sont faites soit par des murs porteurs, murs de cloisonnement ou dans les couloirs par des casiers métalliques et des impostes vitrées en partie supérieure.

La majorité des plafonds du RDC et du premier étage sont équipés de faux-plafond abaissant la hauteur sous plafond de 3,85 à 2,6m. Les deuxièmes et troisièmes étages ne sont pas équipés de faux plafonds, hauteurs sous plafond respectives de 3,9m et 2,75m.

A noter qu'aucune isolation complémentaire (les dalles de faux plafonds sont classiquement en partie constituées de laine minérale) n'a été mise en place au niveau des faux plafonds.

Les peintures des murs sont en bon état.

	
Bureau équipé de faux plafond	Bureau sans faux plafond

Gros Entretien :

Le tableau suivant donne une synthèse des observations faites sur la vétusté des parois intérieures

Désignation	Code Couleur	Observations	Action référente
Résistance au feu	●	Non conformités : Casiers et parois vitrées, planchers intermédiaires, certaines parois verticales (propriété de résistance au feu insuffisantes)	7



Plancher	●	Déformation du plancher dans les locaux d'archivage, du à la surcharge. Essentiellement observé au 1 ^o étage	8
----------	---	---	---

2.7.2 Sol

Les sols des circulations du RDC des escaliers ainsi que ceux des sanitaires sont carrelés.

Dans les bureaux, on observe soit du parquet, soit des dalles thermoplastiques.

Gros Entretien :

Le tableau suivant donne une synthèse des observations faites sur la vétusté des revêtements de sol.

Désignation	Code Couleur	Observations	Action référente
Carrelage	●	Carrelage en bon état	-
			
Dalles thermoplastiques et peinture	●	Dalle thermoplastique usée particulièrement au deuxième étage. Peinture craquelée	-

			
<i>Dalles thermoplastiques</i>	●	<i>Dalles thermoplastiques du 3^e étage (ainsi que les colles utilisées) contiennent de l'amiante</i> <i>Plaque amiante ciment dans le monte-charge au RDC, monte-charge condamné</i>	-
<i>Plancher</i>	●	<i>Plancher bois état moyen</i>	-
			

3. Etude des équipements techniques

3.1 PRODUCTION DE CALORIES

La production de calories s'effectue dans une chaufferie présente au RDC. Son accès se fait soit par l'intérieur soit par l'extérieur façade Sud.

On comptabilise 2 générateurs d'une puissance de 232 kW chacun.

Description des équipements de la chaufferie :

		Code couleur	Observations	Actions référentes
2 chaudières GUILLOT Optimagaz 1997 232 kW		●	-	-
2 Pompes de recyclage Grundfos UPS 50 60		●	-	-

2 Pompes de circulation Grundfos UPC 65 60		●	-	-
Vase expansion 2 Flexcon 280/2,5		●	-	-

Le Carnet de chaufferie n'est pas présent dans le local, il manque dans le local chaufferie un schéma de l'installation.

Le réseau est régulé par une régulation Landis and Gyr RVL 50. Les consignes au jour de la visite sont données dans le tableau ci-dessous :

	Réseau
T° Ext (°C)	-5
T° Départ (°C)	55
T° Ambiance (°C)	21
Point de consigne jour (°C)	20
Point de consigne nuit (°C)	17,5
T° départ par -15°C ext	60
T° départ par 15°C ext	33

Données relevées sur la régulation

Les ralentis de nuit sont effectués de 17h10-5h50, 17°C en semaine, 15°C le Week-end.

Les dates de début et fin de saison de chauffe pour les années 2006, 2007 et 2008 sont les suivantes :

Année	Début de saison de chauffe	Fin de saison de chauffe	DJU
2006-2007	05/10/06	24/05/07	2219
2007-2008	22/10/07	07/05/08	2467
2008-2009	19/09/08	25/05/009	2903

Début et fin de saison de chauffe

Les rendements de combustion de la chaudière Condensa Gaz :

Chaudière 1 (%)	94,2
-----------------	------

Rendement de combustion

3.2 PRODUCTION DE FRIGORIES

Les seules salles climatisées du bâtiment Q sont les salles serveurs que l'on compte au nombre de deux. Le besoin en froid étant ponctuel, les locaux sont climatisés par des splits indépendants, l'unité extérieure est placée directement en façade.

Liste des équipements :

		Code couleur	Observations	Actions référentes
Local serveur RDC Olimpia splendid En dépannage CIAT 3CF 353-02 $P_{\text{absorbée}} = 1,22\text{kw}$	 	●	Le condenseur du split de dépannage donne dans le local attendant à la salle serveur, sans porte, ce système ne fonctionnera pas en été.	-

Local serveur 2° Mitsubishi MS24RV $P_{\text{absorbée}} = 3,5\text{kw}$ Réfrigérant R22			Fin d'autorisatio n d'utilisation du R22 en 2015	9
---	---	--	---	---

3.3 EMETTEURS DE CALORIES

Les émetteurs du bâtiment Q sont tous des radiateurs bitubes, on en dénote deux types :

- Radiateurs en fonte
- Quelques rares Radiateurs acier présents dans les circulations du RDC

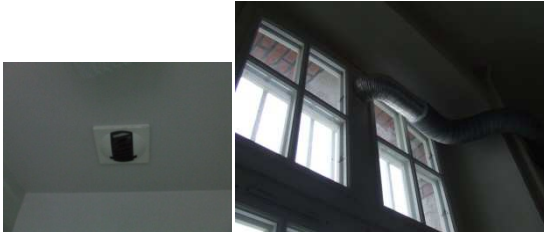
		Code couleur	Observations	Actions référentes
Radiateur fonte			Bon état ; seul l'effet du temps commence à jouer sur l'aspect esthétique.	-
Radiateur			Bon état	-

Nota : Tous les radiateurs, hormis ceux des circulations du RDC sont équipés de robinets thermostatiques

3.4 VENTILATION

Le système de ventilation du bâtiment Q est simple :

- Des amenées d'air sont présentes en partie supérieure des fenêtres, modules de 30 m³/h
- L'extraction d'air vicié est effectuée en façade au niveau des blocs sanitaire par une VMC,

Amenée d'air neuf sur les fenêtres	
Bouche d'extraction des sanitaires en façade	

Nota : les ventilateurs d'extraction étaient inaccessibles lors de notre visite ; il ne nous a pas été possible d'obtenir de références

On remarque que les portes des bureaux ne sont pas assez détalonnées pour permettre une bonne circulation de l'air, cependant la plupart des portes restent continuellement ouvertes.

		Code couleur	Observations	Actions référentes
Sanitaires sans VMC	Dans les sanitaires du 3 ^e étage et sanitaire aile Ouest du 2 ^e .	●	Non conforme pas d'extraction de l'air vicié	10
Fenêtres du dernier étage		●	Non conforme pas d'amenée d'air neuf	11

La législation (et notamment l'article R4222-6 du Code du Travail) impose au minimum les débits d'amenée d'air et d'extraction suivant dans un bâtiment tel que celui de la cité administrative, avec interdiction de fumer :

	Locaux	Par personne (m ³ /h)	Par m ² (m ³ /h)	Par local (m ³ /h)
Entrée d'air	Hall recevant du public	18	2,6	-
	Bureau individuel < 15 m ²	25	-	25
	Bureaux collectifs	25	2,5	-
	Locaux de réunion	30	-	-
Sortie d'air	Cabinet d'aisance isolé	-	-	30
	Cabinet d'aisance groupé	-	-	30 + 15N ¹

Débit règlementaire de ventilation dans le tertiaire

3.5 EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

Les consommations d'Eau Chaude Sanitaire sont minimales dans ce bâtiment. On dénote :

- Une production d'ECS dans chacun des sanitaires pour les lavabos, ECS produite par des petits cumulus électriques

	
<i>Cumulus sanitaire 15L</i>	<i>Cumulus sanitaire 100L au 3^e</i>

¹ N : Nombre d'équipements

3.6 ECLAIRAGE

Le mode d'éclairage du bâtiment se décompose comme suit :

- L'éclairage initial du bâtiment est assuré par des néons T8 36W. Les tubes fluorescents sont groupés par deux, chaque bureau est équipé au minimum de deux ensembles de 2*36W, chaque ensemble étant commandé par un interrupteur séparé. Ou tube fluorescent simple T8 1*36W, dans les locaux de stockage.
- L'éclairage des bureaux du RDC est assuré par des tubes fluorescents T8 4*36W, avec variateur d'intensité lumineuse.
- L'accueil au DC est équipé de T5
- Les circulations du RDC sont éclairées par des spots encastrés munis de lampes fluo-compactes.

Nota : les parois vitrées présentes au-dessus des cloisons entre les bureaux et le couloir apportent de la luminosité aux circulations.

		
Eclairage initial	Accueil	Spots encastrés Lampe fluo-compacte

4. Conformité réglementaire

Le tableau qui suit présente les points de réglementation qui ont été analysés lors de cet audit.

Remarque générale : aucun registre ne recense les vérifications, visites et contrôles effectués sur les installations ou le bâtiment.

Amiante	- Analyse Bureau Veritas Décembre 2005 - Dalles de sol plastique, panneaux rigides, contenant des fibres d'amiante - Contrôle de l'état de conservation des matériaux conseillé tous les deux ans - Aucun document ne nous a été fourni permettant d'affirmer si ces vérifications ont été réalisées, cependant il est prévu lors des travaux de désamianter le bâtiment.
Termites	Constat d'état parasite effectué en décembre 2005 par Bureau Veritas : Le rapport fait état de la présence d'insectes xylophages dans la charpente des combles
Sécurité Incendie	- Aucun document ne fait mention d'exercice d'évacuation - Aucun document ne fait mention du contrôle périodique du Système de Sécurité Incendie. Contrat de maintenance du système de sécurité avec la société Siemens, qui effectue des visites de maintenance préventive 2 fois/an. - Contrôle tous les ans des systèmes de désenfumage non visible - Désenfumage des circulations et étages selon les distances ou surfaces réglementaires – Rien à signaler - Plans d'évacuation – Rien à signaler - Extincteurs – Rien à signaler - L'audit Sécurité incendie relève les non-conformités du bâtiment. Non-conformité de la résistance au feu des planchers, certaines parois verticales, locaux archive, et des dégagements. Travaux de mise en conformité prévus en 2010.
Ascenseur	Aucun document ne fait mention de visites périodiques de moins d'un an. Obligation : vérification périodique tous les ans, technique tous les 5 ans. Contrat de maintenance avec la société OTIS, réalisation des vérifications périodiques.
Electricité	Dernière visite périodique Avril 2009, non-conformités relevées ; prochain contrôle périodique en Avril 2010
Appareils de combustion	Absence de schéma de chaufferie (recommandation forte d'en demander un à l'exploitant)

	• Absence du Cahier de chaufferie • Règlementation tenue – Rien à Signaler
Risques sanitaires	• Contenance du plomb en surface < 1 mg Pb/cm². Rapport décembre 2005.
DPE	• Affichage du DPE obligatoire dans le hall d'entrée

Conformité réglementaire

5. Analyse et calculs

Dans cette partie, sont déterminées les caractéristiques du bâtiment Q et ses consommations en énergie.

5.1 CARACTERISTIQUES DU BATI PRISES EN COMPTE DANS LES CALCULS

Le tableau suivant indique les caractéristiques du bâti qui ont permis le calcul du coefficient de déperdition thermique :

	Surface (m ²)	U (W/m ² .K)	Performance BBC	Ecart (%)
Murs 70 cm de pierre	1 226	1,63	0,25	552
Parois sous brisis ardoise	411	2,56	0,125	1948
Menuiseries	223	1,6	1,4	14
Plancher bas	900	Ueq=0,35	0,25	28
Plancher haut	900	0,50	0,125	300

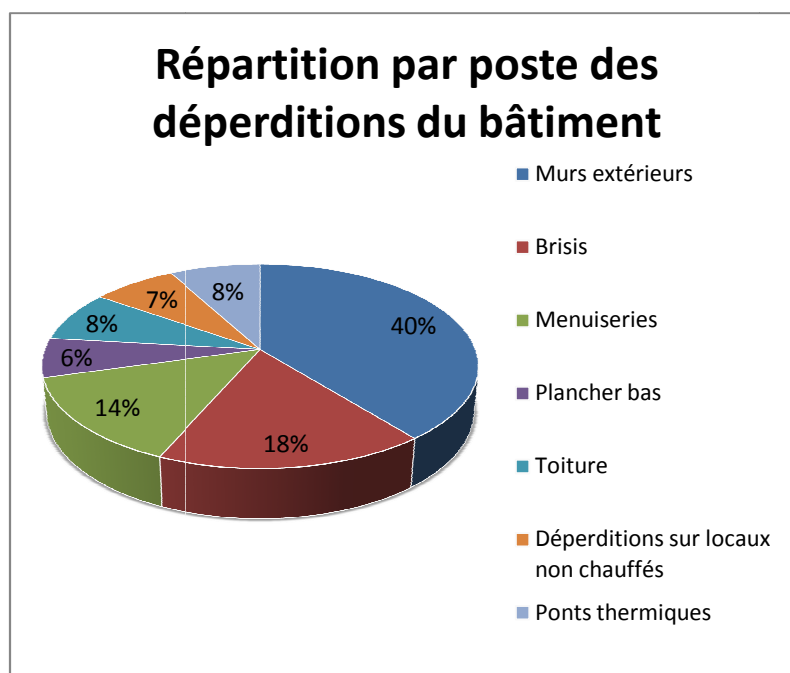
Synthèse des caractéristiques du bâti

5.2 CALCULS THERMIQUES

Les calculs thermiques donnent la répartition des déperditions suivante :

		Valeurs (W/K)	%
Déperditions par postes (W/K)	Murs extérieurs	1996,9	40%
	Brisis	878,3	18%
	Menuiseries	716,9	14%
	Plancher bas	314,9	6%
	Toiture	408,0	8%
	Déperditions sur locaux non chauffés (faux plafonds)	370,6	7%
	Ponts thermiques	331,1	8%

Synthèse des déperditions par postes



Répartitions des déperditions

On obtient donc le calcul du coefficient G par :

- Déperditions dues au renouvellement d'air :

$$\text{Débit de ventilation} = 0,35 \text{ vol/h}$$

$$G \text{ ventilation} = 0,12 \text{ W/m}^3.\text{K}$$

- Déperditions de l'enveloppe du bâti :

$$\text{Volume chauffé} = 11\,933 \text{ m}^3$$

$$G \text{ bâti} = 0,42 \text{ W/m}^3.\text{K}$$

- G théorique global du bâtiment :

$$G_{th} = G \text{ ventilation} + G \text{ bâti}$$

$$G_{th} = 0,55 \text{ W/m}^3.\text{K}$$

Le coefficient G représente la capacité du bâtiment à conserver la chaleur. Plus le coefficient est élevé plus les déperditions volumiques du bâtiment sont importantes.

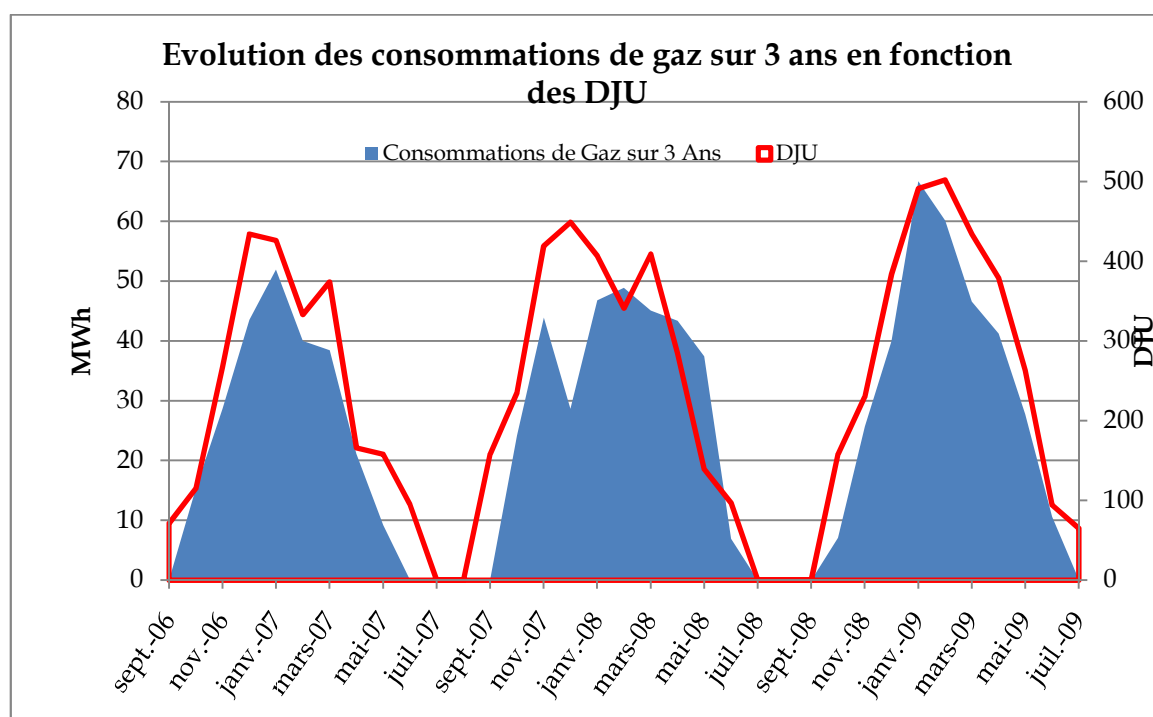
Remarques :

Le pareto représenté ci-dessus montre clairement que l'effort est à faire sur l'isolation des parois verticales, murs et brisis.

5.3 CONSOMMATIONS DE CHAUFFAGE

Le graphe ci-dessous représente les consommations de chauffage sur les 3 dernières années du bâtiment Q de la cité administrative:

Saison de chauffe	Consommation gaz (MWh)PCS
2006-2007	248
2007-2008	318
2008-2009	315
Moyenne	293



Evolution des consommations de gaz sur 3 ans

Remarques :

- Pour les 3 années de chauffe: on remarque que l'évolution des consommations de gaz est en corrélation avec les DJU(indice permettant de connaître la sévérité du climat). La corrélation est particulièrement parfaite pour la saison de chauffe 2008-2009. Ceci implique que peu de changements ont été effectués en chaufferie (Changement de courbe de chauffe, période de ralenti...).
- De plus à partir de nos simulations, nous avons pu en déduire que les conditions de chauffage n'étaient pas les mêmes suivants ces trois saisons de chauffe.

La saison de chauffe 2008-2009 est donc prise comme référence pour les raisons suivantes :

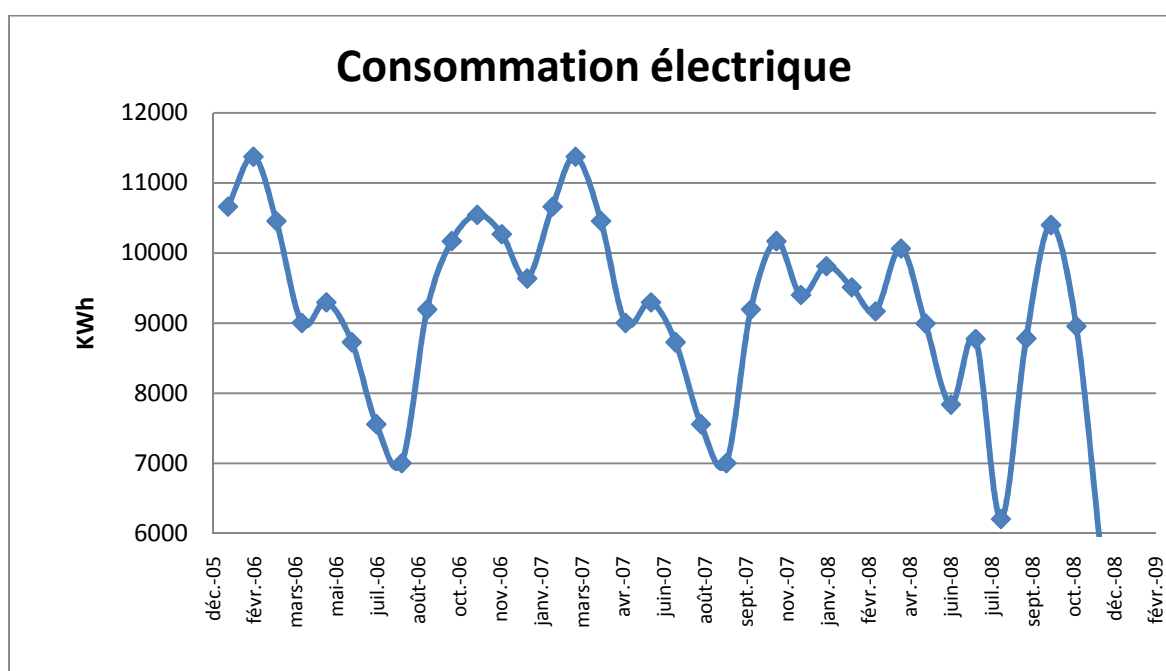
- Les ralentis de la dernière saison de chauffe nous sont connus avec plus de précision que ceux des saisons de chauffe plus anciennes
- C'est pour cette même période que les consommations sont le plus en adéquation avec les DJU

Base de consommation de gaz à partir desquelles seront calculées les économies d'énergie.

	KWh PCI	KWh PCS	Prix HT €/an	t de CO2
Consommation de gaz	283 872	315 098	12 156	67

5.4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE

Le graphique ci-dessous représente les consommations d'électricité sur les 3 dernières années :



Evolution des consommations d'électricité sur 3 ans

Remarques :

- Les consommations électriques sont plus importantes l'hiver que l'été. Cela est dû aux pompes, utilisation de l'ECS, et une présence des usagers plus importante en hiver que pendant les mois d'été.
- Les consommations électriques ont baissées à partir de Janvier 2008. Nous n'avons pas d'explication pour cette baisse de consommation, peut-être que l'occupation du bâtiment a été différente

Les consommations électriques étant très similaires en 2006 et 2007, ces consommations sont prises comme consommation de référence pour le bâtiment.

Base de consommation électrique à partir desquelles seront calculées les économies d'énergie.

	KWhe	KWh ep	Prix HT €/an	t de CO2
Consommation électrique	114 285	294 855	9 142	9,6

PCI : Pouvoir calorifique inférieur

PCS : Pouvoir Calorifique supérieur (chaleur latente)

Remarque :

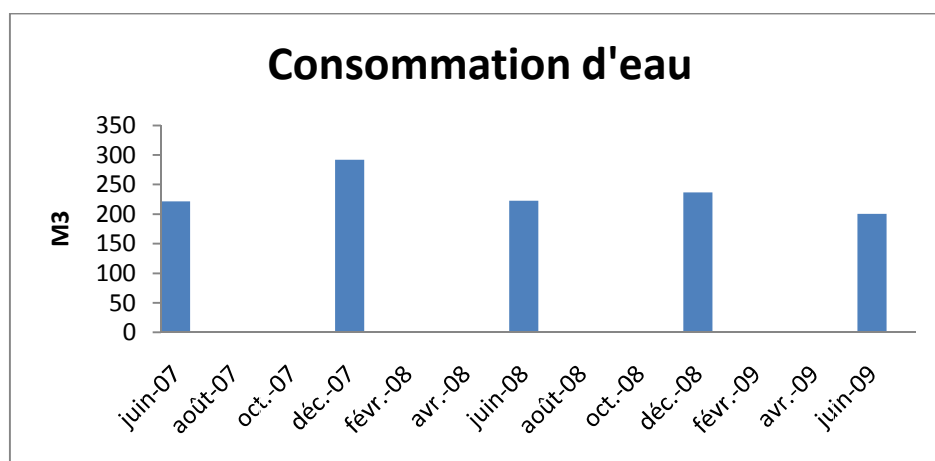
Les consommations électriques du bâtiment H relatives à la partie DDT sont égales à celles pour l'ensemble du bâtiment Q. Ainsi en proportion de la surface, le bâtiment Q est beaucoup moins consommateur d'électricité.

5.5 ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'EAU

Les consommations d'eau connues pour la cité administrative sont celles communes aux bâtiments H et Q.

Les consommations d'eau du bâtiment Q sont évaluées à partir des consommations d'eau de 2007-2008, et du taux d'occupation de chaque bâtiment.

Le graphe ci-dessous représente les consommations d'eau évaluées pour le bâtiment Q sur les 2 dernières années :



Evolution des consommations d'eau sur 3 ans

Remarque :

- Les consommations d'eau sont constantes au cours des années. Le manque de précision au niveau des relevés ne nous permet pas d'en déduire des consommations anormales.

5.6 PARETO ELECTRIQUE

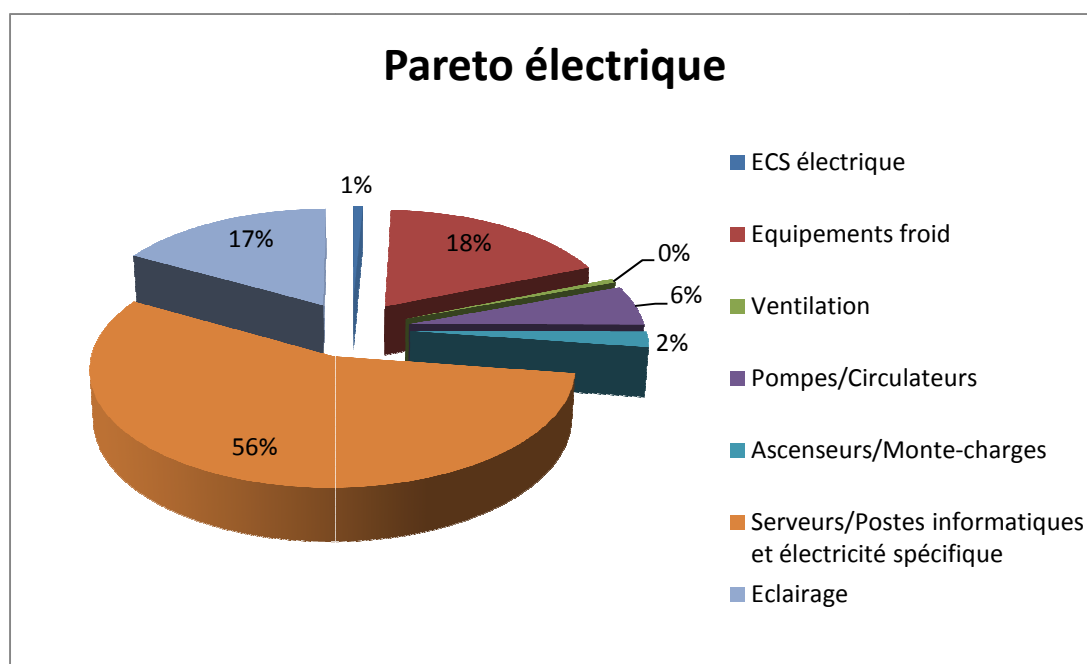
A titre indicatif et basé sur des hypothèses de temps de fonctionnement, nous avons réalisé un Pareto électrique permettant de visualiser la répartition des consommations électriques sur le site ; il est à noter que ces ordres de grandeur sont valables dans une fourchette de $\pm 20\%$.

Hypothèses considérées :

- Les extracteurs de VMC ont une puissance électrique de 15 W chacun et fonctionnent en permanence.
- Les pompes de circulation et de recyclage de 380W – 435 W fonctionnent en saison de chauffe en permanence.
- L'ascenseur d'une puissance de 4 kWe fonctionne 8h/Jour et assure en moyenne 80 courses par jour tout au long de l'année.
- Les serveurs informatiques absorbent 4 kWe tout au long de l'année, qu'il faut climatiser avec une unité extérieure.
- On dénote des photocopieuses et imprimantes qui fonctionnent toute l'année pendant les horaires d'ouverture.
- On compte 100 ordinateurs absorbant 120 We chacun et fonctionnant en moyenne 40 h par semaine tout au long de l'année.
- On estime à environ 7,5-6 We/m² le ratio moyen pour les éclairages de type T8, et 4W/m² le ratio moyen pour les éclairages de type T8, fonctionnement pendant environ 17-20% du temps sur l'année complète étant donné l'occupation et l'accès à la lumière naturelle.

La plus grosse partie de la consommation d'eau chaude est attribuée au nettoyage du bâtiment, on compte environ 2 nettoyages hebdomadaires complets de la surface au sol.

Le Pareto électrique est donc donné sur le graphe ci-dessous :



Pareto électrique

6. Préconisations

6.1 BUT DU CHAPITRE

Ce chapitre va permettre de répertorier toutes les actions possibles tant sur le bâti que sur les installations techniques afin de diminuer les dépenses en énergie et/ou améliorer le confort des usagers en corrigeant les défauts principaux du bâtiment.

Les premières actions sont directement issues des conclusions des différents diagnostics fournis.

6.2 BATI

6.2.1 Traitement et renforcement de la charpente (GE)

- Défaut constaté

Présence d'insectes xylophages dans la charpente des combles du bâtiment Q. Affaiblissement des pièces de bois support du plafond des combles.

- Proposition d'action

Traitement du bois contre les insectes et renforcement des différentes pièces de bois (chevrons, solives, entrants de ferme) par des injections.

- Investissement : 38 K€ HT.

A priori des travaux ponctuels de renforcement de la charpente ont été effectués en 2006. Cependant il faut s'assurer que l'intégralité de la charpente a été traitée par ces travaux.

6.2.2 Renforcement des planchers utilisés en zone de stockage (GE)

- Défaut constaté

Les planchers intermédiaires ne sont pas dimensionnés pour supporter de grosse charge. Surcharge constatée dans les locaux de stockage (sur travées de poutre de plus de 5m) et le long des couloirs.

- Proposition d'action

Deux solutions sont envisageables :

- Renforcer les planchers au niveau de ces zones
- Ou déplacer les zones de stockage à des locaux supportant cette surcharge, comme le sous-sol ou locaux sur travées de 3m

- Investissement

Renforcement des planchers du 1°, 2° et 3° : 180 K€

Relocalisation des zones de stockage : 0€K

6.2.3 Remplacement des menuiseries (GEE)

- Défaut constaté

La fenêtre de toit située à l'extrême Ouest de la toiture n'a plus de vitrage. Conséquences : risque de problème de fuites, et déperditions thermique au niveau du plancher des combles plus importantes.

Les fenêtres des sanitaires du RDC sont en bois simple vitrage, bois usagé.

- Proposition d'action

Changer le vitrage de la fenêtre de toit.

Remplacer les fenêtres bois Simple vitrage par des fenêtres de performances équivalentes à celles du reste du bâtiment

- Investissement et économies engendrées

Vitrage de la fenêtre de toit : 50€HT

Fenêtres sanitaires RDC : 300€HT

6.2.4 Isolation des combles (E)

- Défaut constaté

Les combles ne sont pas isolés thermiquement.

- Proposition d'action

Isolation des planchers des combles par 26 cm de laine de verre.

- Investissement et économies engendrées

Description	U _{équivalent} W/m ² .K	Gain Energie Primaire Mwh	Gain en CO2 Kg	Economie K€	Investissement K€	ROI
Isolation comble	0,12	26,24	8342,82	1,123	7	6

Synthèse isolation des combles

6.2.5 Isolation des murs par l'intérieur (E)

- Défaut constaté

Les murs en pierre extérieurs malgré leurs épaisseurs importantes, sont la source la plus significative de déperditions du bâtiment.

- Proposition d'action

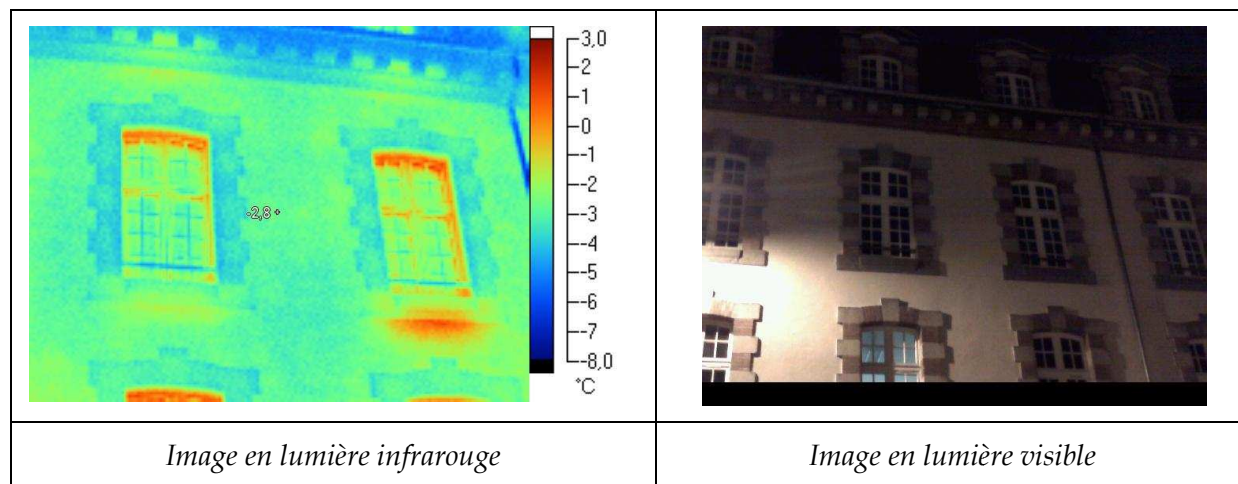
On préconise la pose de polystyrène ép. 20 cm sur les parois intérieures à tous les niveaux du bâtiment. Cet isolant pourra être recouvert de BA10 pour supporter la couche de finition.

Cette solution ne pose pas de problème spécifique au niveau du caractère respirant du mur à condition que l'enduit extérieur employé reste un enduit non étanche.

- Investissement et économies engendrées

Description	U _{équivalent} W/m ² .K	Gain Energie Primaire Mwh	Gain en CO2 Kg	Economie K€	Investissement K€	ROI
Isolations des murs extérieurs (20cm de polystyrène)	0,17	151,02	48023,37	6,467	72	11

Synthèse isolation par l'intérieur



La photo de gauche, avec caméra thermique, permet d'estimer l'importance des pertes thermiques au niveau des soubassements des fenêtres où se situent les radiateurs. Ainsi au cours de l'isolation par l'intérieur du bâtiment on s'attachera également à isoler la partie de mur présente derrière les radiateurs. L'isolation derrière les radiateurs induit un déplacement de ceux-ci et donc un petit changement au niveau du réseau hydraulique. Lors des prochains travaux il est prévu de remplacer les radiateurs, ainsi le raccordement des radiateurs aux réseaux pourra directement s'effectuer à ce moment là.

Dans nos calculs des économies engendrées par l'isolation intérieure, les surfaces des murs de refends et des encadrements des fenêtres ont été déduites et des ponts thermiques plus importants ont été pris en compte étant donné que la reprise d'isolant ne pourra être effectuée au niveau des fenêtres.

6.2.6 Isolations des Brisis (E)

- Défaut constaté

Les brisis recouverts d'ardoise ne sont pas isolés. Ces parois non isolées font des locaux du dernier étage des zones à forte déperditions

- Proposition d'action

Isolation des brisis par l'intérieur, 15cm de polystyrène expansé, $\lambda=0,033\text{W/mK}$.

- Investissement et économies engendrées

Description	U _{équivalent} W/m ² .K	Gain Energie Primaire Mwh	Gain en CO2 Kg	Economie K€	Investissement K€	ROI
Isolation Brisis (400m ²)	0,2	63,04	20046,10	2,700	16	6

Synthèse isolation Brisis

6.2.7 Faux plafond (E)

- Défaut constaté

Même si certaines parties du bâtiment sont équipées de faux-plafonds, le bâtiment présente en moyenne des hauteurs sous plafond importantes :

- En moyenne 3,26m au RDC
- En moyenne 3,24m au 1^o
- 3,9m au 2^o
- 2,75m au dernier étage

Des hauteurs sous plafonds élevées impliquent un volume à chauffer plus important, pour une même surface utile. On peut chercher à réduire le volume chauffé par différentes méthodes :

- Déstratification. Non recommandé pour des bureaux, étant donné la gêne sonore occasionnée.
- Mise en place de faux plafonds, recouverts d'isolant, permettant d'abaisser le volume chauffé

- Proposition d'action

Mettre en place des faux plafonds afin de diminuer le volume du bâtiment à chauffer.

La mise en place de faux plafond au niveau supérieur des menuiseries ne justifierait pas un tel investissement puisque la hauteur ne serait réduite que de 40-60cm. IL est possible, d'abaisser la hauteur sous-plafond à 2,6m, en condamnant une partie des battants non ouvrant des menuiseries, comme c'est le cas des bureaux réaménagés du RDC.

Mise en place de faux plafonds isolés par 10cm de laine de verre aux RDC, 1^o et 2^o, pour abaisser la hauteur sous-plafond à 2,6m.

- Investissement et économies engendrées

Description	U _{équivalent} W/m ² .K	Gain Energie Primaire Mwh	Gain en CO2 Kg	Economie K€	Investissement K€	ROI
Mise en place de faux plafonds (sur 2000m ²)	0,22	49,59	15770,79	2,124	120	57

Synthèse faux plafonds

Remarque : La mise en place de cette solution ne permet plus un éclairage naturel du couloir central.

6.3 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

6.3.1 Local serveur (E)

- Défaut constaté

Le bâtiment est équipé de deux salles serveurs. Chacune de ses salles serveurs est climatisée en permanence par un split. On note qu'à Aurillac, les températures extérieures sont inférieures à 20°C pendant 85% du temps

- Proposition d'action

Etant donné les températures extérieures relevées à Aurillac, les salles serveurs peuvent être refroidies une bonne partie de l'année grâce à l'air extérieur.

Mettre en place dans les salles serveurs une VMC double flux sans échangeur de chaleur, afin d'assurer un débit minimum d'air frais pour évacuer les calories produites par le local, et maintenir une température constante autour de 20°C.

La VMC double Flux et la climatisation devront être asservies à une régulation afin que lorsque la température extérieure est trop élevée pour refroidir le local, la VMC double flux s'arrête et la climatisation se mette en route.

- Investissement et économies engendrées

Description	U _{équivalent} W/m².K	Gain Energie Primaire Mwh	Gain en CO2 Kg	Economie K€	Investissement K€	ROI
Salles serveur (free cooling)		13,28	1115,73	1,063	5	5

Synthèse salle serveur

6.3.2 VMC (E)

Bureaux du dernier étage et sanitaires

- Défaut constaté

Les bureaux du dernier étage ne sont pas équipés de bouches d'entrée d'air au niveau supérieur des fenêtres. Certain sanitaires, notamment ceux du dernier étage ne sont pas équipés de bouches d'extraction.

Lors des travaux sur le bâtiment Q il est prévu de revoir l'extraction des sanitaires : bouches d'extractions raccordées aux réseaux, conduits, extracteur en comble.

- Proposition d'action

Assurer la ventilation des bureaux du dernier étage par un soufflage d'air neuf.

Les travaux sur l'extraction d'air des sanitaires permettent l'installation d'une VMC double flux avec récupération de chaleur, entre l'extraction des sanitaires et la prise d'air neuf pour le soufflage dans les bureaux du dernier étage.

Occupation estimée du dernier étage : 25 personnes, débit nécessaire 625m³/h.

Cette VMC double flux fonctionnera uniquement pendant les horaires d'occupation, afin de limiter les consommations électriques et les déperditions dues à la ventilation.

- Investissement (consommation électrique incluse)

Surface concernée	environ 900 m ²
Investissement	9,7 k€ HT

Comme des travaux de ventilation sont prévus sur le bâtiment Q, il peut être intéressant de prévoir un système de ventilation plus performant pour le bâtiment.

Bureaux du RDC, 1°, et 2° étage :

- Défaut constaté

Pour les bureaux des étages inférieurs l'introduction d'air peut se faire par les bouches d'entrée d'air des fenêtres. Cependant l'extraction d'air des sanitaires n'est pas suffisante pour permettre une introduction d'air de 25m³/h par personne dans les bureaux.

Ainsi le débit minimal d'air neuf n'est pas garanti dans les bureaux du bâtiment Q.

- Proposition d'action

Mettre en place une VMC double flux avec récupérateur de chaleur (2860m³/h), pour l'ensemble du bâtiment :

- Boucher les amenées d'air au niveau des fenêtres des bureaux du RDC, 1°, et 2°.
- Mettre en place des bouches d'amenée d'air dans chaque bureau (RDC, 1°, 2°, 3°) permettant d'assurer un débit minimum de 25m³/h/pers
- Mettre en place des reprises d'air en vrac dans les circulations
- Bouches d'extraction dans les sanitaires.

L'air extrait dans les circulations et au niveau des sanitaires, permet grâce au caisson de VMC double flux avec échangeur de chauffer l'air introduit dans les bureaux.

- Investissement et économies engendrées

Description	U _{équivalent} W/m ² .K	Gain Energie Primaire Mwh	Gain en CO2 Kg	Economie K€	Investissement K€	ROI
Révision de la ventilation (VMC Double flux)		96,87	31745,33	3,999	66	17

Synthèse ventilation de l'ensemble du bâtiment

Investissement comprenant la fourniture et mise en place du réseau, conduite en acier galvanisé et conduite en flexible, la fourniture des grilles d'extractions et de soufflage, le caisson VMC avec récupérateur de chaleur.

6.3.3 Radiateurs (GEE)

Il est prévu lors des travaux sur le bâtiment Q de revoir la distribution de chaleur dans le bâtiment.

Les radiateurs en fonte seront remplacés par des radiateurs en acier à basse température équipés de robinets thermostatiques inviolables.

Remarque :

En ce qui concerne le remplacement des radiateurs, il faut s'assurer que ceux-ci sont correctement dimensionnés, et que les diamètres des conduites alimentant chaque radiateur soient suffisants pour assurer un débit nécessaire permettant d'atteindre la température de consigne, sans dépasser les limites de vitesse (ce qui provoquerait une gêne sonore...).

Les radiateurs en acier, ont certes une inertie moins importante que ceux en fonte, mais assurent de meilleurs échanges thermiques, convection et rayonnement, permettant de fonctionner à basse température.

Concernant les robinets thermostatiques inviolables, ceux-ci permettront d'avoir un meilleur contrôle des températures suivant les bureaux, tout en limitant l'action de chaque usager. Cependant la présence de robinets thermostatiques implique une réponse plus lente aux ralentis de nuit. Ainsi il est possible de commencer les ralentis de nuit plus tôt la journée, et de les arrêter plus tard.

6.3.4 Solaire thermique (ENR)

- Constat

Les besoins en eau chaude sanitaire du bâtiment Q sont faibles (lavabos des sanitaires et ménage). La production d'ECS est assurée par des cumulus électriques présents dans chaque sanitaire.

Il est envisagé lors des travaux d'installer un chauffe-eau électrique général pour l'ensemble du bâtiment de 150L.

Or la ville d'Aurillac bénéficie d'un ensoleillement de 2135 heures, bien supérieur à la moyenne française. Le bâtiment Q bénéficie d'une bonne exposition au soleil, grande surface de toiture orienter Sud Ouest, et incliné d'environ 30°.

- Proposition d'action

Comme un réseau hydraulique de distribution d'ECS va être créé, il est possible d'effectuer le préchauffage de l'ECS par des panneaux solaires thermiques. Cependant pour ceci il faut s'assurer que les besoins en ECS sont les mêmes l'été, afin d'éviter la détérioration du matériel par surchauffe.

Dans ce cas, nous proposons d'installer un Chauffe Eau Solaire.

Les panneaux seront positionnés en toiture côté Sud, 2 m² de panneaux à installer pour un facteur solaire d'environ 65%.

- Investissement et économies engendrées

Investissement	3 k€ HT
Economies engendrées	0,1 k€ HT

Synthèse ECS Solaire

6.3.5 Production photovoltaïque (ENR)

Il peut être envisagé de produire de l'électricité à partir de panneaux solaires photovoltaïques.

Les zones non masquées pourront être équipées de panneaux. On estime au minimum à 200 m² la surface disponible du bâtiment Q exposée au Sud et avec une inclinaison favorable (env. 30°).

- Investissement et économies engendrées

Investissement	200 k€ HT
Rentabilité dégagée (80€/MWh)	22 900 Kwh/an 1,8 k€ HT/an
Economie en énergie primaire	59 082 KWhep/an
Economie en émission CO ₂	1 924 kgCO ₂ /an

Synthèse solaire photovoltaïque

Remarque :

Les départements les régions, et plus généralement les bâtiments d'état, ne bénéficient pas, à l'inverse des communes, de l'obligation d'achat à tarif préférentiel de l'énergie. Les installations de production peuvent être en revanche exploitées en autoproduction.

Cependant l'article 33 du projet de loi Grenelle II prévoit la possibilité pour les départements et les régions de bénéficier, à leur demande, de l'obligation de rachat de l'électricité produite (Dans ce cas 50 ou 42c€/kWh « intégration simplifiée au bâti »).

Remarque :

Il existe également des panneaux photovoltaïque de type tuiles solaires, qui s'intègrent mieux au bâti et permettent de poser une puissance plus importante. Ces panneaux impliquent cependant un investissement plus conséquent.



Intégration de Tuiles solaires sur une toiture

6.3.6 Eclairage (E)

- Défaut constaté

La majeure partie de l'éclairage est constituée de néons T8 au mauvais rapport puissance absorbée/lux incidents.

- Proposition d'action

Lors des travaux sur le bâtiment il est prévu de remplacer les tubes fluorescents existants par des tubes fluorescents à haut rendement, T5 ou lampes fluo-compactes.

Les luminaires des locaux pour lesquels les plafonds seront refaits, seront uniquement remis en état. On conseille pour ces luminaires de mettre en place des tubes fluorescents T5 (130€HT PU) ou de remplacer les ballasts par des ballasts électroniques (64€HT PU).

Dans l'APD le système de commande relatif à chaque local n'est pas très explicite. Nous recommandons de privilégier les dispositifs de commande suivants :

- o Eclairage des sanitaires, et des escaliers sur détecteur de luminosité et de mouvement (190€ HT PU). Le bâtiment bénéficiant d'un bon éclairage naturel, il faut limiter l'éclairage inutile.
- o Eclairage des circulations sur détecteur de mouvement (75€HT/PU)
- o Commande par interrupteur pour les bureaux

- Investissement et économies engendrées

Description	U _{équivalent} W/m².K	Gain Energie Primaire Mwh	Gain en CO2 Kg	Economie K€	Investissement K€	ROI
Eclairage		8,71	731,62	0,697	49	70

Synthèse éclairage

6.4 CONTRAT D'EXPLOITATION (*CONTRATS*)

- Défaut constaté

Le contrat d'exploitation actuel est un contrat type P2 ; cela signifie que l'exploitant doit la maintenance du matériel de chauffage et la supervision du site. Il n'a aucun intérêt actuel à chercher les économies d'énergie et facture au prix fort les dépannages ou remplacement de matériels non prévus à son contrat.

- Proposition d'action

Lors du renouvellement du contrat, nous proposons de rédiger un contrat avec intéressement, comprenant la maintenance des matériels de chauffage, climatisation et ventilation.

Le contrat de type P3 est cher et n'est certainement pas adapté pour ce type d'administration.

L'externalisation permet au maître d'ouvrage de se dégager de contraintes fortes, notamment en termes de maintenance ou de pannes significatives. Un contrat d'exploitation permet également d'inclure de la maintenance préventive qui permet aux installations de perdurer plus longtemps. De plus en plus, il se met en place des contrats avec garantie de résultat sur la performance énergétique incluant une clause d'intéressement aux économies d'énergie. Ces contrats, plus onéreux, obligent l'exploitant à réguler correctement les installations et être attentif aux dysfonctionnements.

La clause d'intéressement incite l'exploitant à réaliser des économies d'énergie sur les consommations finales. Elle consiste à partager les gains ou les pertes de consommations par rapport à l'année de référence entre l'exploitant et le maître d'ouvrage.

Le maître d'ouvrage est toujours le principal bénéficiaire de l'intéressement. En effet, la part des gains est classiquement de 2/3 pour le maître d'ouvrage et de 1/3 pour l'exploitant alors que la part des pertes est de 1/3 pour le maître d'ouvrage et de 2/3 pour l'exploitant.

L'intéressement est le principal levier permettant au parc d'intégrer l'exploitant à sa politique de maîtrise énergétique.

L'exploitant sera ainsi tenu d'avoir une conduite exemplaire en particulier sur la régulation des systèmes de chauffage afin de l'adapter à l'usage des locaux.

Pour être valable, ce contrat doit définir de façon judicieuse l'année de référence associée à sa rigueur climatique. Il est également important d'avoir une transparence totale sur l'intéressement annuel.

6.5 TABLEAU RECAPITULATIF DES PRECONISATIONS

Le tableau suivant récapitule de façon indépendante toutes les préconisations décrites dans les paragraphes précédents. Les préconisations présentent ci-dessous ne s'ajoute pas.

Description	U _{équivalent} W/m ² .K	Gain Energie Primaire Mwh	Gain en CO2 Kg	Economie K€	Investissement K€	ROI
Isolations des murs extérieurs (20cm de polystyrène)	0,17	151,02	48023,37	6,467	72	11
Isolation comble (900m ²)	0,12	26,24	8342,82	1,123	7	6
Isolation Brisis (400m ²)	0,2	63,04	20046,10	2,700	16	6
Mise en place de faux plafonds (sur 2000m ²)	0,22	49,59	15770,79	2,124	120	57
Révision de la ventilation (VMC Double flux)		96,87	31745,33	3,999	66	17
Eclairage		8,71	731,62	0,697	49	70
Salles serveur (free cooling)		13,28	1115,73	1,063	5	5
Solaire thermique		1,25	105,00	0,100	3	30
Solaire Photovoltaïque		22,90	1923,60	1,832	200	109

Synthèse des préconisations

6.6 GROS ENTRETIEN (GE)

Les non –conformités relevés sur le bâti sont répertorié comme suit :

- Santé 
- Fonctionnel 
- Réglementaire 

Action	Description	Justification	Echéance	Coût (k€ HT)
5 	Fenêtre en toiture	Absence de vitrage	2011	50 §6.2.3
4 	Charpente Bois	D'origine. Nécessité de traité les bois contre les insectes xylophages et de renforcer et remplacer certaines pièces de bois (déjà en partie réalisé)	2011	38 §6.2.1
8 	Renforcement des planchers intermédiaires au niveau des travées de plus de 5m	Planchers non dimensionnés pour supporter de grosse charge	2011	180 §6.2.2
7 	Parois verticales donnant sur circulation, archive... Plancher haut	Non conformités : propriété de résistance au feu insuffisantes Et nécessité de créer un escalier supplémentaire	2011	191
10-11 	Locaux du 3° étage et sanitaires	Non-conformité sur le renouvellement d'air	2011	§6.3.2
2 	Les portes de sas extérieures	Nombreuses non-conformité au niveau de l'accessibilité (sens d'ouverture largeur des portes, signalétique...)	2015	21
9 	Remplacement de l'installation de climatisation du local serveur du 1° Etage	Split fonctionnant au R22. 2015 : Fin d'autorisation d'utilisation des HCFC	2015	1,6
6 	Plancher haut sous comble	Le plancher haut n'est pas isolé.	2020	7 §6.2.4
3 	Menuiseries des sanitaires du RDC	Menuiseries SV vétuste	2020	0,3
1 	Traitement anti-mousse des allèges de fenêtres du RDC	Mousse due à l'humidité	2020	0,1

Synthèse Gros Entretien

7. Priorité des travaux et scénarii

Le tableau qui suit hiérarchise par groupe les priorités des travaux :

Groupe de priorité (du plus important au moins important)	Intitulé	Référence rapport
1	Traitement de la charpente	§6.2.1
	Renforcement des planchers intermédiaires	§6.2.2
	Mise aux normes SSI	§6.6
	Conformité Accessibilité	21 K€ HT
	Emplacement des split utilisant du R22	§6.6
	Révision de la ventilation au dernier étage	§6.3.2
2	Isolation des combles	§6.2.4
	Isolations des murs extérieurs et des brisis	§6.2.5 & §6.2.6
3	VMC Salles serveurs	§6.3.1
	Révision de la ventilation	§6.3.2
4	Solaire thermique	§6.3.4
	Mise en place de faux plafonds	§6.2.7
5	Remplacement des tubes fluorescents	§6.3.6
	Solaire photovoltaïque	§6.3.5

Il est prévu d'effectuer des travaux importants sur le bâtiment Q dans les deux années à venir, il est évident qu'il est préférable d'inclure le maximum de ces préconisations aux travaux déjà envisagés afin de réduire les coûts de mise en œuvre.

Les objectifs pour 2050 sont de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 75%. Pour les bâtiments de la Cité Administrative le chauffage représente environ 75% des émissions de CO₂. Au vu des bâtiments après travaux thermiques sur le bâti, et du site, il est envisageable d'assurer le chauffage par une production bi-énergie gaz-bois. Des ressources en bois sont disponibles sur Aurillac, la puissance de la chaufferie bois nécessaire est de 175kW pour les deux bâtiments (0,013kgCO₂/kWh bois). Ceci nécessiterait cependant de réaliser de gros travaux ; aménagement des locaux techniques du RDC du bâtiment H, afin d'accueillir la nouvelle chaufferie et le silo, et de créer un réseau de chaleur entre les deux bâtiments H et Q.

Coût : 450 K€HT, équipement chaufferie et création de réseau, hors aménagement du local chaufferie.

Gain : Grâce à la mise en place d'une chaufferie bois, et au cumul des solutions décrites ci-dessus (Réduction des besoins en chaud) on atteint une réduction de 88% des émissions de gaz à effet de serre.

Action	Description	Type	Réduction de consommation		Réduction émission		Coût K€HT	Economie K€	ROI
			Gain Mwhep/an	%	Gain TCO2/an	%			
1	Traitement des charpentes	GE	-	-	-	-	38,0	-	-
2	Renforcement des planchers intermédiaires	GE	-	-	-	-	180,0	-	-
3	Mise aux normes SSI	C	-	-	-	-	191,0	-	-
4	Conformité Accessibilité	C	-	-	-	-	21,0	-	-
5	Remplacement des splits utilisant du R22	GE	-	-	-	-	2,0	-	-
6	Remplacement menuiseries RDC	GEE	-	-	-	-	0,4	-	-
7	Isolation murs	Energie	151,0	26,0%	35,3	46,4%	72	6,5	11
8	Isolation Brisis		164,8	28,3%	38,6	50,6%	16	7,1	12
9	Isolation comble		169,5	29,1%	39,7	52,1%	7	7,3	13
10	Salles serveur		203,7	35,0%	40,8	53,5%	5	8,3	12
11	VMC Double flux		209,8	36,1%	44,3	58,1%	66	8,7	19
12	Solaire thermique		213,0	36,6%	44,4	58,3%	3	8,8	19
13	Faux plafonds		218,9	37,6%	45,8	60,1%	120	9,1	32
14	Eclairage		241,4	41,5%	46,5	61,1%	49	9,8	35
15	Solaire Photovoltaïque		300,5	51,7%	48,4	63,6%	200	11,6	46
16	Chaufferie bois		300,5	51,7%	66,8	87,7%	225	11,6	66
	Synthèse		300,5	52%	66,8	88%	1195,4	11,6	
			90	kWhep/m²					

Scénario des préconisations: Enchaînement des préconisations

8. Annexes

8.1 CONFORMITE REGLEMENTAIRE – DECRETS ET ARRETES

Ci-dessous la liste des textes pris en compte pour l'analyse des points de conformité :

- Amiante :
Selon le décret n°2003-462 du 21 mai 2003
- Système de Sécurité Incendie :
Selon l'article R4227-39 du Code du travail, Créé par Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008
Selon l'arrêté du 25 juin 1980 : l'article MS73 des vérifications techniques, l'article DF8-PE4 du désenfumage, l'article MS38 des extincteurs, les articles EC1 à EC21 sur l'éclairage de sécurité
Selon l'article 6 de la Norme NF S60-303
Selon l'article 3 de la Norme NF S61-931
- Ascenseur :
Selon le décret n°2004-964 du 9 Septembre 2004
- Installations électriques :
Selon le décret du 14 Novembre 1988
Selon l'arrêté du 10 Octobre 2000
- Appareils de combustion :
Selon l'arrêté du 23 Juin 1978
Selon le DTU 65.4
- Prévention des Risques Sanitaires :
Selon le Titre 3 du Code de la Santé Publique
- DPE :
Selon l'arrêté du 7 décembre 2007

8.2 FACTEURS DE CONVERSION

- 234 gCO₂/kWh_{gaz}
- 84 gCO₂/kWh_e

8.3 BASE DE PRIX

- Traitement anti-mousse 15€HT/m²
- Condamnation des entrées d'air dans les menuiseries : **20 € HT PU**
- Isolation intérieure des murs donnant sur l'extérieur : **60 € HT/m²**
- Isolation intérieure des combles : **8 € HT/m²**
- Isolation intérieure des brisis: **40 € HT/m²**
- Faux plafonds : **60€HT/m²**

8.4 DUREE DE VIE CONVENTIONNELLE

Bâtiment dont la surface chauffée est inférieure à 5 000 m².

- Isolation de combles : 35 ans
- Menuiserie complète avec vitrage isolant : 35 ans
- Isolation par l'intérieur : 35 ans
- Chauffe eau solaire : 20 ans
- Chaudière gaz : 21 ans
- Radiateurs hydrauliques: 25 ans
- VMC double flux avec échangeur de chaleur : 16 ans
- Détecteur de présence : 10 ans
- Luminaire fluorescent T5 : 15 ans