

**Direction régionale des finances publiques de Haute-  
Normandie  
Quai Jean Moulin  
76100 Rouen**



**Rapport d'audit énergétique et gros entretien  
Octobre 2011**





# Table des matières

TABLE DES MATIERES .....	3
INTRODUCTION .....	4
<b><u>PHASES 1-2 : DIAGNOSTIC DU BATIMENT- ANALYSE DES PERFORMANCES.....</u></b>	<b>5</b>
GENERALITES .....	6
SYNTHESE DES PHASES 1 ET 2.....	8
A. VOLET ENERGETIQUE .....	9
1. ENVELOPPE DU BATIMENT – DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES.....	10
2. EQUIPEMENTS TECHNIQUES DU BATIMENT.....	13
3. BILAN ENERGETIQUE .....	21
B. VOLET GROS ENTRETIEN .....	27
1. RESULTATS DE L'AUDIT.....	28
2. FICHES DETAILLEES.....	33
3. CONTROLES REGLEMENTAIRES.....	56
4. ANALYSE DES NON-CONFORMITES-INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES NECESSAIRES ...	56
<b><u>PHASE 3 : PROPOSITIONS D' ACTIONS.....</u></b>	<b>57</b>
A. VOLET ENERGETIQUE .....	58
1. GISEMENTS D'ECONOMIE D'ENERGIE .....	59
2. SUBSTITUTION D'ENERGIE.....	65
B. VOLET GROS ENTRETIEN.....	66
1. DESCRIPTIF DES OPERATIONS DE GROS ENTRETIEN A PREVOIR.....	67
2. PROPOSITION D'ECHEANCIER DES TRAVAUX DE GROS ENTRETIEN. ....	70
C. SCENARI D'OPTIMISATION ENERGETIQUE .....	72
1. SCENARIO 1 : ABAISSEMENT DE LA CONSOMMATION 20% .....	73
2. SCENARIO 2 : ABAISSEMENT DE LA CONSOMMATION DE 30% .....	74
3. SCENARIO 3 : ABAISSEMENT DE LA CONSOMMATION DE PLUS DE 40%.....	75
4. RECAPITULATIF DES SCENARI .....	76
5. ESTIMATION DES GAINS FINANCIERS.....	77
<b><u>ANNEXE : METHODE DE CALCUL DES CONSOMMATIONS.....</u></b>	<b>81</b>

## Introduction



Figure 1 : Vue aérienne du site

Dans le cadre de la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, l'Etat s'est engagé pour l'ensemble de son patrimoine immobilier existant à réduire de 50% les émissions de gaz à effet de serre et de 40% les consommations d'énergie primaire à l'horizon 2020.

C'est dans ce contexte que sont audités les bâtiments de l'Etat, afin d'avoir une vue globale sur l'état actuel du patrimoine, de cerner les différentes actions possibles et d'évaluer au mieux les économies d'énergie potentielles réalisables.

Les rapports d'audits rédigés par BTC s'inscrivent dans cette démarche, et se veulent une aide à la prise de décision pour les travaux de modernisation à venir. Tous construits selon un même plan, ils établissent premièrement l'état des lieux, avant d'entrevoir les différentes actions possibles, des points de vue énergétique et gros entretien. Enfin, les actions les plus pertinentes seront envisagées et hiérarchisées dans plusieurs scénarii d'optimisation énergétique en fin de rapport. Dans la mesure du possible, les actions préconisées seront combinées avec des actions d'entretien du bâtiment.

Pour l'évaluation des différents postes de consommation et des économies d'énergie potentielles, BTC a mis au point une méthode de calcul basée sur la méthode préconisée par l'ADEME, dans le « Guide d'audit énergétique 1999 ». Tous les rapports présentés dans le cadre des audits du patrimoine immobilier de l'État suivent cette méthode.

Date de la visite : 7 avril 2011

Correspondant : Mme Maryse Vallée, chargée de mission Immobilier

**Phases 1-2 :  
DIAGNOSTIC DU BATIMENT-  
ANALYSE DES  
PERFORMANCES**

## Généralités

*Adresse du site* : Quai Jean Moulin, 76100 Rouen

*Nombre de bâtiments* : Le site ne comporte qu'un bâtiment, qui présente cependant des différences de niveau importantes.

Les deux premiers niveaux du site sont notés R-2 et R-1 sur les plans, mêmes s'ils ne sont que partiellement enterrés (le R-1 n'est pas du tout enterré). Une partie du bâtiment s'arrête au R-1 (cf. photographie aérienne ci-après). Il existe 7 autres niveaux, notés RdC à R+6. Une partie du bâtiment s'arrête au niveau R+1, l'autre au R+6 (petite partie en terrasse accessible au R+5).

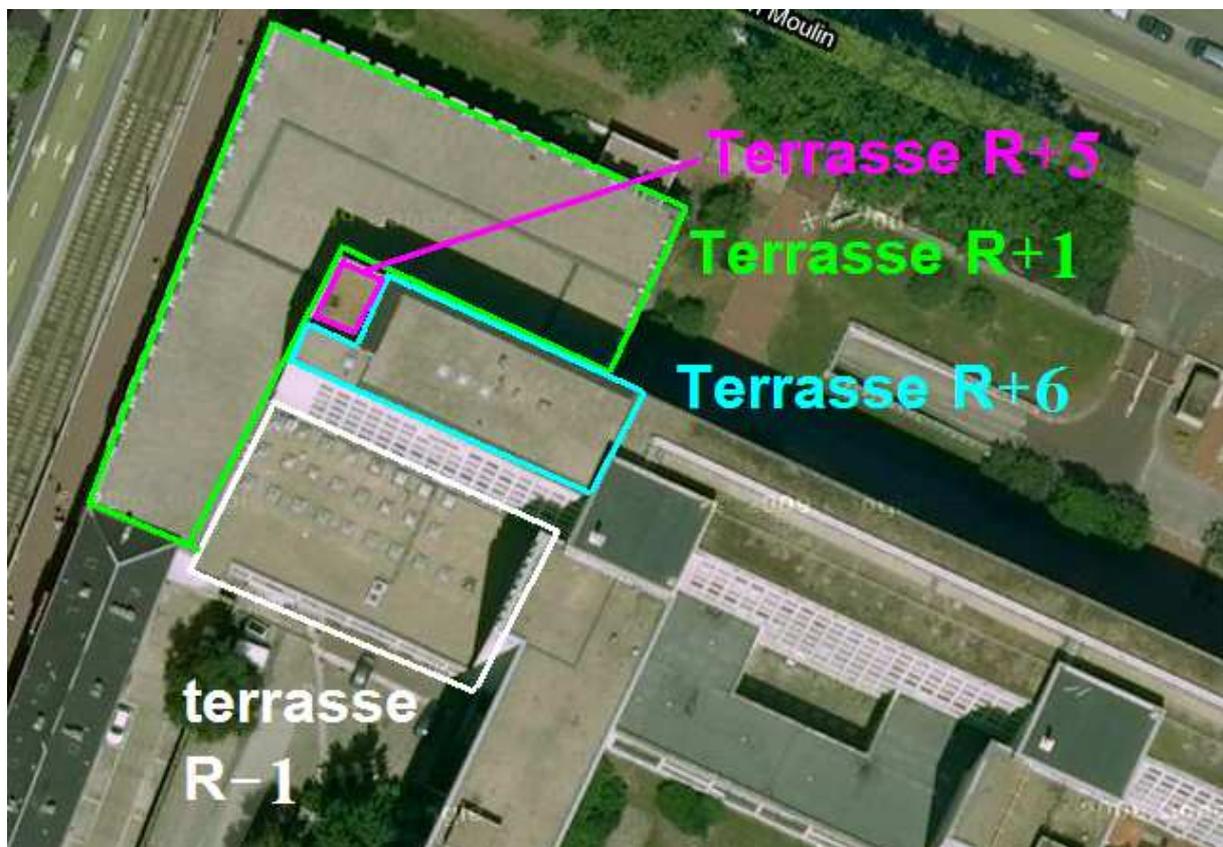


Figure 2 : Différences de niveaux entre les différentes parties du site

*Année de construction du bâtiment* : 1969 selon documents transmis.

*Principaux travaux de rénovation* :

Au rez-de-chaussée, la zone d'accueil du public (grand hall principal) a été intégralement refaite au cours des dernières années. L'accueil fiscal a été intégralement refait en 2010. Les bureaux situés dans la partie Sud-Ouest ont été refaits en 2005.

Dans les étages, les sols de type dalami ont été pour la plupart « encapsulés » (ragréage + pose nouveau sol souple PVC en surépaisseur, de façon à éviter tout risque d'exposition à

l'amiante lors des travaux). Dans certains locaux (circulations), des faux-plafonds suspendus 600\*600 ont été posés.

Enfin, un ancien logement de fonction du R+4 a été intégralement rénové et réaménagé en 2010.

*Particularités du site :*

Le site est attenant à la cité administrative, et les deux entités communiquent à certains niveaux.

Il existe également des « enclaves », c'est-à-dire des bureaux de la DRFIP situés dans des locaux appartenant à la cité administrative, dont les consommations d'énergie sont à la charge de la cité administrative (puis refacturées à la DRFIP), mais dont l'entretien et la gestion reviennent à la DRFIP.

**En conséquence, ces enclaves sont considérées d'un point de vue énergétique comme appartenant à la cité administrative et ne sont pas prises en compte dans ce rapport . D'un point de vue gros entretien en revanche, nous traitons ces locaux comme appartenant à la DRFIP.**

*Caractéristiques du site (RT2005) :*

*Zone climatique :* H1a

*Température de référence hiver :* -9°C

*Altitude(m) :* <400m

*Surface des bâtiments :*

*SHON (m<sup>2</sup>) :* Annoncée à 8980m<sup>2</sup>

*Schauffée\* (m<sup>2</sup>) :* Déterminée d'après les plans disponibles à 8320m<sup>2</sup> en excluant les enclaves et les locaux non chauffés.

*\*La surface prise en compte pour le calcul des ratios et des consommations théoriques ne prend pas en compte les locaux non chauffés. Tous les autres locaux sont considérés dans la surface chauffée.*

*Occupation du bâtiment :*

*Personnel :* Non communiquée

*Public :* Non communiquée. Seule une partie du RdC est ouverte au public.

*Horaires :* Horaires traditionnels de bureaux.

*Classement ERP :* Oui      *Catégorie :* 5      *Type :* W

*Usages de l'énergie sur le site :*

Le chauffage est assuré par l'énergie gaz (sous-station alimentée par la chaufferie de la cité administrative).

Le reste des besoins (éclairage, informatique, climatisation) est assuré par l'électricité.

*Documents en possession de BTC pour la réalisation de l'audit :*

Plans papier de tous les niveaux, échelle 1/100. Plans non mis à jour suite aux travaux de réaménagement des différents locaux.

## **Synthèse des phases 1 et 2**

Le site possède de mauvaises performances énergétiques en raison principalement des usages informatiques et de climatisation (du département informatique), qui représentent une part importante des consommations.

A l'avenir, la baisse constatée de ces usages aura des répercussions positives sur la performance énergétique du bâtiment.

Site mitoyen de la cité administrative, la DRFIP ne possède pas de production de chauffage en propre, elle est raccordée sur le réseau de chauffage de la cité. La sous-station est ancienne, et des travaux de rénovation peuvent être envisagés. Les menuiseries et les façades sont identiques pour partie à celles de la cité administrative, et au même titre nous prévoyons également des travaux de rénovation sur ces éléments dans les programmes d'actions proposés.

D'un point de vue gros entretien, une bonne partie du site a été intégralement rénovée au cours des dernières années, l'impression visuelle est donc très bonne. Il reste cependant certaines zones où des travaux doivent être envisagés (remplacement des sols type dalami) rapidement.

## **A. Volet Energétique**

## 1. Enveloppe du bâtiment – dispositions constructives

Caractéristiques des composants de l'enveloppe du bâtiment :

		épaisseur ml	Lambda	Résistance m².C°/W	U W/m².C°	Garde fou RT2005 W/m².C°
<b>Mur Extérieur type 1</b>	Pierre de parement	0,020	2,00	0,01		
catégorie RT2005 :	Plaque de fibre	0,020	0,10	0,20		
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	Structure porteuse	0,260	2,00	0,13		
Sur extérieur	Plâtre	0,013	0,35	0,04		
	Résistance superficielle			0,17		
	Autre	-	-			
	U			0,55	1,83	0,45
					MAUVAIS	
<b>Mur Extérieur type 2</b>	Pierre de parement	0,020	2,00	0,01		
catégorie RT2005 :	Plaque de fibre	0,020	0,10	0,20		
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	Structure porteuse	0,260	2,00	0,13		
Sur sol	Plâtre	0,013	0,35	0,04		
	Résistance superficielle			0,17		
	Autre	-	-			
	U			0,55	1,32	0,45
					MAUVAIS	
<b>Mur Extérieur type 3</b>	Planche structurante	0,020	0,13	0,15		
catégorie RT2005 :	Plaque aluminium	0,005		-		
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	Plaque acier galvanisé	0,005		-		
Sur extérieur	Résistance superficielle			0,17		
	Autre	-	-			
	U			0,32	3,09	0,45
					MAUVAIS	

Le bâtiment établit une unité avec le bâtiment de la cité administrative. Il n'a pas été l'objet de rénovation ni des façades, ni des menuiseries. Les murs sont constitués de voiles béton structurants, sans isolation, avec une couche de fibre grossière de 2cm entre la structure et le voile béton. Les murs du R+6 sont eux constitués d'une allège légère de faible épaisseur, l'isolation est inexistante, de même que pour le R+6 de la cité administrative.

		Hauteur ml	Largeur ml	U W/m².C°	Garde fou RT2005 W/m².C°
<b>Menuiserie type 1</b>	Simple vitrage aluminium	-	-	5,60	2,60
				MAUVAIS	
<b>Menuiserie type 2</b>	Double fenêtre DV+ SV	-	-	2,80	2,60
				MOYEN	
<b>Porte type 1</b>	SAS vitré			3,50	2,60
				MAUVAIS	

Les menuiseries sont de type aluminium simple vitrage, en fin de vie. On note de nombreux problèmes d'ouverture et d'étanchéité à l'air sur ces menuiseries.

Au niveau R-1, les menuiseries sont de type double vitrage aluminium côté intérieur, doublées sur le bord extérieur du mur d'un second vitrage simple (vitrage d'origine, non retiré lors de la pose des doubles vitrages en 2005).



Figure 3 : Double menuiserie au R-1

Les toitures-terrasses des R-1 et R+1 (Plch type 1) sont protégés par une couche de graviers sur étanchéité. La toiture-terrasse du R+6 (Plch type 2) est commune avec la cité administrative et a donc été refaite récemment (date non communiquée). D'après la thermographie aérienne commandée par la CREA (cf. photo ci-après), on voit que l'isolation des toitures-terrasses des R+1 et R-1 est minime voire inexistante. Il y a donc là un gain potentiel important.

		épaisseur ml	Lambda	Résistance m <sup>2</sup> .C°/W	U W/m <sup>2</sup> .C	Garde fou RT2005 W/m <sup>2</sup> .C
<b>PLCH type 1</b>	Béton	0,200	2,00	0,10		
catégorie RT2005 :	Isolant + étanchéité + gravier	0,030	0,08	0,38		
Planchers hauts en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles	Resistance superficielle			0,14		
				<b>0,62</b>	<b>1,63</b>	<b>0,34</b>
					<b>MAUVAIS</b>	
<b>PLCH type 2</b>	Béton	0,200	2,00	0,10		
catégorie RT2005 :	Isolant	0,050	0,04	1,25		
Planchers hauts en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles	Resistance superficielle			0,14		
				<b>1,49</b>	<b>0,67</b>	<b>0,34</b>
					<b>MAUVAIS</b>	
<b>Menuiserie toiture type 1</b>	skydome plexiglass	-	-	-	<b>5,50</b>	<b>non assujetti</b>
					<b>MAUVAIS</b>	
<b>PLCB type 1</b>	Béton	0,200	2,00	0,10		
catégorie RT2005 :	Isolant		0,04	-		
Planchers bas donnant sur terre plein	Resistance superficielle			0,17		
				<b>0,27</b>	<b>1,22</b>	<b>0,40</b>
					<b>MAUVAIS</b>	
<b>PLCB type 2</b>	Béton	0,200	2,00	0,10		
catégorie RT2005 :	Isolant		0,04	-		
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un local non chauffé	Resistance superficielle			0,17		
				<b>0,27</b>	<b>0,69</b>	<b>0,40</b>
					<b>MAUVAIS</b>	



Figure 4: Toitures-terrasses du R+1 (à gauche) et du R-1 (à droite)

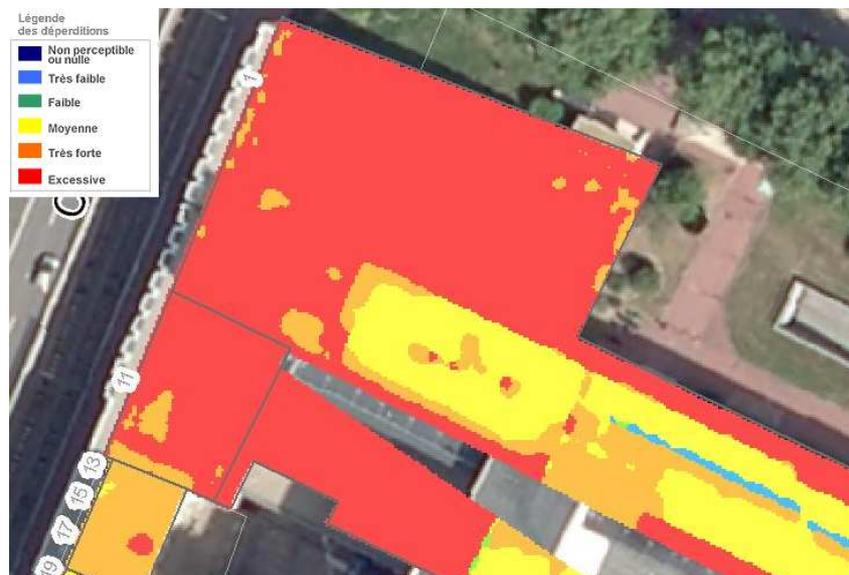


Figure 5 : Thermographie aérienne : manque d'isolation évident

Composition de l'enveloppe du bâtiment :

		Sunitaire m <sup>2</sup>	Nb -	Surface totale m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> °C	Coeff. déperditif W/°C
<b>Façade NORD</b>	Mur Extérieur type 1			604,00	1,83	1103,9
	Mur Extérieur type 2			90,00	1,32	118,4
	Mur Extérieur type 3			62,30	3,09	192,4
	Menuiserie type 1			306,50	5,60	1716,4
	Menuiserie type 2			28,80	2,80	80,6
	Porte type 1			5,00	3,50	17,5
<b>Façade SUD</b>	Mur Extérieur type 1			577,00	1,83	1054,6
	Mur Extérieur type 3			60,00	3,09	185,3
	Menuiserie type 1			366,00	5,60	2049,6
	Porte type 1			4,00	3,50	14,0
<b>Façade EST</b>	Mur Extérieur type 1			224,10	1,83	409,6
	Mur Extérieur type 2			44,00	1,32	57,9
	Menuiserie type 1			111,00	5,60	621,6
	Menuiserie type 2			14,40	2,80	40,3
<b>Façade OUEST</b>	Mur Extérieur type 1			622,00	1,83	1136,8
	Mur Extérieur type 2			127,00	1,32	167,1
	Menuiserie type 1			155,00	5,60	868,0
	Menuiserie type 2			38,40	2,80	107,5
<b>Plancher haut</b>	PLCH type 1			1 829,00	1,63	2974,0
	PLCH type 2			300,00	0,67	201,3
<b>Plancher bas</b>	PLCB type 1			1 829,00	1,22	2235,4
	PLCB type 2			300,00	0,69	205,8

NB : Pour les planchers bas donnant sur vide sanitaire ou sur le sol, la valeur annoncée pour le coefficient U est égale à 1/R au facteur d'amortissement près. Ce facteur d'amortissement prend en compte la différence de température entre l'air extérieur et le sol ou un vide sanitaire

Plans du bâtiment : Pas de plans disponibles au format informatique – Plans papiers au format trop important pour être scannés.

## 2. Equipements techniques du bâtiment

### 2.1. Installations de chauffage :

*Principe général :*

Le chauffage du site est assuré par une sous-station alimentée par la chaufferie centrale de la cité administrative. L'énergie utilisée pour le chauffage est donc le gaz.

Le réseau primaire arrive depuis la cité administrative jusqu'à une bouteille de découplage. Depuis cette bouteille part un réseau secondaire, qui alimente 5 sous réseaux :

Un réseau noté radiateurs pension, alimentant une zone non déterminée. Ce réseau a été créé récemment.

Un réseau alimentant le logement du gardien au R-2.

Un réseau alimentant le circuit « bureaux ».

Un réseau alimentant le plafond chauffant du 6<sup>ème</sup> étage.

Un réseau alimentant les panneaux de sol du 5<sup>ème</sup> étage.

Un réseau alimentant 4 aérothermes Wesper de diverses puissances, situés également en sous-station :

Traitement d'air du Hall de commission

Traitement d'air des « autres locaux » (non identifiés)

Traitement d'air de l'amphithéâtre situé au r-1 à proximité de la chaufferie

Traitement d'air de la « salle de cours »



Figure 6 : Aérothermes en chaufferie

Les installations (hormis le réseau « pension ») sont d'origine et en fin de vie. Les installations sont cependant fonctionnelles mais vont nécessiter une remise à niveau au cours des années à venir.

La puissance totale des installations n'est pas connue. Une liste du matériel installé en chaufferie est disponible sur le contrat d'entretien des installations, confié à la société Cofely.

*Bilan énergétique (consommation théorique) :*

Consommation de chauffage		
	EF	EP
Ratio kWh/m <sup>2</sup> .an	106,7	106,7
Conso. Tot. MWh/an	887,8	887,8

*Moyens de chauffage et de régulation :*

Chaque départ réseau est équipé d'une vanne 3 voies motorisée, pilotée par un régulateur horaire type SIGMAGYR ou type RVL470 pour les réseaux plus récents. Le paramétrage des régulateurs est à revoir (décalage horaire, programmation horaire peu judicieuse), ce qui permettrait d'économiser de l'énergie.



**Figure 7 : Régulateurs de chauffage sur départ réseau**

La distribution de chauffage est assurée dans la majeure partie des locaux par des radiateurs fonte ou acier, dépourvus dans la majorité des cas de têtes thermostatiques.



**Figure 8 : Radiateurs fonte, sans têtes thermostatiques**

*Réseaux de distribution :* Distribution acier bitube. En local technique, les réseaux sont calorifugés. L'ancienneté des réseaux et leur état visuel amènent à envisager une réfection des installations dans les années à venir.

*Saison de chauffe :* Selon conditions climatiques, d'octobre à mai sur les 3 dernières saisons de chauffe (pas de chauffage en septembre et en juin, ce qui contribue à améliorer la performance énergétique du bâtiment).

## **2.2. Installations de production d'ECS :**

*Description des installations :*

La production d'ECS est assurée localement dans chaque sanitaire par des ballons électriques à accumulation (différentes marques, volumes non déterminés), de faible capacité. Les besoins sont faibles (pas de douches ou de préparation de repas).



Figure 9 : ballons de stockage ECS dans les sanitaires

Bilan énergétique (consommation théorique) :

Consommation d'eau chaude sanitaire		
	EF	EP
Ratio kWh/m <sup>2</sup> .an	0,6	1,4
Conso. Tot. MWh/an	4,6	11,9

### 2.3. Installations de climatisation :

Les besoins en climatisation du site sont importants. Le département informatique du site situé au niveau -1, et nécessite un refroidissement important. Celui-ci est assuré par 3 armoires de climatisation, situées en local technique au niveau-1 également, soufflant par le plancher de l'air froid dans la salle des ordinateurs. On note dans la cour de la cité administrative la présence d'aérothermes extérieurs pour évacuer la chaleur du département informatique.



Figure 10 : Armoires de climatisation et aérothermes extérieurs

En supplément, les bureaux du R-1 sont pour la plupart également rafraichis par des unités de climatisation individuelle intégrées dans les faux-plafonds, type split system (production de froid localisée et non centralisée au niveau des armoires), les unités extérieures sont situées en toiture du R-1. Les besoins sont cependant moins importants (charge thermique moins importante et utilisation discontinue, notamment l'hiver).

Nous n'avons pas eu accès à la liste du matériel installé (qui est disponible en annexe du contrat d'entretien des installations de climatisation), nous ne pouvons déterminer la puissance installée, et par conséquent il est difficile d'évaluer les besoins avec précision.

Les consommations de rafraîchissement estimées sont intégrées au poste « Autres usages électriques ».



Figure 11 : Climatisation des locaux du R-1

**NB : Lors de la visite, nous avons constaté (et cela nous a été confirmé) qu'une partie des locaux informatique était inoccupé, en raison d'une délocalisation récente du matériel (décentralisation des services). Cela aura pour conséquence une baisse sensible des consommations électriques dues aux usages informatiques, et également une diminution des besoins en rafraîchissement.**

## 2.4. Installations d'éclairage :

### *Description des installations :*

Les installations d'éclairage sont disparates selon les périodes de rénovation des locaux : dans les bureaux et circulations rénovés récemment, l'éclairage fluorescent est de type 4\*14W (tubes T5, ballast électroniques) ou spot 1\*26W encastrés en faux-plafond (c'est le cas au RdC, au R+1, dans une partie du R+4). Dans les autres bureaux et circulations, les luminaires sont de type 4\*18W, 3\*18W ou 2\*36W en saillie (pas de faux-plafond), anciens et peu performants (mauvaise qualité des réflecteurs). Un remplacement progressif des luminaires peut être envisagé dans les années à venir.

A noter dans la cage d'escalier principale (jusqu'au R+6), l'installation de luminaires à gradation de flux selon une sonde de luminosité extérieure. Ce système n'est pas optimal. On préférera toujours une gradation de flux individuelle des luminaires, selon la luminosité ambiante détectée par chaque luminaire.



Figure 12 : Luminaires anciens dans les bureaux



Figure 13 : Luminaires performants dans les bureaux rénovés récemment

A noter également la spécificité de la zone Accueil du public : les luminaires du Hall demeurent allumés en permanence durant la journée.



Figure 14 : Eclairage permanent du hall d'accueil du public

Bilan énergétique (consommation théorique) :

Consommation d'éclairage		
	EF	EP
Ratio kWh/m <sup>2</sup> .an	17,0	43,8
Conso. Tot. MWh/an	141,1	364,0

## **2.5. Ascenseurs :**

Il existe une cage de deux ascenseurs sur le site, desservant tous les niveaux du R-2 au R+6

Les consommations dues aux ascenseurs sont intégrées au poste « Autres usages électriques ».



**Figure 15 : Ascenseurs**

## **2.6. Ventilation :**

Il n'existe pas d'installation de ventilation mécanique sur le site (il existe des centrales de traitement d'air, cf. poste chauffage). La ventilation se fait naturellement par les ouvrants.

Les consommations de chauffage entraînées par le renouvellement d'air sont intégrées dans le poste chauffage, les consommations électriques sont intégrées au poste « Autres usages électriques ».

## **2.7. Informatique/bureautique :**

*Description des installations :*

Chaque utilisateur possède un poste informatique avec écran plat. Les imprimantes sont mutualisées au maximum (un photocopieur dans chaque service).



Figure 16 : Salle informatique au niveau -1

Les consommations informatiques étaient jusqu'à présent importantes en raison du département informatique du niveau -1. Ces usages baissant, la consommation de ce poste va logiquement diminuer fortement à l'avenir.

*Bilan énergétique (consommation théorique) :*

Consommation d'électricité informatique		
	EF	EP
Ratio kWh/m <sup>2</sup> .an	26,3	67,7
Conso. Tot. MWh/an	218,4	563,5

## 2.8. Autres postes consommateurs d'énergie :

Les besoins informatiques du site sont mal identifiés (service en mutation lors de la visite), il est difficile d'estimer avec une précision acceptable la part des usages informatiques, qui peut donc difficilement être isolée.

*Description des installations :*

Ce poste comprend notamment les usages suivants :

- auxiliaires de circulation de chauffage, consommation importante étant donné le nombre de réseaux du site
- consommation des ventilateurs des centrales de traitement d'air
- usages des ascenseurs
- usages des portes automatiques (5 portes) et du tourniquet du hall principal
- éclairage de sécurité ;
- Matériel de régulation (vannes 3 voies, régulateurs)
- détection incendie (bouches de détection et centralisateur).
- Consommation très importante due à la climatisation du département informatique.

*Bilan énergétique (consommation théorique) :*

Consommation d'électricité autre		
	EF	EP
Ratio kWh/m <sup>2</sup> .an	86,5	223,3
Conso. Tot. MWh/an	720,1	1 857,7

## **2.9. Contrats de fourniture d'énergie souscrits :**

Gaz naturel : Pas de contrat souscrit, l'énergie étant refacturée par la cité administrative.

Electricité : Contrat EDF tarif Vert Longues utilisations, puissance souscrite 255kW. La puissance souscrite est adaptée aux besoins. Néanmoins, la baisse des usages informatiques et de climatisation va selon toute vraisemblance faire diminuer la puissance appelée sur le réseau. En conséquence, une baisse sensible de la puissance souscrite pourra être envisagée. Se reporter aux facturations 2011 (non transmises) pour déterminer une nouvelle puissance à souscrire.

## **2.10. Comptabilité énergétique et moyens de comptage de l'établissement :**

Les moyens de comptage de l'énergie sur le site sont réduits au minimum : il existe un compteur général uniquement pour la facturation EDF, et un autre sur l'arrivée du réseau de chaleur en sous-station pour la refacturation de chauffage de la cité administrative.

## **2.11. Contrats de maintenances souscrits :**

Nous ont été transmis :

Un contrat d'Exploitation des installations de chauffage, type P2 uniquement confié à la société Cofely, ayant pris effet le 1<sup>er</sup> janvier 2010, pour une durée de un an, reconductible 3 fois au maximum.

Un contrat d'Entretien des installations de climatisation, confié à la société Dinactis en novembre 2005, pour une durée de un an, renouvelable 2 fois au maximum (contrat obsolète). Une liste du matériel installé figure en annexe du présent contrat, liste qui ne nous a pas été transmise.

Un contrat d'Entretien et dépannage des portes automatiques du site, confié à la société Tormax en juin 2007, pour une durée de un an renouvelable 3 fois au maximum (arrivant à échéance en juin 2011).

Un contrat d'Entretien des toitures terrasses, confié à la société Asten en avril 2007, pour une durée de un an, renouvelable 3 fois (échéance avril 2011, contrat obsolète).

### 3. Bilan énergétique

Pour chaque bâtiment audité, BTC établit une consommation théorique du bâtiment, dont les résultats sont exposés ci-après. La méthode de calcul de ces consommations fait elle l'objet du chapitre annexe situé en fin de rapport. L'établissement de ces consommations théoriques est important pour déterminer les gisements d'économie d'énergie possibles (phase 3).

La confrontation de ces consommations théoriques avec les consommations réelles sera en outre un élément intéressant pour observer l'usage qui est fait du bâtiment. Et, dans une vision plus globale du projet, cela permettra la comparaison des différents bâtiments entre eux, et de déterminer d'éventuelles anomalies sur certains bâtiments.

#### 3.1. Consommations globales réelles d'énergie :

Consommations Elec réelles kWhEF				
	2007	2008	2009	Moyenne
Janvier	105 450	107 340	106 038	101 989
février	109 709	92 510	78 482	90 617
mars	102 576	96 667	92 002	94 930
avril	102 576	83 495	95 467	92 695
mai	102 576	95 972	87 760	91 259
juin	95 651	81 201	74 503	82 880
juillet	87 908	91 473	88 543	87 928
août	108 227	79 359	82 148	88 876
septembre	93 514	82 632	96 856	90 092
octobre	82 324	104 337	86 390	90 206
novembre	105 941	84 872	89 411	90 283
décembre	80 353	88 661	84 747	83 910
<b>total kWhEF</b>	<b>1 176 805</b>	<b>1 088 519</b>	<b>1 062 347</b>	<b>1 085 662</b>
Consommations Elec réelles kWhEF				
<b>Conversion EF/EP</b>	<b>2,58</b>	<b>2,58</b>	<b>2,58</b>	<b>2,58</b>
<b>Total kWhEP</b>	<b>3 036 157</b>	<b>2 808 379</b>	<b>2 740 855</b>	<b>2 801 007</b>
Taux CO2	0,084	0,084	0,084	0,084
Emission CO2t	99	91	89	91
Taux Tep	0,273	0,273	0,273	0,273
Tep	321	297	290	296

Les consommations d'électricité du site sont très élevées en comparaison de la moyenne des administrations auditées. Cela vient des usages informatiques très importants, et des besoins en refroidissement des locaux informatiques qui en découlent.

Consommations Chauffage réelles kWhEF (PCS si gaz)				
	2007	2008	2009	Moyenne
Janvier	160 000	170 000	189 000	173 000
février	129 000	150 000	148 000	142 333
mars	138 000	136 000	130 000	134 667
avril	109 000	59 000	82 000	83 333
mai	6 000	15 000	82 000	34 333
juin	0	0	0	0
juillet	0	0	0	0
août	0	0	0	0
septembre	0	0	0	0
octobre	78 000	42 000	pas de données	60 000
novembre	85 000	67 000	pas de données	76 000
décembre	177 000	133 000	pas de données	155 000
<b>total</b>	<b>882 000</b>	<b>772 000</b>	<b>631 000</b>	<b>858 667</b>
Consommations Chauffage réelles kWhEF				
<b>Conversion EF/EP</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
<b>Total kWhEP</b>	<b>882 000</b>	<b>772 000</b>	<b>631 000</b>	<b>858 667</b>
Taux CO2	0,234	0,234	0,234	0,234
Emission CO2t	206	181	148	201
Taux Tep	0,077	0,077	0,077	0,077
Tep	68	59	49	66

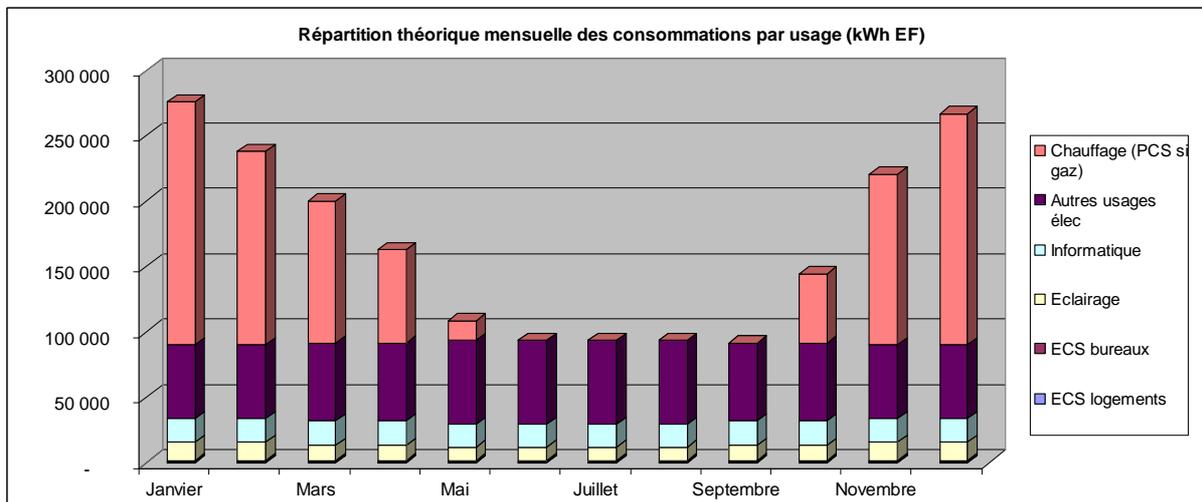
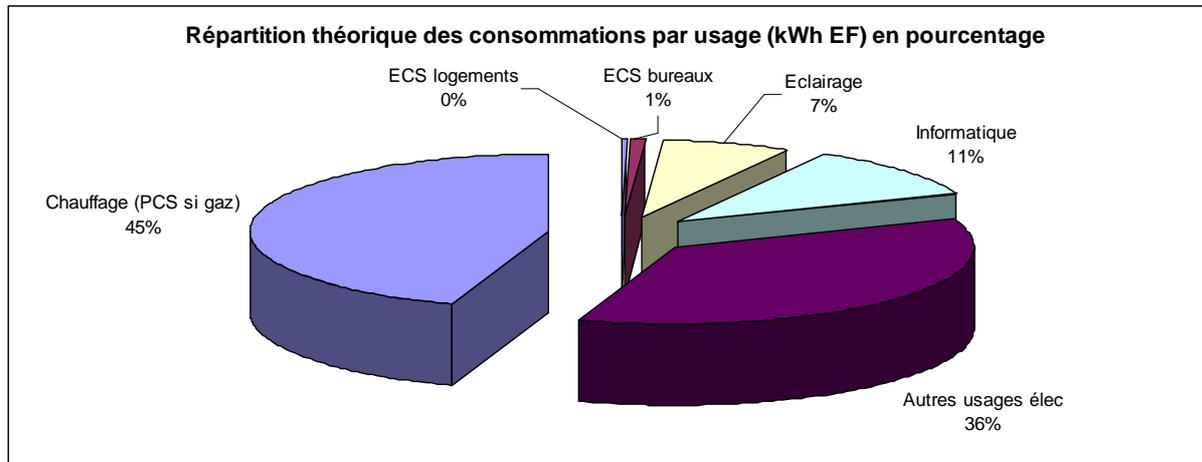
A L'inverse, les besoins en chauffage du site sont relativement peu élevés, même si les caractéristiques thermiques des parois sont médiocres. Cette relative bonne performance est due principalement à une bonne compacité et à une mitoyenneté importante avec la cité administrative.

*\*Les taux de conversion entre Energie finale et Energie primaire utilisés par BTC sont ceux définis dans l'arrêté du 24/05/2006 paru au journal officiel*

### 3.2. Répartition théorique des flux énergétiques par usage en kWhEF (PCI) :

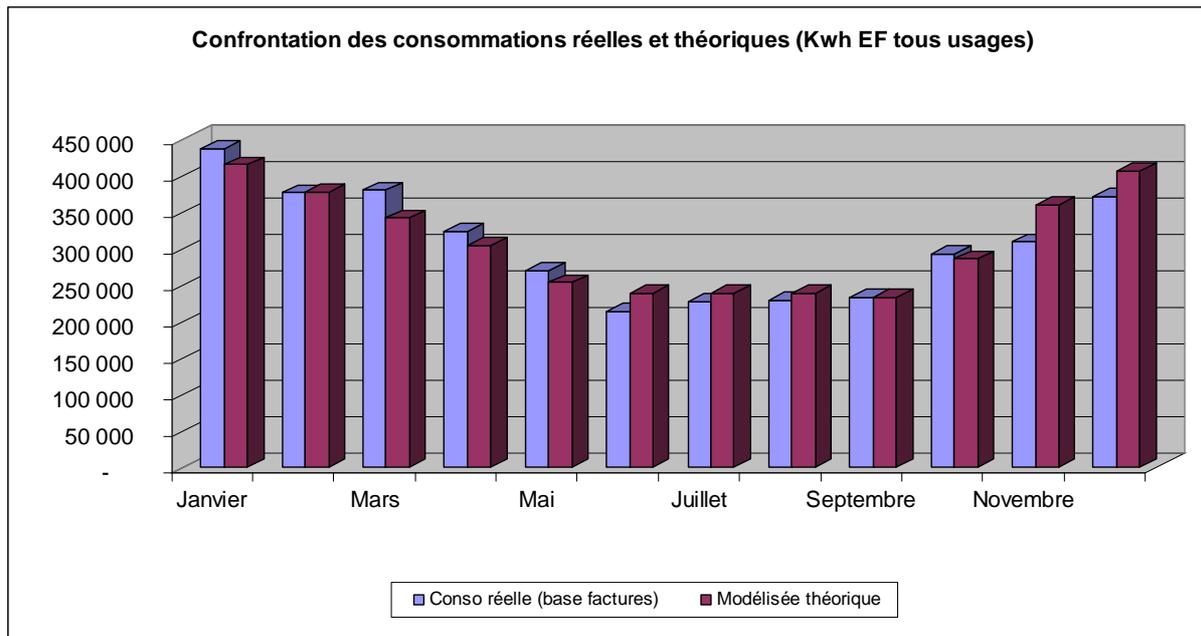
Mois	Besoins théoriques						Cumul
	ECS logements	ECS bureaux	Eclairage	Informatique	Autres usages élec	Chauffage (PCS si gaz)	
Janvier	384	1 429	13 728	18 327	56 188	185 632	
Février	384	1 429	13 728	18 327	56 188	147 814	
Mars	384	1 429	11 386	18 904	59 478	108 479	
Avril	384	1 429	11 386	18 904	59 478	71 292	
Mai	384	1 429	10 158	17 376	64 348	14 709	
Juin	384	1 429	10 158	17 376	64 348	-	
Juillet	384	1 429	10 158	17 376	64 348	-	
Août	384	1 429	10 158	17 376	64 348	-	
Septembre	384	1 429	11 386	18 904	59 478	-	
Octobre	384	1 429	11 386	18 904	59 478	52 821	
Novembre	384	1 429	13 728	18 327	56 188	130 414	
Décembre	384	1 429	13 728	18 327	56 188	176 638	
<b>Total</b>							<b>Cumul</b>
kWh EF	4 607	17 150	141 086	218 427	720 050	887 798	1 989 119
Conversion EF/EP	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58	1	so
Kwh EP	11 886	44 247	364 002	563 542	1 857 729	887 798	3 729 204
Taux CO2	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,234	so
Emission CO2t	0,39	1,44	11,85	18,35	60,48	207,74	300,26
Taux Tep	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273	0,077	so
Tep	1	5	39	60	197	68	369

Ratios de consommations théoriques du bâtiment:							
	ECS logements	ECS bureaux	Eclairage	Informatique	Autres usages	Chauffage	Global
KwhEP/m²/an	1,4	5,3	43,8	67,7	223,3	106,7	448,2
KgCO2/m²/an	0,05	0,17	1,42	2,21	7,27	24,97	36,09
Tep/m²/an	0,000	0,001	0,005	0,007	0,024	0,008	0,044



La répartition des consommations montre une part de chauffage très faible dans les consommations globales, en raison des usages électriques dits « autres » très importants. Les besoins en rafraîchissement du site apparaissent considérables.

### 3.3. Analyse croisée théorique/réel tous usages



Le graphique ci-dessus montre bien la part importante des consommations électriques dans les consommations globales : la variation saisonnière est peu prononcée par rapport à un profil « traditionnel ».

### 3.6. Coût global réel

	Elec		Chauffage		Fixe
	kWh EF	€	kWh EF	€	€
Janvier	101 989	8 590	173 000	7 785	1 424
février	90 617	5 058	142 333	6 405	1 424
mars	94 930	7 214	134 667	6 060	1 424
avril	92 695	4 383	83 333	3 750	1 424
mai	91 259	4 519	34 333	1 545	1 424
juin	82 880	4 088	0	0	1 424
juillet	87 928	4 248	0	0	1 424
août	88 876	4 503	0	0	1 424
septembre	90 092	4 802	0	0	1 424
octobre	90 206	4 794	60 000	2 700	1 424
novembre	90 283	6 865	76 000	3 420	1 424
décembre	83 910	7 057	155 000	6 975	1 424
<b>Global</b>	<b>1 085 662</b>	<b>66 119</b>	<b>858 667</b>	<b>38 640</b>	<b>17 085</b>

Dépenses énergétiques réelles annuelles du bâtiment : 121844 €HT/an  
14,64 €HT/m²/an

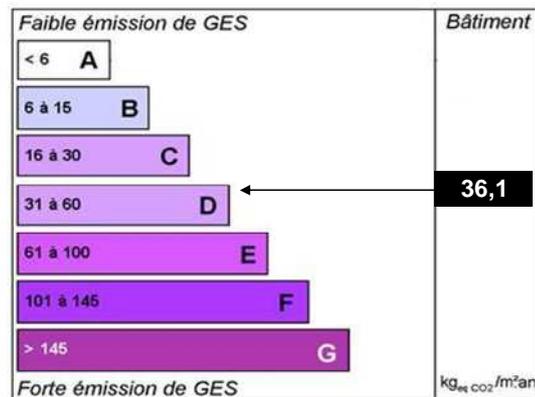
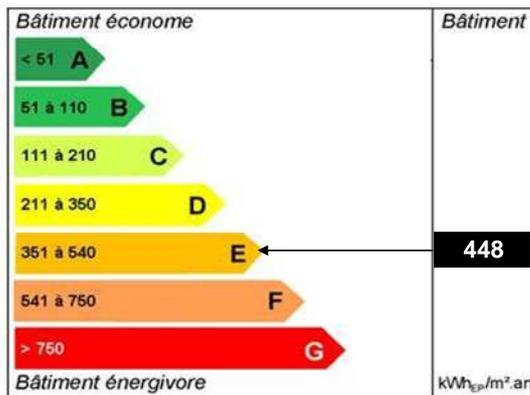
### 3.7. Coût global théorique

Energies	ECS Logements		ECS Bureaux		Electricité		Chauffage (PCS si gaz)		Fixe
	ECS	Conso	ECS	Conso	Electricité	Conso	Chauffage	Conso	
	kWh	€ H.T.	kWh	€ H.T.	kWh	€ H.T.	kWh	€ H.T.	
Janvier	384	32	1 429	120	88 243	7 432	185 632	8 353	1 424
Février	384	17	1 429	64	88 243	4 926	147 814	6 652	1 424
Mars	384	17	1 429	64	89 767	6 821	108 479	4 882	1 424
Avril	384	17	1 429	64	89 767	4 244	71 292	3 208	1 424
Mai	384	17	1 429	64	91 881	4 550	14 709	662	1 424
Juin	384	17	1 429	64	91 881	4 532	0	0	1 424
Juillet	384	17	1 429	64	91 881	4 439	0	0	1 424
Août	384	17	1 429	64	91 881	4 656	0	0	1 424
Septembre	384	17	1 429	64	89 767	4 785	0	0	1 424
Octobre	384	17	1 429	64	89 767	4 770	52 821	2 377	1 424
Novembre	384	17	1 429	64	88 243	6 710	130 414	5 869	1 424
Décembre	384	17	1 429	64	88 243	7 421	176 638	7 949	1 424
<b>Total énergies</b>	<b>4 607</b>	<b>222</b>	<b>17 150</b>	<b>828</b>	<b>1 079 563</b>	<b>65 285</b>	<b>887 798</b>	<b>39 951</b>	<b>17 085</b>

Dépenses énergétiques théoriques annuelles du bâtiment : 123 371 €HT/an  
14,83 €HT/m²/an

### 3.8. Ratios globaux de consommation énergétique de GES

	REEL	THEORIQUE	Delta réel/théorique	RETENU
Surface (m2 chauffés)	8 320	8 320		8 320
Consoglobale MWh EP	3 660	3 729	1,9%	3 729
Consoglobale TEP EP	363	369		369
Rejets CO2 Tonne / an	292	300		300
Ratios énergie kWh EP/m <sup>2</sup> .an	440	448	classe E	448
Ratios énergie Tep EP/m <sup>2</sup> .an	0,044	0,044		0,044
Ratios GES kg CO2/m <sup>2</sup> .an	35,1	36,1	classe D	36,1
Ratios € H.T/m <sup>2</sup> .an	14,6	14,8		14,8



NB : Les étiquettes énergie et climat ci-dessus visent à donner une indication de la performance énergétique du bâtiment. Elles ne correspondent pas aux étiquettes établies dans le cadre réglementaire du Diagnostic de Performance Energétique, qui prend en compte la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) du bâtiment, et non la surface chauffée.

Les ratios de consommation du site sont mauvais, en raison principalement des besoins en rafraîchissement importants.

NB : La diminution des usages informatiques du site qui a été repérée lors de la visite va engendrer une diminution des besoins de rafraîchissement, et donc une amélioration des performances énergétiques du site.

## **B. Volet Gros Entretien**

## 1. Résultats de l'audit

L'état général des différents éléments observés est divisé en quatre catégories :

TS :Très satisfaisant

S :Satisfaisant

PS :Peu satisfaisant

M :Mauvais

Code	Familles	Commentaires	Etat général				Remarques	Renvoi sur fiche détaillée
			TS	S	PS	M		
A	<b>Corps d'état architecturaux</b>							
	<b><i>01-Façade</i></b>							
	A01.01- Structure du bâti			x			Structure béton, bon état, RAS. Pas de fiche détaillée	A01.01
	A01.02- Revêtement de façade			x				A01.02
	A01.03-Plafond porche							A01.03
	A01.04- Passage couvert							A01.04
	<b><i>02-Menuiseries extérieures (ME)</i></b>							
	A02.01- Fenêtres					x		A02.01
	A02.01bis- Fenêtres			x				A02.01bis
	A02.02- Châssis							A02.02
	A02.03- Portes extérieures							A02.03
	A02.04- Porte d'entrée hall			x				A02.04
	A02.05- Portes d'accès garage							A02.05
	<b><i>03-Occultations (FE)</i></b>							
	03.01- Volet							A03.01
	03.02- Rideaux/Stores intérieurs							A03.2
	<b><i>04Serrureries- métalleries (MT)</i></b>							
	A04.01- Garde corps			x			Garde-corps en terrasse du R+6- se reporter au rapport de la cité administrative	A04.01
	A04.02- Grilles							A04.02
	A04.03- Portails							A04.03

Phases 1-2 : Diagnostic du bâtiment – analyse des performances

Code	Familles	Commentaires	Etat général				Remarques	Renvoi sur fiche détaillée
			TS	S	PS	M		
		Précisions sur le concept						
B	Couverture-charpente-terrasse							
	<u>01-Couvertures (CO)</u>							
	B01.01- Tuiles						B01.01	
	B01.02- Ardoises						B01.02	
	B01.03- Bacs acier						B01.03	
	B01.04- Tôles éternit						B01.04	
	B01.05- Verrière						B01.05	
	B01.06- Chenaux						B01.06	
	B01.07- Isolation						B01.07	
	B01.08- Souches						B01.08	
	B01.09- Edicules						B01.09	
	B01.10- Zinc						B01.10	
	<u>02-Charpente (CH)</u>						B02	
<u>03-Terrasse (TO)</u>				x		B03		

Phases 1-2 : Diagnostic du bâtiment – analyse des performances

Code	Familles	Commentaires	Etat général				Remarques	Renvoi sur fiche détaillée
			TS	S	PS	M		
C	<b>Corps d'état techniques</b>							
	<b><u>01-Revêtements de sol (RS)</u></b>							
	C01.01- Carrelages			x				C01.01
	C01.02- Revêtements PVC			x				C01.02
	C01.03- Moquettes			x				C01.03
	C01.04- Sols rgès			x				C01.04
	C01.05- Dalami					x		C01.05
	<b><u>02-Revêtements muraux (RM)</u></b>							
	C02.01- Peintures			x				C02.01
	C02.02- Papiers peints							C02.02
	C02.03- Tissus							C02.03
	<b><u>03-Plafonds/Faux-plafonds(P/FP)</u></b>							
	C03.01- Peintures			x				C03.01
	C03.02- Faux-plafonds			x				C03.02
	<b><u>04-Menuiseries intérieures</u></b>							C04
	<b><u>05-Cloisons intérieures</u></b>							C05

Phases 1-2 : Diagnostic du bâtiment – analyse des performances

Code	Familles	Commentaires	Etat général				Remarques	Renvoi sur fiche détaillée
			TS	S	PS	M		
D	<b>Corps d'état techniques CVC-PB</b>							
	<b><u>01-Chauffage production (CP)</u></b>							
	D01.01- Chaudières						Production de chauffage depuis la cité administrative	D01.01
	D01.02- Chaufferie					x		D01.02
	<b><u>02-Chauffage distribution (CD)</u></b>							
	D02.01- Radiateurs			x				D02.01
	D02.02- Planchers							D02.02
	D02.03- Convecteurs							D02.03
	D02.04- Centrale d'air					x		D02.04
	D02.05- Réseaux de chauffage					x		D02,05
	D02.06- Aérothermes - ventiloconvecteurs							D02.06
	<b><u>03-Climatisation (CL)</u></b>							
	D03.01- Windows							D03.01
	D03.02- Split system				x			D03.02
	D03.03- Groupe froid				x			D03.03
	D03.04- Ventilo convecteur							D03,04
	<b><u>04-Plomberie (PB)</u></b>							
	D04.01- Arrivée d'eau							D04.01
	D04.02- Surpresseur EF							D04.02
	D04.03- Distribution EF							D04.03
	D04.04- Distribution gaz							D04.04
	D04.05- Eaux vannes & EP							D04.05
	D04.06- Distribution ECS							D04.06
	<b><u>05-Sanitaire (SA)</u></b>							
	D05.01- Lavabo							D05.01
	D05.02- WC/Urinoirs						x	idem D05.01 - pas de fiche détaillée
D05.03- Ballons ECS							D05.03	
D05.04- Douches						x	cf.volet énergie - pas de fiche détaillée	D05.04

Phases 1-2 : Diagnostic du bâtiment – analyse des performances

Code	Familles	Commentaires	Etat général				Remarques	Renvoi sur fiche détaillée
			TS	S	PS	M		
E	<b>Corps d'état techniques ELEC</b>							
	<b><u>01-Electricité courant fort (EL)</u></b>							
	E01.01- Transformateur							E01.01
	E01.02- TGBT							E01.02
	E01.03- Armoires			x			Quelques armoires avec identification des réseaux à revoir - Refaire mise à la terre de certains réseaux - pas de fiche détaillée	E01.03
	<b><u>02-Electricité distribution (ED)</u></b>							
	E02.01- Eclairage fluo			x				E02.01
	E02.02- Eclairage de sécurité			x			Pas de manquement à signaler - pas de fiche détaillée	E02.02
	E02.03 - Distribution			x			Peu de remarques sur le rapport réglementaire. Pas de fiche détaillée	E02.03
	<b><u>03-Courant faible (CF)</u></b>							
	E03.01- Interphonie							E03.01
	E3.02- détection intrusion							E03.02
	E3.03- détection incendie			x				E03.03
	E3.04- Surveillance vidéo							E03.04
	E3.05- Onduleurs							E03.05
	<b><u>04-Portes automatiques (PA)</u></b>							
	E04.01- Hall				x			E04.01
	E04.02- Parking							E04.02
	E04.03- Portail							E04.03
	E04.04- Barrière							E04.04
	<b><u>05-Ventilation (VE)</u></b>							
	E05.01- Caisson VMC							E05.01
	E05.02- Tourelle d'extraction							E05.02
	E05.03- désenfumage							E05.03
	<b><u>06-Divers</u></b>							
	E06.01- Groupes électrogènes							E06.01
	E06.02- Equipement cuisine							E06.02
E06.03- Air comprimé							E06.03	

## 2. Fiches détaillées

<b>Famille :</b>	A01.02- Revêtement de façade	<b>N° Référence:</b>	A01.02
<b>Local ou repère :</b>	Intérieur	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état architecturaux
<b>Localisation :</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Façade	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	10ans
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Façade parement pierre, bon état général, pas de désordre important à signaler.			
<b>Recommandations :</b> Se reporter au volet énergie pour plus de précisions.			

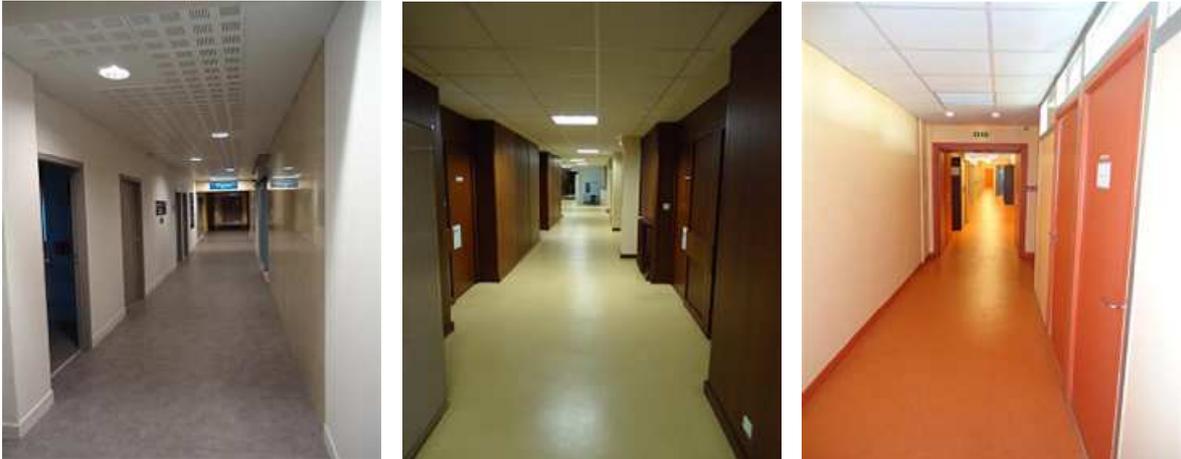
<b>Famille :</b>	A02.01- Fenêtres	<b>N° Référence:</b>	A02.01
<b>Local ou repère :</b>	bâtiment R+6	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état architecturaux
<b>Localisation : Bâtiment R+6</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Menuiseries aluminium	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	<5ans
<b>État de santé : Médiocre</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Menuiseries aluminium simple vitrage, état général médiocre. Problème de fermeture, d'étanchéité à l'air, et parfois à l'eau. Menuiseries en fin de vie.		
<b>Recommandations :</b>	Remplacement progressif à prévoir au cours des années à venir.		

<b>Famille :</b>	A02.01bis- Fenêtres	<b>N° Référence:</b>	A02.01bis
<b>Local ou repère :</b>	bâtiment R+2	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état architecturaux
<b>Localisation : Bâtiment R+2</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Menuiseries aluminium DV	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	10ans
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Menuiseries aluminium installées au cours des dix dernières années, en supplément des simples vitrages posées sur le nu extérieur. Bon état général		
<b>Recommandations :</b>	RAS.		

<b>Famille :</b>	A02.04- Porte d'entrée hall	<b>N° Référence:</b>	A02.04
<b>Local ou repère :</b>	Entrée principale	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état architecturaux
<b>Localisation : Entrée principale</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Tourniquet hall principal	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	10ans
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Porte vitrée automatique et porte à tambour automatique installé récemment, limite les entrées d'air parasites dans le bâtiment. Bon état général.		
<b>Recommandations :</b>	RAS		

<b>Famille :</b> 03-Terrasse (TO)		<b>N° Référence:</b> B03	
<b>Local ou repère :</b> R+1 et R-1		<b>Catégorie :</b> Couverture-charpente-terrasse	
<b>Localisation :</b> Terrasses R+1 et R-1			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> toitures terrasses		<b>Durée de vie résiduelle :</b> <5ans	
<b>État de santé :</b> Peu satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Toitures terrasses avec protection gravillonnée. Terrasses entretenues régulièrement, ne présentant pas de défaut important, mais fin de vie théorique atteinte et isolation très faible.			
<b>Recommandations :</b> Une réfection avec renforcement de l'isolation doit être envisagée dans les années à venir.			

<b>Famille :</b> C01.01- Carrelages		<b>N° Référence:</b> C01.01	
<b>Local ou repère :</b> Sanitaires et sous-sol		<b>Catégorie :</b> Sols-revêtements-plafonds	
<b>Localisation :</b> Sanitaires et sous-sol local courrier			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Carrelage		<b>Durée de vie résiduelle :</b> 10ans	
<b>État de santé :</b> Satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Carrelage au sol dans les sanitaires et dans la zone de courrier au R-2. Bon état général, RAS.			
<b>Recommandations :</b> RAS			

<b>Famille :</b>	C01.02- Revêtements PVC	<b>N° Référence:</b>	C01.02
<b>Local ou repère :</b>	Locaux divers	<b>Catégorie :</b>	Sols-revêtements-plafonds
<b>Localisation :</b> Locaux rénovés au RdC-R+1 autour de la zone accueil et divers bureaux dans les étages			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Sols souples PVC	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	10ans
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Sols souples PVC posés récemment dans plusieurs zones du bâtiment, en recouvrement de l'ancien sol dalami (Encapsulage pour éviter tout problème du à l'amiante).		
<b>Recommandations :</b>	Bon état général. RAS		

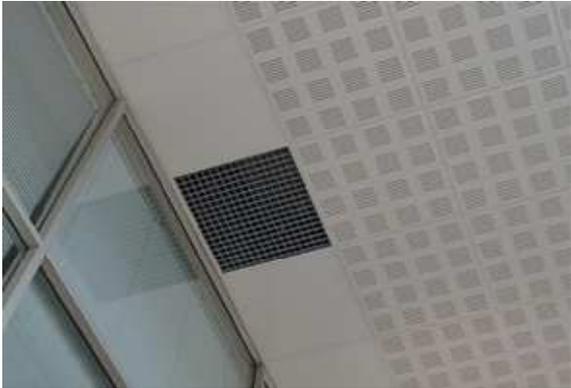
<b>Famille :</b> C01.03- Moquettes		<b>N° Référence:</b> C01.03	
<b>Local ou repère :</b> Amphithéâtre		<b>Catégorie :</b> Sols-revêtements-plafonds	
<b>Localisation :</b> Amphithéâtre sous-sol			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Moquette		<b>Durée de vie résiduelle :</b> 10ans	
<b>État de santé :</b> Satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Moquette au sol dans l'amphithéâtre. Bon état général. RAS			
<b>Recommandations :</b> RAS			

<b>Famille :</b> C01.04 - Sols grès		<b>N° Référence:</b> C01.04	
<b>Local ou repère :</b> Zone accueil		<b>Catégorie :</b> Sols-revêtements-plafonds	
<b>Localisation :</b> Accueil du public RdC			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Sols grès		<b>Durée de vie résiduelle :</b> 10ans	
<b>État de santé :</b> Satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Sols en grès dans la zone d'accueil du public au RdC. Bon état général. RAS			
<b>Recommandations :</b> RAS			

<b>Famille :</b> C02.01- Peintures		<b>N° Référence:</b> C02.01	
<b>Local ou repère :</b> Tous locaux		<b>Catégorie :</b> Sols-revêtements-plafonds	
<b>Localisation :</b> Tous locaux			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Murs peints		<b>Durée de vie résiduelle :</b> Selon état	
<b>État de santé :</b> Satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Murs peints dans tous les locaux du site. Etat variable selon l'ancienneté des travaux mais état globalement satisfaisant.			
<b>Recommandations :</b> Le remplacement des sols usés pourra être accompagné d'un rafraichissement des peintures dans les zones concernées.			

<b>Famille :</b> C01.05 - dalami		<b>N° Référence:</b> C01.05	
<b>Local ou repère :</b> Bureaux non rénovés		<b>Catégorie :</b> Sols-revêtements-plafonds	
<b>Localisation :</b> Bureaux et circulations non rénovés : enclaves R+1 et R+2, zone Sud du R+1, bureaux au R+5 et R+6			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Dalami		<b>Durée de vie résiduelle :</b> 5ans	
<b>État de santé :</b> Peu satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Sols type dalami anciens, en fin de vie. Traces d'usures visibles. Encapsulage à prévoir dans les années à venir.			
<b>Recommandations :</b> Remplacement des sols à prévoir au cours des prochaines années.			

<b>Famille :</b>	C03.01- Peintures	<b>N° Référence:</b>	C03.01
<b>Local ou repère :</b>	Bureaux et circulations	<b>Catégorie :</b>	Sols-revêtements-plafonds
<b>Localisation : Bureaux et circulations divers, notamment dans les étages et zones non rénovées. Partout où la hauteur des fenêtres ne permet pas la pose d'un faux-plafond</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Plafond peints	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	Selon état
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Plafonds peints dans toutes les zones non rénovées, et là où la pose d'un faux-plafond n'est pas possible. Bon état général. RAS		
<b>Recommandations :</b>	RAS		

<b>Famille :</b> C03.02- Faux-plafonds		<b>N° Référence:</b> C03.02	
<b>Local ou repère :</b> Locaux rénovés		<b>Catégorie :</b> Sols-revêtements-plafonds	
<b>Localisation :</b> Locaux rénovés, RdC, R+1, R+4			
<b>Photo :</b>			
			
			
<b>Matériel concerné :</b> Faux-plafonds		<b>Durée de vie résiduelle :</b> 10ans	
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Faux-plafonds type 600*600 installés dans les locaux rénovés. Bon état général. Dans le hall d'accueil du public, faux-plafond acoustique posé. Bon état également.			
<b>Recommandations :</b> RAS			

<b>Famille :</b> D01.02- Chaufferie		<b>N° Référence:</b> D01.02	
<b>Local ou repère :</b> Sous-station		<b>Catégorie :</b> Corps d'état techniques CVC-PB	
<b>Localisation :</b> Sous-station chauffage R-1			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Chaufferie		<b>Durée de vie résiduelle :</b> Selon état	
<b>État de santé :</b> Peu satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Matériel installé fonctionnel mais globalement en fin de vie. Des travaux de rénovation sont à prévoir dans les années à venir. Les schémas de principe de fonctionnement des CTA et des zones desservies ne sont pas disponibles en sous-station.		
<b>Recommandations :</b>	Travaux à prévoir dans les années à venir.		

<b>Famille :</b>	D02.01- Radiateurs	<b>N° Référence:</b>	D02.01
<b>Local ou repère :</b>	Tous locaux	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état techniques CVC-PB
<b>Localisation : Radiateurs fonte ou acier</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Radiateurs	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	10ans
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Radiateurs fonte ou acier dans tous les locaux, bon état général, mais absence de têtes thermostatiques généralisée.		
<b>Recommandations :</b>	Têtes thermostatiques à installer sur chaque radiateur		

<b>Famille :</b>	D02.04- Centrale d'air	<b>N° Référence:</b>	D02,04
<b>Local ou repère :</b>	Chaufferie	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état techniques CVC-PB
<b>Localisation : Chaufferie</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Centrales de traitement d'air	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	<5ans
<b>État de santé : Peu satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Centrales de traitement d'air apparemment fonctionnelles mais en fin de vie. Remplacement à prévoir dans les prochaines années.		
<b>Recommandations :</b>	Remplacement des centrales à prévoir dans les prochaines années.		

<b>Famille :</b>	D02.05- Réseaux chauffage	<b>N° Référence:</b>	D02.05
<b>Local ou repère :</b>	Chaufferie	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état techniques CVC-PB
<b>Localisation : Chaufferie</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Réseaux chauffage	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	Selon état
<b>État de santé : Peu satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Réseaux de chauffage anciens, calorifuge ancien, traces de fuite localement et usure visible. Certains organes ont été remplacés, mais globalement, l'installation nécessitera une remise à niveau au cours des prochaines années.		
<b>Recommandations :</b>	Remise à niveau à prévoir au cours des prochaines années.		

<b>Famille :</b> D03.02- Split system		<b>N° Référence:</b> D03.02	
<b>Local ou repère :</b> Département informatique		<b>Catégorie :</b> Corps d'état techniques CVC-PB	
<b>Localisation :</b> Département informatique R-1			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Unités split-system		<b>Durée de vie résiduelle :</b> 10ans	
<b>État de santé :</b> Satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Unités de climatisation individuelles avec cassettes plafonnieres dans les bureaux du département informatique. Unités extérieures en terrasse. Bon état général			
<b>Recommandations :</b> RAS			

<b>Famille :</b>	D03.03- Groupe froid	<b>N° Référence:</b>	D03.03
<b>Local ou repère :</b>	R-1	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état techniques CVC-PB
<b>Localisation : R-1</b>			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Armoires de climatisation	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	10ans
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Armoires de climatisation en bon état. RAS			
<b>Recommandations :</b> La baisse des besoins en froid entrainera probablement la mise à l'arrêt d'au moins une des armoires.			

<b>Famille :</b> D05.01- Lavabo		<b>N° Référence:</b> D05.01	
<b>Local ou repère :</b> Sanitaires		<b>Catégorie :</b> Corps d'état techniques CVC-PB	
<b>Localisation :</b> Tous sanitaires			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Sanitaires		<b>Durée de vie résiduelle :</b> Selon état	
<b>État de santé :</b> Satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Etat général des sanitaires bon. Certains sanitaires sont neufs (RdC, R+1, R+4, réfection en 2010), d'autres sont plus anciens (dans les étages).			
<b>Recommandations :</b> Envisager le remplacement du matériel dans les sanitaires anciens.			

<b>Famille :</b>	E02.01- Eclairage fluo	<b>N° Référence:</b>	E02.01
<b>Local ou repère :</b>	Tous locaux	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état techniques ELEC
<b>Localisation :</b> Tous locaux			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Eclairage fluorescent	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	Selon état
<b>État de santé :</b> Satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b>	Etat des luminaires fortement disparate selon les locaux. Ils sont neufs dans les locaux rénovés récemment et très anciens ailleurs (mais fonctionnels). Un remplacement dans ces zones doit toutefois être envisagé.		
<b>Recommandations :</b>	Se reporter au volet énergie pour plus de précisions.		

<b>Famille :</b>	E3.03- détection incendie	<b>N° Référence:</b>	E03.03
<b>Local ou repère :</b>	Tous locaux	<b>Catégorie :</b>	Corps d'état techniques ELEC
<b>Localisation :</b> Tous locaux			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b>	Détection et alarme incendie	<b>Durée de vie résiduelle :</b>	10ans
<b>État de santé : Satisfaisant</b>		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Détection incendie fonctionnelle. Centralisateur dans la loge du gardien au R-2. RAS			
<b>Recommandations :</b> RAS			

<b>Famille :</b> E04.01- Hall		<b>N° Référence:</b> E04.01	
<b>Local ou repère :</b> Entrées du bâtiment		<b>Catégorie :</b> Corps d'état techniques ELEC	
<b>Localisation :</b> Entrées du bâtiment			
<b>Photo :</b>			
			
<b>Matériel concerné :</b> Portes motorisées		<b>Durée de vie résiduelle :</b> 10ans	
<b>État de santé :</b> Satisfaisant		<b>État réglementaire :</b> sans objet	<b>Réf. art :</b>
<b>Constats:</b> Toutes portes motorisées fonctionnelles. Pas de défaut à constater.			
<b>Recommandations :</b> RAS			

### **3. Contrôles réglementaires**

#### **Contrôles périodiques électriques**

Dernier rapport de vérification réglementaire, réalisé par l'APAVE en septembre 2009, transmis.

Il mentionne principalement des absences de mise à la terre de certains réseaux et des mauvaises connexions de conducteurs de protection.

#### **Diagnostic technique amiante**

DTA transmis, réalisé par l'APAVE en octobre 2003. Il a été repéré de l'amiante dans certaines gaines de ventilation, et certaines dalles de sol (type dalami).

Depuis la création du DTA, certaines dalles de sols ont été encapsulées suite à la réfection des sols.

#### **Etude mise en sécurité des ascenseurs**

Rapport de vérification des équipements mécaniques transmis, réalisé par l'APAVE en novembre 2009. Il convient de réaliser des travaux de rénovation sur les ascenseurs du site.

Ce rapport ne fait cependant pas explicitement état de la conformité ou non des installations aux dispositifs prévus par le décret n°2008-291 du 28 mars 2008 (loi SAE). Il convient d'effectuer le contrôle technique quinquennal des ascenseurs pour connaître la situation de ces ascenseurs. Pour rappel, la loi SAE de mise en conformité des ascenseurs prévoit 3 dates butoirs pour la réalisation des travaux de mise en conformité (31 décembre 2010, 3 juillet 2013, 3 juillet 2018).

#### **Sécurité incendie**

Pas de rapport de commission de sécurité transmis.

A priori, la détection et l'alarme incendie sont fonctionnelles, et le balisage lumineux également.

### **4. Analyse des non-conformités-Investigations complémentaires nécessaires**

Il n'apparaît pas d'investigations complémentaires nécessaires sur le site à l'issue de la visite.

# **Phase 3 : PROPOSITIONS D' ACTIONS**

## **A. Volet Energétique**

## 1. Gisements d'économie d'énergie

Dans cette partie sont envisagées diverses actions permettant d'économiser de l'énergie. Ces actions ne sont pas hiérarchisées et sont envisagées de façon isolée. La combinaison des actions pertinentes fait l'objet du chapitre « scénarii ».

Les prix indiqués ci-après sont basés sur les différentes affaires traitées par BTC au cours des dernières années. Ils comprennent la fourniture et la pose des matériaux, mais pas les coûts de maîtrise d'œuvre éventuels. Nous attirons l'attention sur le fait que ces prix « moyens » peuvent varier très fortement d'un bâtiment à un autre, en fonction de nombreux paramètres (architecture, travail en hauteur, conditions locales,...). Ils n'ont vocation qu'à donner une idée de l'enveloppe budgétaire nécessaire à la réalisation des travaux préconisés.

*Nb : Les gains engendrés par les actions préconisées sont indiqués en Energie Finale (EF) et Energie Primaire (EP). L'énergie finale est l'énergie directement consommée et facturée au consommateur. L'énergie primaire correspondant dépend d'un coefficient de conversion propre à chaque type d'énergie, permettant de comparer les différentes énergies.*

### 1.1. Actions sur le bâti

Parmi les actions à envisager sur le bâti, on pense en priorité au remplacement des menuiseries simple vitrage, qui sont en fin de vie, installées majoritairement sur le site. On prêtera une attention toute particulière à la pose des nouvelles menuiseries, afin d'assurer une bonne étanchéité des bâtis et un bon confort thermique.

Préconisations	Ratio €/m <sup>2</sup>	Coût k€ HT BASE 2010	Gains					
			MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an	%coût	Temps retour
Remplacement de l'intégralité des menuiseries simple vitrage aluminium du site par des menuiseries haute performance énergétique.	550	516,2	345,1	345,1	80,8	15,5	12,6%	21 ans

#### Remplacement des menuiseries :

On veillera à mettre en place une isolation complémentaire dont les caractéristiques thermiques sont conformes aux valeurs imposées par l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, ce qui correspond :

- Pour les ouvrants à menuiserie coulissante, à un coefficient  $U_{wmax}=2.6W/m^2.K$
- Pour les autres cas, à un coefficient  $U_{wmax}=2.3W/m^2.K$

Dans le cas où les menuiseries sont équipées de fermeture, la résistance thermique additionnelle apportée par cette fermeture doit être prise en compte dans le calcul du coefficient U (on parle alors de  $U_{jn}$ ). Dans tous les cas, la valeur du vitrage seul ne doit pas excéder  $U_g=2.0W/m^2.K$

Cependant, nous préconisons dans tous les cas d'aller plus loin que la réglementation existante, avec la mise en œuvre d'un ensemble menuisé (châssis + vitrage) répondant aux caractéristiques suivantes :

- **des châssis performants :**
  - Avec rupteur thermique
  - Etanche à l'air
    - joint assurant la parfaite étanchéité entre le dormant et l'ouvrant
    - silicone de qualité supérieure assurant l'étanchéité entre l'ouvrant et le vitrage
  - Performance globale :  $U_f$  mini  $1.9W/m^2.K$
- **des vitrages performants :**
  - Double vitrage 4/16/4 ou 4/18/4 avec remplissage argon ( $U_g$  1.1 ou 1.0  $W/m^2.K$ )
  - Des intercalaires ou espaceurs de vitrage en matière plastique de qualité supérieure ( $Psi$  maxi de  $0.04W/m.K$ )

### Phase 3 : Propositions d'actions

- Compte tenu de l'usage spécifique de ce bâtiment. (bâtiment d'enseignement) on demandera également :
  - Facteur de Transmission lumineuse (valeur « TL ») maximal (> à 75%)
  - Aucun critère de facteur solaire particulier (valeur « G » ou « FS »)
- une pose réalisée dans les règles de l'art :
  - Recouvrement des dormant maximum avec de l'isolant pour éviter les ponts thermiques de menuiserie.
  - Resserrage des châssis dans les parois à l'aide de mousse expansive faible expansion
  - Réalisation de l'étanchéité à l'air des châssis au niveau de leur intégration avec la paroi. L'étanchéité à l'air devra être assurée avec des produits d'étanchéité à l'air adaptés et réalisée de manière durable.

Ces fenêtres présenteront un coefficient de performance thermique globale  $U_w$  de  $1.4W/m^2.K$  hors pose.

Pour les façades où cela est possible, on essaiera de grouper ces remplacements de menuiseries avec une isolation par l'extérieur des façades, comme indiqué ci-après (les coûts et gains affichés dans le tableau ci-après tiennent compte de ces deux opérations groupées). Le regroupement de ces actions permettra d'obtenir de meilleurs résultats. Par ailleurs, Une action sur les façades pourra être l'occasion de mettre en place des protections solaires sur les façades Sud où les surchauffes peuvent être importantes à partir du printemps dans les locaux.

Préconisations	Ratio €/m <sup>2</sup>	Coût k€ HT BASE 2010	Gains					
			MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an	%coût	Temps retour
Réfection des façades Nord et Ouest du bâtiment R+6 : Mise en place d'une isolation par l'extérieur (épaisseur 10cm, $\lambda=0,035W/m^2.C$ maximum) et remplacement de toutes les menuiseries	-	158,9	122,0	122,0	28,6	5,5	4,5%	19 ans
Réfection de la façade Sud du bâtiment R+6 : Mise en place d'une isolation par l'extérieur (épaisseur 10cm, $\lambda=0,035W/m^2.C$ maximum) et remplacement de toutes les menuiseries	-	217,5	162,0	162,0	37,9	7,3	5,9%	20 ans
Réfection de la façade Est, notée E sur l'illustration ci-après, : Mise en place d'une isolation par l'extérieur (épaisseur 10cm, $\lambda=0,035W/m^2.C$ maximum) et remplacement de toutes les menuiseries	-	42,4	31,1	31,1	7,3	1,4	1,1%	20 ans
Réfection de la façade Sud, notée S sur l'illustration ci-après, : Mise en place d'une isolation par l'extérieur (épaisseur 10cm, $\lambda=0,035W/m^2.C$ maximum) et remplacement de toutes les menuiseries	-	51,0	38,0	38,0	8,9	1,7	1,4%	20 ans

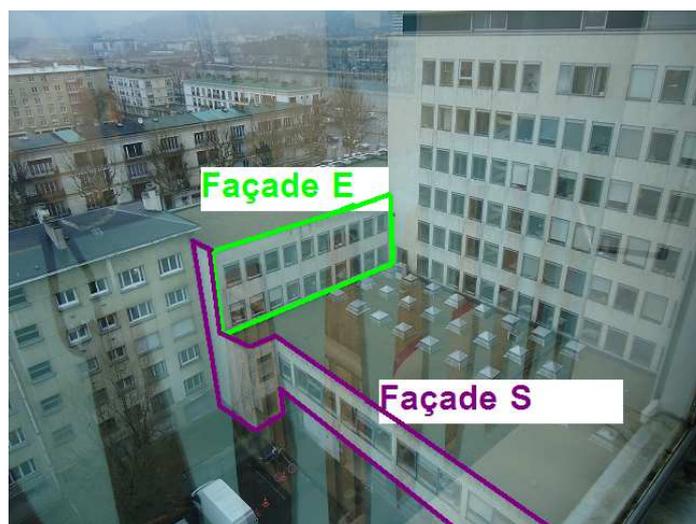


Figure 17 : Façades notées E et S à isoler

Pour les façades donnant sur la rue, la géométrie de la façade rend très difficile la mise en place d'une isolation extérieure. Dans ce cas, seules les menuiseries seront remplacées :

Préconisations	Ratio €/m <sup>2</sup>	Coût k€ HT BASE 2010	Gains					
			MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an	%coût	Temps retour
Remplacement des menuiseries simple vitrage du bâtiment en R+1 sur les façades Nord et Ouest donnant sur la rue. Mise en place de menuiseries à haute performance thermique.	550	134,2	91,5	91,3	22,5	4,4	3,6%	22 ans

### Mise en place d'isolation sur les parois extérieures :

On veillera à mettre en place une isolation complémentaire dont la résistance thermique est à minima égale à la valeur imposée par l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.

Pour les parois en contact avec l'extérieur, cette valeur est de  $R_{th} = 2.3m^2K/W$ , ce qui correspond :

- pour du polystyrène ( $\lambda=0.032W/m^2.K$ ) à une épaisseur de 8cm environ. On préconisera la plus forte épaisseur possible :  $R_{th10cm} = 3.13 m^2K/W$  ;  $R_{th12cm} = 3.75 m^2K/W$  ;  $R_{th15cm} = 4.69 m^2K/W$ .
- Pour de la laine de roche en panneau ( $\lambda=0.040W/m^2.K$ ) à une épaisseur de 10cm environ. On préconisera la plus forte épaisseur possible :  $R_{th12cm} = 3.00 m^2K/W$  ;  $R_{th15cm} = 3.75 m^2K/W$
- Pour de la mousse de polyuréthane en panneau ( $\lambda=0.025W/m^2.K$ ) à une épaisseur de 6cm environ. On préconisera la plus forte épaisseur possible :  $R_{th10cm} = 4.00 m^2K/W$  ;  $R_{th12cm} = 4.80 m^2K/W$  ;  $R_{th15cm} = 6.00 m^2K/W$

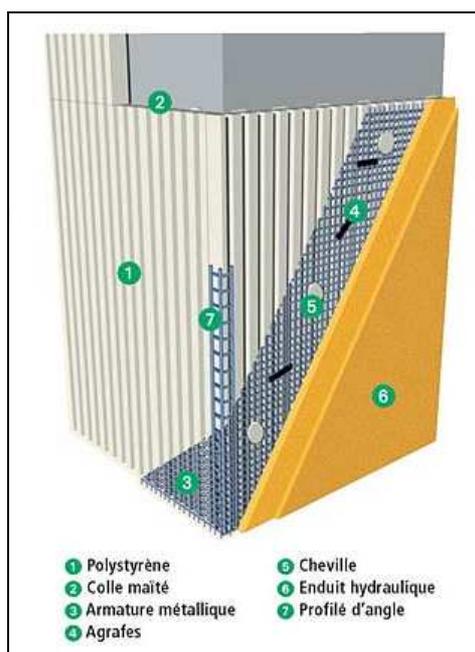


Figure 18 : Isolation d'un mur par l'extérieur, documentation Parexlanko

Enfin, la réfection des toitures-terrasses doit elle-aussi être envisagée afin de mettre en place une isolation réelle. Cette action permettra de diminuer significativement les déperditions de chauffage du site.

Préconisations	Ratio €/m <sup>2</sup>	Coût k€ HT BASE 2010	Gains					
			MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an	%coût	Temps retour
Mise en place d'une isolation complémentaire type mousse de polyuréthane 12cm, évacuation de l'ancien complexe et réfection de l'étanchéité des toitures-terrasses en RdC et en R+2 (réutilisation de la protection gravier existante)	90	164,6	192,1	192,1	44,9	8,6	7,0%	14 ans

**Mise en place d'isolation sur les planchers hauts :**

On veillera à mettre en place une isolation complémentaire dont la résistance thermique est à minima égale à la valeur imposée par l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.

Pour les toitures-terrasses, cette valeur est de  $R_{th} = 2.5 m^2K/W$ , ce qui correspond :

- pour du polystyrène ( $\lambda = 0.032 W/m^2.K$ ) à une épaisseur de 8cm. On préconisera la plus forte épaisseur possible :  $R_{th10cm} = 3.13 m^2K/W$  ;  $R_{th12cm} = 3.75 m^2K/W$  ;  $R_{th15cm} = 4.69 m^2K/W$ .
- Pour de la laine de roche en panneau ( $\lambda = 0.040 W/m^2.K$ ) à une épaisseur de 10cm. On préconisera la plus forte épaisseur possible :  $R_{th12cm} = 3.00 m^2K/W$  ;  $R_{th15cm} = 3.75 m^2K/W$
- Pour de la mousse de polyuréthane en panneau ( $\lambda = 0.025 W/m^2.K$ ) à une épaisseur de 7cm environ. On préconisera la plus forte épaisseur possible :  $R_{th8cm} = 3.20 m^2K/W$  ;  $R_{th10cm} = 4.00 m^2K/W$  ;  $R_{th15cm} = 6.00 m^2K/W$

**1.2. Actions sur les installations de chauffage et leur conduite**

Comme vu dans la première phase de l'audit, le matériel en sous-station est majoritairement ancien, en fin de vie, pas en adéquation avec les standards actuels.

On pourra au cours des années à venir remplacer d'une part les centrales de traitement d'air, qui arrivent en fin de vie. Leur remplacement permettra si possible d'envisager une récupération de l'énergie (centrale double flux avec récupération). Les éléments transmis pour la réalisation de l'audit ne permettent pas de déterminer si cette solution est possible.

Les calorifuges réseaux sont abîmés, certains organes en fin de vie, et les régulateurs anciens. On veillera à remplacer ce matériel au cours des années à venir.

Ces changements permettront d'améliorer l'isolation des réseaux et la consommation des auxiliaires de chauffage et de ventilation.

Préconisations	Ratio €/m <sup>2</sup>	Coût k€ HT BASE 2010	Gains					
			MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an	%coût	Temps retour
Remplacement des centrales de traitement d'air en fin de vie par des centrales neuves, avec si possible récupération d'énergie et consommations des auxiliaires faible (un schéma de principe des installations aérauliques est nécessaire pour effectuer des préconisations plus précises)	12000€ / CTA	60,0	115,5	197,4	19,2	6,0	4,9%	08 ans
Réfection des réseaux de chauffage en chaufferie : remplacement calorifuge existant par coquille styrofoam, remplacement circulateurs anciens et organes anciens (vannes principalement). Remplacement des régulateurs anciens et mise en place de compteurs sur chaque départ pour comptabilité énergétique	-	40,0	70,7	94,6	14,3	3,5	2,9%	09 ans
Mise en place de têtes thermostatiques sur l'ensemble des radiateurs dans les bureaux	35€ / radiateur	10,5	18,3	18,3	4,3	0,8	0,7%	10 ans



Figure 19 : Coquille Styrofoam isolante pour les réseaux de diamètre important

### Mise en place calorifuge sur réseau :

On veillera lors de la mise en place de calorifuge sur des réseaux de chauffage à respecter les préconisations suivantes concernant les épaisseurs et performances des matériaux retenus :

- **Calorifugeage des fluides chauds supérieurs au 20/27**

Toutes les tuyauteries en local technique, VS, gaines techniques, sous station, chaufferie, de diamètre supérieur seront calorifugées, afin de limiter les pertes calorifiques, à l'aide de coquilles de LAINE DE ROCHE avec revêtement PVC classé M1 (coefficient de conductivité thermique inférieur ou égal à 0.035 W/m°C)

- 30 mm : DN 26 < diamètre < DN50 (compris)
- 40 mm : DN 65 < diamètre < DN100 (compris)
- 50 mm : diamètres supérieurs

Le calorifuge sera constitué de coquilles de laine de verre à fibres concentriques

Coefficient de conductivité thermique  $\leq 0,035$  W/m°C pour ambiance à 20°C,

Températures limites d'utilisation : + 450°C,

Masse volumique : 80 kg/m<sup>3</sup>,

Comportement à l'eau : non-hydrophile.

- **Calorifugeage des fluides chauds inférieurs au 20/27 (compris)**

- 

Les canalisations de diamètres 15/21 et 20/27 seront calorifugées par de l'isolant flexible auto-adhésif à double encollage, épaisseur 19 mm classé M1

Coefficient de conductivité thermique  $\leq 0,04$  W/m°C pour ambiance à 20°C

Températures limites d'utilisation : -40 à + 105°C

Masse volumique : 80 kg/m<sup>3</sup>

Les calorifugeages comprendront tous les éléments accessoires nécessaires pour obtenir l'isolation exigée et une finition parfaite. Le calorifuge sera posé sur toute la longueur des tuyauteries sans interruption, les bords seront soigneusement joints et collés Les robinets et vannes devant être calorifugés comprendront une « allonge »

### 1.3. Actions sur la conduite des installations d'éclairage et d'informatique

Comme vu dans la première partie de l'audit, les besoins informatiques du site ont diminué fortement ces derniers mois, entraînant ainsi une diminution des besoins en rafraîchissement des locaux informatiques. Si cette baisse est difficile à évaluer avec précision, elle devrait avoir une incidence très importante sur les consommations globales du site, puisque les besoins informatiques et de rafraîchissement représentaient jusqu'à présent une part importante des besoins.

Enfin, nous préconisons également ici le remplacement des luminaires anciens, par des luminaires équipés de ballast électroniques, ainsi que de tubes T5 moins consommateurs d'énergie, et de gradateurs de flux automatique individuels.

Préconisations	Ratio €/m <sup>2</sup>	Coût k€ HT BASE 2010	Gains					
			MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an	%coût	Temps retour
Diminution de la charge du département informatique : Réduction des consommations d'informatique et de rafraîchissement	-	-	256,2	736,4	14,4	20,8	16,8%	-
Remplacement des luminaires anciens dans les bureaux non rénovés des R+1, R+2, R+3, R+5 et R+6. Mise en place de luminaires à ballast électroniques, tubes T5 et gradateurs de flux individuels.	300€ / luminaire	75,0	23,4	60,5	2,0	1,5	1,2%	28 ans
Remplacement des luminaires anciens dans le local courrier et la loge du gardien au R-2. Mise en place de luminaires à ballast électroniques, tubes T5 et gradateurs de flux individuels.	300€ / luminaire	3,0	2,2	5,6	0,2	0,1	0,1%	16 ans



Figure 20 : Luminaire à gradateur de flux individuel

## **2. Substitution d'énergie**

### **2.1. Solaire thermique**

Etant donné les faibles besoins du site en ECS, il n'est pas à envisager de recourir à l'énergie solaire pour la production d'ECS. Les gains engendrés seraient faibles pour un investissement conséquent.

De plus, compte-tenu du masque solaire créé par les bâtiments et/ou la végétation environnante, la mise en place de panneau solaire, que ce soit pour la production d'ECS ou d'électricité, n'est pas envisageable.

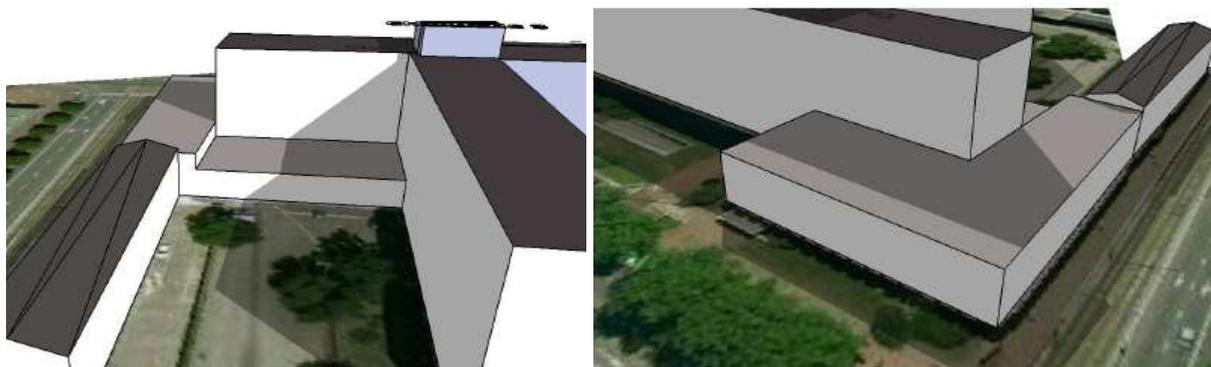


Figure 21: Ombre portées sur les façades Sud (à gauche) et Nord (à droite), septembre, 10h30

### **2.2. Solaire photovoltaïque**

**Important : à l'heure de la réglementation, il est impossible pour l'Etat de revendre de l'énergie électrique d'origine photovoltaïque à EDF. Les solutions envisagées ci-dessous à la demande du client présentent donc le gisement solaire potentiellement utile.**

Compte-tenu du masque solaire créé par les bâtiments et/ou la végétation environnante, la mise en place de panneau solaire, que ce soit pour la production d'ECS ou d'électricité, n'est pas envisageable.

En toiture du R+6, la présence des garde-corps diminue considérablement les possibilités de mise en place de panneaux solaires (ombres portées importantes), cette solution n'est pas retenue ici.

### **2.3 Biomasse, géothermie**

La production de chauffage est assurée la chaufferie de la cité administrative. Se reporter au rapport correspondant pour plus de précisions sur les actions envisagées sur la production.

## **B. Volet Gros entretien**

## **1. Descriptif des opérations de gros entretien à prévoir**

### Légende et explications :

Dans les tableaux ci-après, les propositions sont classées

a) par nature :

R: Renouvellement du matériel arrivé en fin de vie, ou hors d'usage.

RN: Remise à niveau, réfection lourde du matériel.

GE: Gros entretien. Opérations plus légères entrant dans le cadre de la maintenance « courante ».

b) par leur nécessité et le confort qu'elles apportent :

1: Actions indispensables pour la sécurité et/ou la mise en conformité des installations.

2: Actions nécessaires pour conserver un confort équivalent.

3: Actions améliorant le confort actuel pour les usagers.

Les coûts des opérations s'entendent pour une base 2010.

Les cases surlignées en bleu clair soulignent les opérations qui allient gros entretien et optimisation énergétique.

Phase 3 : Propositions d'actions

Inflation annuelle:		Investissement à prévoir en k€ HT (base 2010)																						
Equipement ou élément de construction (liste des items nécessitant intervention)	Nature	Unité	Quantité	Coût HT/u €	Coût k€ HT (base 2010)	Description opérations	Date installation/ âge probable	Durée de vie théorique (ans)	Durée de vie résiduelle (ans)	Fréquence GE (ans)	Classification des travaux			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
											1	2	3											
<b>Corps d'états architecturaux</b>																								
Façade + Menuiseries	R	-	-	-	158,9	Isolation des façades par l'extérieur et remplacement des menuiseries des façades Nord et Ouest du bâtiment en R+6. Pose d'un isolant type mousse de polyuréthane, fibre de verre, polystyrène ou laine de roche, épaisseur 10 cm minimum. Finition bardage ou enduit au choix. Se reporter au volet énergie pour plus de précisions					x	x							158,9					
Façade + Menuiseries	R	-	-	-	217,5	Isolation des façades par l'extérieur et remplacement des menuiseries de la façade Sud du bâtiment en R+6. Pose d'un isolant type mousse de polyuréthane, fibre de verre, polystyrène ou laine de roche, épaisseur 10 cm minimum. Finition bardage ou enduit au choix. Se reporter au volet énergie pour plus de précisions					x	x								217,5				
Façade + Menuiseries	R	-	-	-	93,4	Isolation des façades par l'extérieur et remplacement des menuiseries des autres façades. Pose d'un isolant type mousse de polyuréthane, fibre de verre, polystyrène ou laine de roche, épaisseur 10 cm minimum. Finition bardage ou enduit au choix. Se reporter au volet énergie pour plus de précisions					x	x									93,4			
Menuiseries extérieures	R	m²	244	550	134,2	Remplacement des menuiseries existantes simple vitrage en RdC et R+1 sur le bâtiment en R+1 par des menuiseries PVC (ou autre) double vitrage haute performance thermique. Pose sur nouveaux chassis. Se reporter au volet énergie pour plus de précisions					x	x			134,2									
<b>Couverture / Charpente / Terrasse</b>																								
Toiture terrasse: Réfection étanchéité	R	m²	1829	90	164,6	Réfection de l'étanchéité en toiture terrasse et mise en place d'une isolation complémentaire type mousse de polyuréthane. Dans le cas d'un accrotère trop faible, on envisagera une isolation de type "inversée" avec mise en place de l'isolant par-dessus l'étanchéité. Se reporter au volet énergie pour plus de précisions					x					164,6								
<b>Revêtements / Sols / Murs / Plafonds</b>																								
Réfection revêtement dalami R+6	R	m²	40	75	3	Ragréage et pose sol PVC haute résistance (U4P3) souple par-dessus les sols dalamis existants.					x			3,0										
Réfection revêtement dalami R+5	R	m²	67	75	5,0	Ragréage et pose sol PVC haute résistance (U4P3) souple par-dessus les sols dalamis existants.					x				5,0									
Réfection revêtement dalami R+1 - enclave et zone Sud	R	m²	640	75	48,0	Ragréage et pose sol PVC haute résistance (U4P3) souple par-dessus les sols dalamis existants.					x					48,0								
Réfection revêtement dalami R+2 - Enclave	R	m²	110	75	8,3	Ragréage et pose sol PVC haute résistance (U4P3) souple par-dessus les sols dalamis existants.					x						8,3							

Phase 3 : Propositions d'actions

Inflation annuelle:		Investissement à prévoir en k€ HT (base 2010)																						
Equipement ou élément de construction (liste des items nécessitant intervention)	Nature	Unité	Quantité	Coût HT/u €	Coût k€ HT (base 2010)	Description opérations	Date installation/ âge probable	Durée de vie théorique (ans)	Durée de vie résiduelle (ans)	Fréquence GE (ans)	Classification des travaux			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
											1	2	3											
<b>CVC - Plomberie</b>																								
Chauffage - distribution	R	Unité	300	35	10,5	Mise en place de têtes thermostatiques sur chaque radiateur						x	x		10,5									
Chauffage - distribution	RN	Ens	-	-	40	Réfection des réseaux de chauffage en sous-station : calorifuge, circulateurs anciens, régulateurs, vannes,... Se reporter au volet énergie pour plus de précisions						x						40,0						
Chauffage - CTA	R	Unité	5	12000	60	Remplacement des CTA en fin de vie par des CTA neuves et performantes. Etude de la possibilité de récupération d'énergie.						x					60,0							
<b>Courants forts/faibles / équipements</b>																								
Armoires électriques - TGBT	RN	Ens	1	?	?	Remise aux normes des armoires électriques et de la distribution selon les indications du rapport réglementaire						x												
Appareils d'éclairage	R	Ens	250	300	75	Remplacement des luminaires en fin de vie par des luminaires à tubes T5, ballast électroniques et gradateurs de flux automatiques intégrés. RdC - R+1 - R+2 - R+3 - R+5 - R+6						x	x					75,0						
Appareils d'éclairage	R	Ens	10	300	3	Remplacement des luminaires en fin de vie par des luminaires à tubes T5, ballast électroniques et gradateurs de flux automatiques intégrés, local courrier et loge gardien au R-2						x	x					3,0						
Eclairage de sécurité	RN	Unité	20	150	3	Remplacement des blocs d'éclairage de sécurité défectueux par des blocs à LED.						x					3,0							
Eclairage de sécurité	RN	Unité	20	150	3	Remplacement des blocs d'éclairage de sécurité défectueux par des blocs à LED.						x							3,0					
Eclairage de sécurité	RN	Unité	20	150	3	Remplacement des blocs d'éclairage de sécurité défectueux par des blocs à LED.						x									3,0			
Ascenseur	GE	Unité	1	?	?	Réalisation contrôle quinquennal pour mise en conformité à la loi SAE						x												
Ascenseur	RN	Unité	?	1	?	Mise en conformité des ascenseurs à la loi SAE - échéance 2010						x												
Ascenseur	RN	Unité	?	1	?	Mise en conformité des ascenseurs à la loi SAE - échéance 2013						x												
Ascenseur	RN	Unité	?	1	?	Mise en conformité des ascenseurs à la loi SAE - échéance 2018						x												

## 2. Proposition d'échéancier des travaux de gros entretien.

Inflation annuelle: <span style="background-color: #00FF00;">  </span>						Investissement à prévoir en k€ HT (base 2010)																		
Equipement ou élément de construction (liste des items nécessitant intervention)	Nature	Unité	Quantité	Coût HT/u €	Coût k€ HT (base 2010)	Description opérations	Date installation/ âge probable	Durée de vie théorique (ans)	Durée de vie résiduelle (ans)	Fréquence GE (ans)	Classification des travaux			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
											1	2	3											
Armoires électriques - TGBT	RN	Ens	1	?	?	Remise aux normes des armoires électriques et de la distribution selon les indications du rapport réglementaire					x			-										
Ascenseur	GE	Unité	1	?	?	Réalisation contrôle quinquennal pour mise en conformité à la loi SAE					x			-										
Ascenseur	RN	Unité	?	1	?	Mise en conformité des ascenseurs à la loi SAE - échéance 2010					x			-										
Réfection revêtement dalami R+6	R	m²	40	75	3	Ragréage et pose sol PVC haute résistance (U4P3) souple par-dessus les sols dalamis existants.					x			3,0										
Chauffage - distribution	R	Unité	300	35	10,5	Mise en place de têtes thermostatiques sur chaque radiateur					x	x		10,5										
Menuiseries extérieures	R	m²	244	550	134,2	Remplacement des menuiseries existantes simple vitrage en RdC et R+1 sur le bâtiment en R+1 par des menuiseries PVC (ou autre) double vitrage haute performance thermique. Pose sur nouveaux chassis. Se reporter au volet énergie pour plus de précisions					x	x			134,2									
Réfection revêtement dalami R+5	R	m²	67	75	5,0	Ragréage et pose sol PVC haute résistance (U4P3) souple par-dessus les sols dalamis existants.					x			5,0										
Ascenseur	RN	Unité	?	1	?	Mise en conformité des ascenseurs à la loi SAE - échéance 2013					x			-										
Toiture terrasse: Réfection étanchéité	R	m²	1829	90	164,6	Réfection de l'étanchéité en toiture terrasse et mise en place d'une isolation complémentaire type mousse de polyuréthane. Dans le cas d'un accroître trop faible, on envisagera une isolation de type "inversée" avec mise en place de l'isolant par-dessus l'étanchéité					x					164,6								
Réfection revêtement dalami R+1 - enclave et zone Sud	R	m²	640	75	48,0	Ragréage et pose sol PVC haute résistance (U4P3) souple par-dessus les sols dalamis existants.					x			48,0										
Chauffage - CTA	R	Unité	5	12000	60	Remplacement des CTA en fin de vie par des CTA neuves et performantes. Etude de la possibilité de récupération					x			60,0										
Eclairage de sécurité	RN	Unité	20	150	3	Remplacement des blocs d'éclairage de sécurité défectueux par des blocs à LED.					x			3,0										
Réfection revêtement dalami R+2 - Enclave	R	m²	110	75	8,3	Ragréage et pose sol PVC haute résistance (U4P3) souple par-dessus les sols dalamis existants.					x					8,3								
Chauffage - distribution	RN	Ens	-	-	40	Réfection des réseaux de chauffage en sous-station : calorifuge, circulateurs anciens, régulateurs, vannes... Se reporter au volet énergie pour plus de précisions					x			40,0										
Appareils d'éclairage	R	Ens	250	300	75	Remplacement des luminaires en fin de vie par des luminaires à tubes T5, ballast électroniques et gradateurs de flux automatiques intégrés, RdC - R+1 - R+2 - R+3 - R+5 - R+6					x	x		75,0										
Appareils d'éclairage	R	Ens	10	300	3	Remplacement des luminaires en fin de vie par des luminaires à tubes T5, ballast électroniques et gradateurs de flux automatiques intégrés, local courrier et loge gardien au R 2					x	x		3,0										

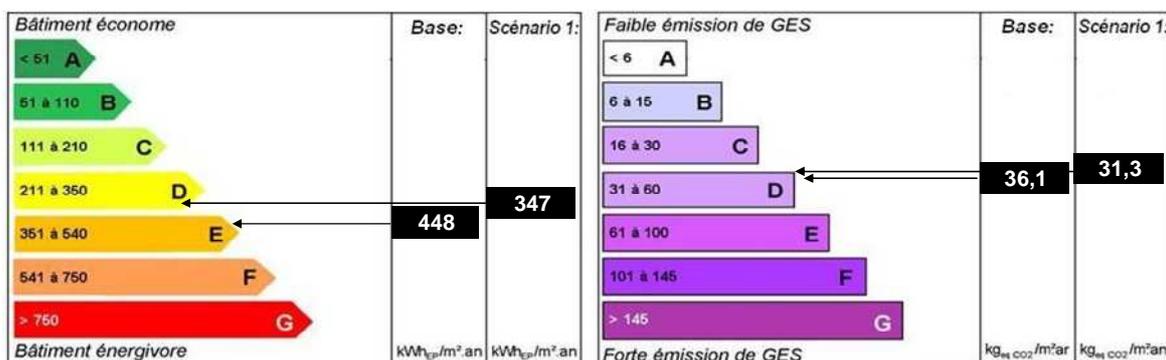


**C. Scénarii d'optimisation  
énergétique**

## 1. Scénario1 : Abaissement de la consommation 20%

Dans un premier temps, la seule baisse des usages informatiques devrait faire à elle-seule diminuer considérablement les consommations d'électricité. Nous préconisons en complément l'ajout de têtes thermostatiques sur tous les radiateurs, qui outre l'aspect énergétique, apporteront un confort supplémentaire aux occupants. Enfin, le remplacement des menuiseries des niveaux RdC et R+1 dans les bureaux autour de la zone d'accueil du public est lui aussi envisagé.

Préconisations	Coût k€ HT BASE 2010	Gains			
		MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an
Diminution de la charge du département informatique : Réduction des consommations d'informatique et de rafraichissement	-				
Mise en place de têtes thermostatiques sur l'ensemble des radiateurs dans les bureaux	10,5				
Remplacement des menuiseries simple vitrage du bâtiment en R+1 sur les façades Nord et Ouest donnant sur la rue. Mise en place de menuiseries à haute performance thermique.	134,2				
<b>Total</b>	<b>144,7</b>	<b>366</b>	<b>846</b>	<b>40,1</b>	<b>26,0</b>
<b>Gain Total %</b>		<b>18,4%</b>	<b>22,7%</b>	<b>13,3%</b>	<b>21,1%</b>

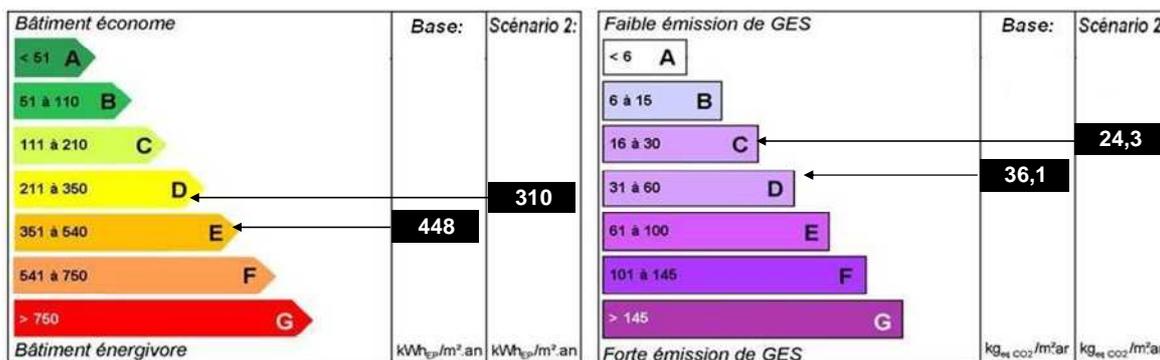


NB : Les étiquettes énergie et climat ci-dessus visent à donner une indication de la performance énergétique du bâtiment. Elles ne correspondent pas aux étiquettes établies dans le cadre réglementaire du Diagnostic de Performance Energétique, qui prend en compte la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) du bâtiment, et non la surface chauffée.

## 2. Scénario 2 : Abaissement de la consommation de 30%

Dans un second temps, nous préconisons le remplacement de plusieurs éléments arrivant en fin de vie : les centrales de traitement d'air, la distribution de chauffage en sous-station, les toitures-terrasses, et les luminaires anciens.

Préconisations	Coût k€ HT BASE 2010	Gains			
		MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an
Réalisation scénario 1	144,7				
Remplacement des centrales de traitement d'air en fin de vie par des centrales neuves, avec si possible récupération d'énergie et consommations des auxiliaires faible (un schéma de principe des installations aérauliques est nécessaire pour effectuer des préconisations plus précises)	60,0				
Réfection des réseaux de chauffage en chaufferie : remplacement calorifuge existant par coquille styrofoam, remplacement circulateurs anciens et organes anciens (vannes principalement). Remplacement des régulateurs anciens et mise en place de compteurs sur chaque départ pour comptabilité énergétique	40,0				
Mise en place d'une isolation complémentaire type mousse de polyuréthane 12cm, évacuation de l'ancien complexe et réfection de l'étanchéité des toitures-terrasses en RdC et en R+2 (réutilisation de la protection gravier existante)	164,6				
Remplacement des luminaires anciens dans les bureaux non rénovés des R+1, R+2, R+3 ,R+5 et R+6. Mise en place de luminaires à ballast électroniques, tubes T5 et gradateurs de flux individuels.	75,0				
Remplacement des luminaires anciens dans le local courrier et la loge du gardien au R-2. Mise en place de luminaires à ballast électroniques, tubes T5 et gradateurs de flux individuels.	3,0				
<b>Total</b>	<b>409,3</b>	<b>632</b>	<b>1153</b>	<b>98</b>	<b>38</b>
<b>Gain Total %</b>		<b>31,8%</b>	<b>30,9%</b>	<b>32,8%</b>	<b>31,1%</b>

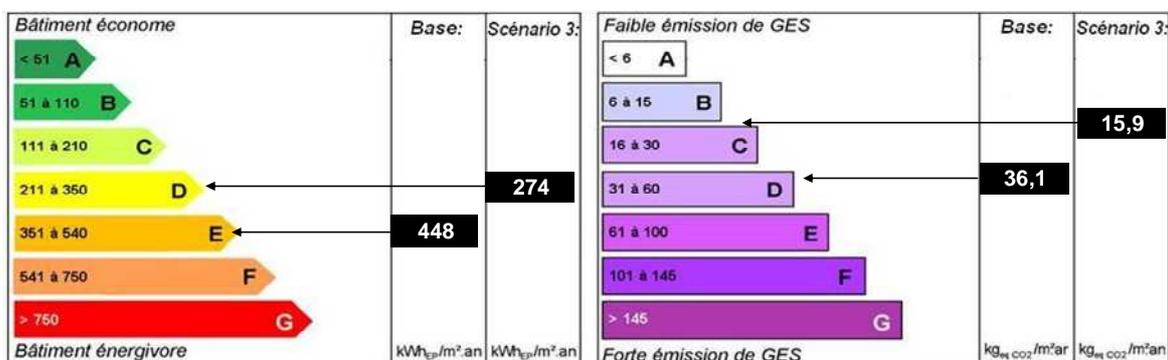


NB : Les étiquettes énergie et climat ci-dessus visent à donner une indication de la performance énergétique du bâtiment. Elles ne correspondent pas aux étiquettes établies dans le cadre réglementaire du Diagnostic de Performance Energétique, qui prend en compte la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) du bâtiment, et non la surface chauffée.

### 3. Scénario 3 : Abaissement de la consommation de plus de 40%

Enfin, nous préconisons de rénover l'ensemble des façades du site, avec mise en place d'une isolation par l'extérieur et remplacement des menuiseries.

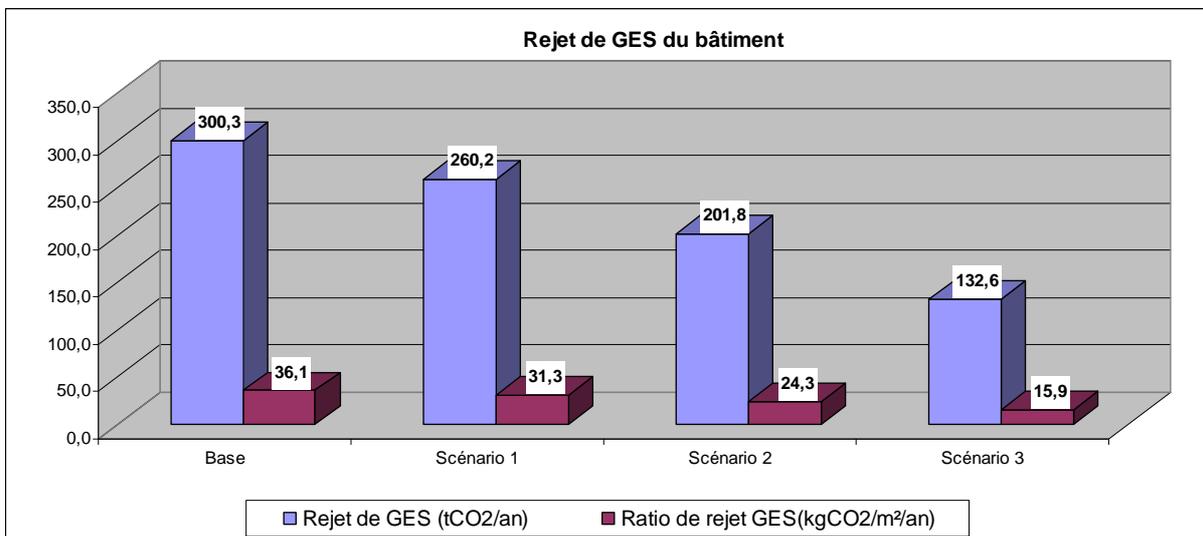
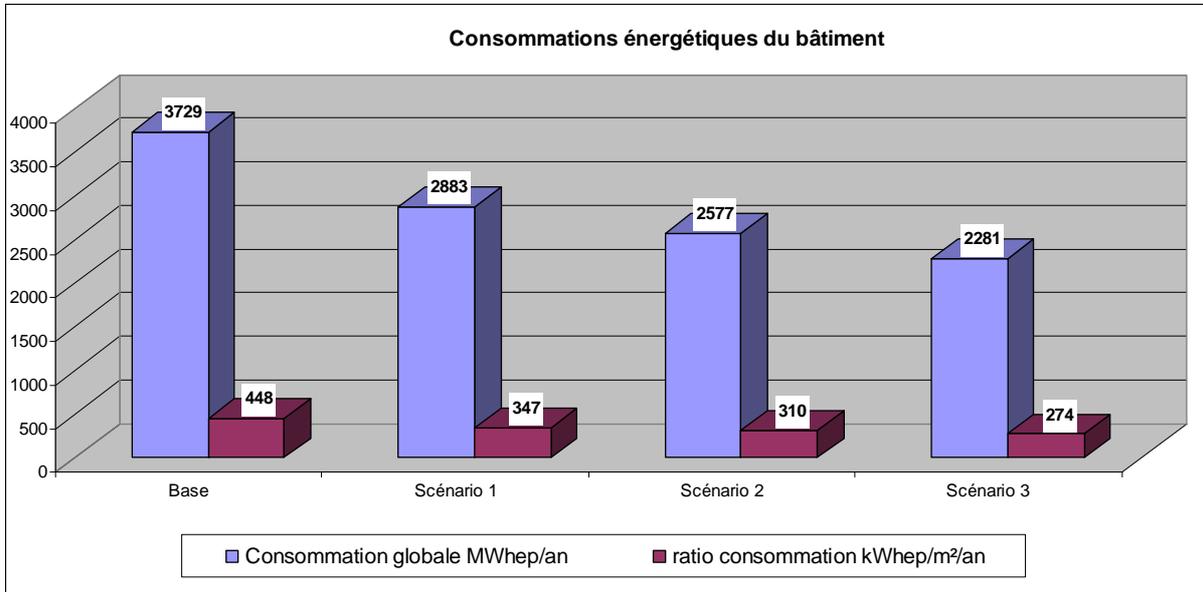
Préconisations	Coût k€ HT BASE 2010	Gains			
		MWh EF/an	MWh EP/an	t CO2/an	k€ HT/an
Réalisation scénario 2	409,3				
Réfection des façades Nord et Ouest du bâtiment R+6 : Mise en place d'une isolation par l'extérieur (épaisseur 10cm, $\lambda=0,035\text{W/m}^2\cdot\text{C}$ maximum) et remplacement de toutes les menuiseries	158,9				
Réfection de la façade Sud du bâtiment R+6 : Mise en place d'une isolation par l'extérieur (épaisseur 10cm, $\lambda=0,035\text{W/m}^2\cdot\text{C}$ maximum) et remplacement de toutes les menuiseries	217,5				
Réfection de la façade Est, notée E (se reporter au volet préconisations pour localiser la façade) : Mise en place d'une isolation par l'extérieur (épaisseur 10cm, $\lambda=0,035\text{W/m}^2\cdot\text{C}$ maximum) et remplacement de toutes les menuiseries	42,4				
Réfection de la façade Sud, notée S (se reporter au volet préconisations pour localiser la façade) : Mise en place d'une isolation par l'extérieur (épaisseur 10cm, $\lambda=0,035\text{W/m}^2\cdot\text{C}$ maximum) et remplacement de toutes les menuiseries	51,0				
<b>Total</b>	<b>879,1</b>	<b>928</b>	<b>1448</b>	<b>168</b>	<b>52</b>
<b>Gain Total %</b>		<b>46,6%</b>	<b>38,8%</b>	<b>55,8%</b>	<b>41,9%</b>



NB : Les étiquettes énergie et climat ci-dessus visent à donner une indication de la performance énergétique du bâtiment. Elles ne correspondent pas aux étiquettes établies dans le cadre réglementaire du Diagnostic de Performance Energétique, qui prend en compte la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) du bâtiment, et non la surface chauffée.

## 4. Récapitulatif des scénarii

	Coût travaux k€HT	Consommations						
		MWh <sub>EP</sub> /an	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> an	classe	t <sub>CO2</sub> /an	kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup> an	classe	k€ HT/an
Base		3729	448	E	300,3	36,1	D	123,4
Scénario 1	145	2883	347	D	260,2	31,3	D	97,4
Scénario 2	409	2577	310	D	201,8	24,3	C	84,9
Scénario 3	879	2281	274	D	132,6	15,9	C	71,6



## **5. Estimation des gains financiers**

Pour l'estimation des gains en terme économique des différents scénarii, 3 hypothèses ont été retenues pour le tarif énergétique à considérer :

Hypothèse 1 (basse) : Augmentation du prix de l'énergie de 1% par an

Hypothèse 2 (médiane) : Augmentation du prix de l'énergie de 3% par an

Hypothèse 3 (haute) : Augmentation du prix de l'énergie de 5% par an

En partant d'un coût moyen annuel du kWh et des gains énergétiques obtenus grâce aux différents scénarii, il a été possible de scénariser les gains potentiels en terme économique.

**NB : L'évolution des prix de l'énergie est impossible à prévoir. Aussi les chiffres annoncés ci-dessous ne peuvent ni ne doivent être considérés avérés. Ils ont vocation à donner des indications sur les gains économiques potentiels des actions préconisées.**

Néanmoins, il paraît hautement improbable que les tarifs baissent ou stagnent. Les hypothèses basses et médianes nous apparaissent « plausibles »

L'objectif annoncé de réduire de 40% les consommations d'énergie primaire, et de 50% les émissions de GES d'ici à 2020 correspond au scénario 3 (cf paragraphe précédent), nous avons donc opté pour un plan de travaux à échéance 2020 respectant cet objectif.

Les tableaux et graphiques ci-dessous intègrent les travaux aux dates suivantes :

2013 : Réalisation des travaux correspondant au scénario 1

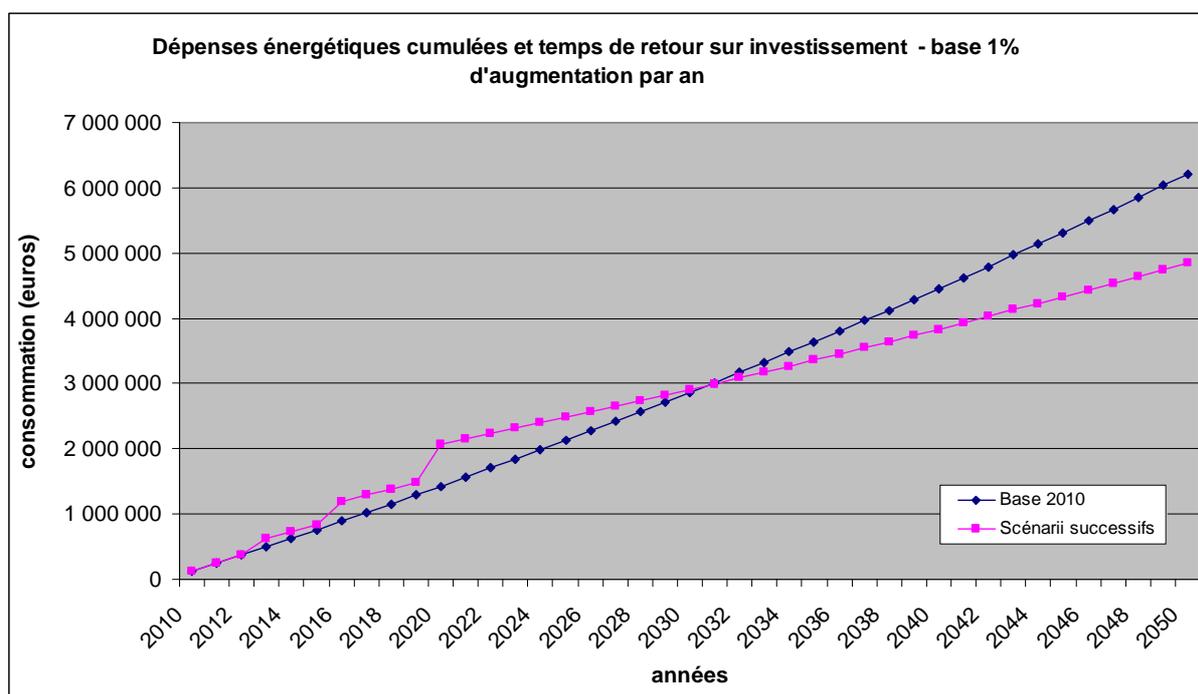
2016 : Réalisation des travaux correspondant au scénario 2

2020 : Réalisation des travaux correspondant au scénario 3

Les coûts des travaux annoncés intègrent une hausse du coût identique à celle de l'énergie

- Hypothèse basse : Augmentation du coût de l'énergie de 1% par an.

Augmentation 1% par an				
Année	Base(€)	Scénarii successifs (€)	Gains (€)	
2010	123 371	123 371	0	
2011	124 605	124 605	0	
2012	125 851	125 851	0	
2013	127 109	100 302	26 807	Scénario 1
2016	130 961	90 172	40 789	Scénario 2
2020	136 278	79 134	57 145	Scénario 3
2030	150 536	87 413	63 124	
2040	166 286	96 558	69 728	
2050	183 683	106 660	77 023	

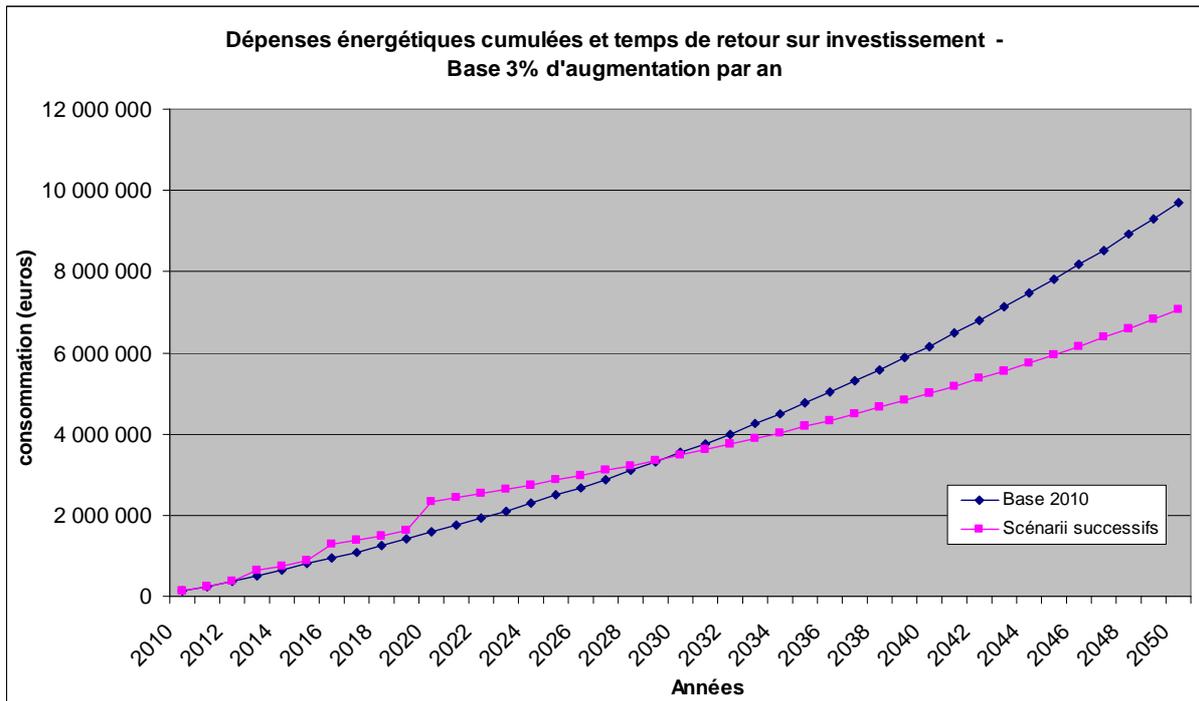


Explication du graphique ci-dessus :

La courbe bleue représente les dépenses cumulées au cours des ans si le bâtiment n'est pas sujet à des rénovations énergétiques. La courbe rose représente ces mêmes dépenses dans le cas de la réalisation des scénarii proposés plus avant. Les sauts en 2013, 2016 et 2020 représentent les coûts de réalisation des scénarii 1, 2, et 3. Enfin, le temps de retour sur investissement est atteint lorsque la courbe rose passe sous la bleue. En fonction de l'évolution des coûts énergétiques, ce temps de retour sur investissement peut varier de plusieurs années (voir pages suivantes).

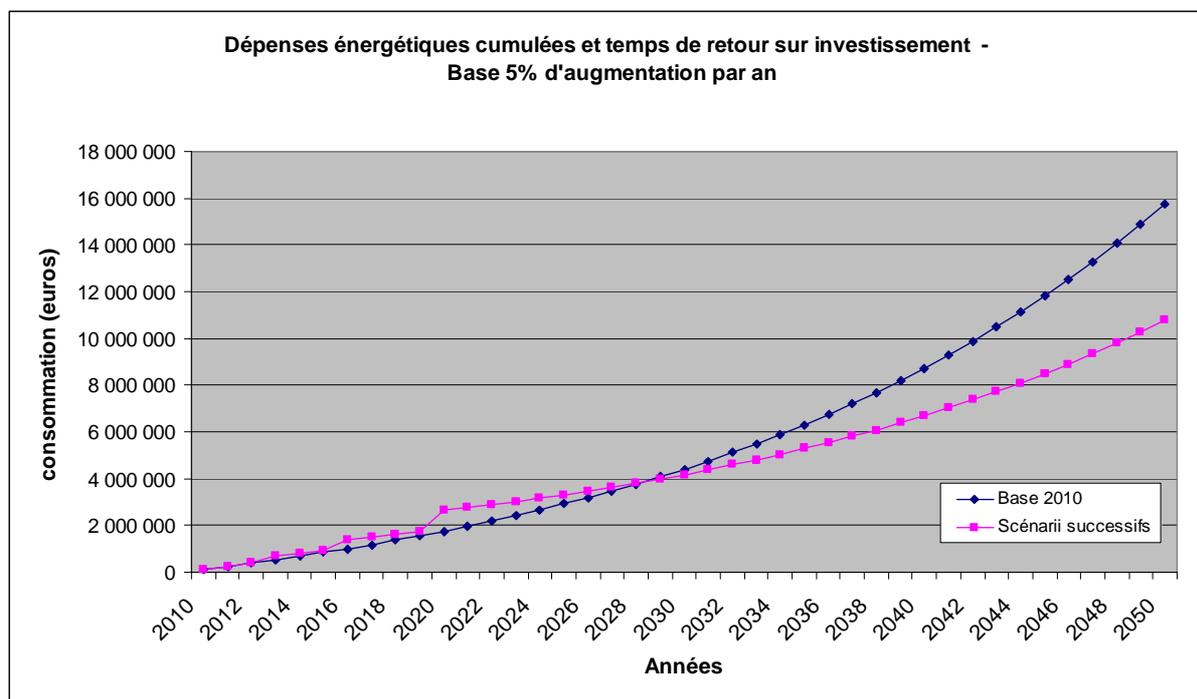
• Hypothèses médiane : Augmentation du coût de l'énergie de 3% par an

Augmentation 3% par an				
Année	Base(€)	Scénarii successifs (€)	Gains (€)	
2010	123 371	123 371	0	
2011	127 072	127 072	0	
2012	130 884	130 884	0	
2013	134 811	106 379	28 432	Scénario 1
2016	147 312	101 430	45 881	Scénario 2
2020	165 800	96 276	69 524	Scénario 3
2030	222 822	129 387	93 435	
2040	299 454	173 886	125 568	
2050	402 441	233 688	168 754	



- **Hypothèse haute : Augmentation du coût de l'énergie de 5% par an.**

Augmentation 5% par an				
Année	Base(€)	Scénarii successifs (€)	Gains (€)	
2010	123 371	123 371	0	
2011	129 540	129 540	0	
2012	136 017	136 017	0	
2013	142 817	112 697	30 120	Scénario 1
2016	165 329	113 836	51 493	Scénario 2
2020	200 959	116 692	84 267	Scénario 3
2030	327 340	190 078	137 262	
2040	533 203	309 618	223 585	
2050	868 531	504 335	364 197	



Les économies d'énergie potentielles sont dans le cas présent relativement importantes, ce qui se traduit, quelque soit l'hypothèse d'évolution du coût de l'énergie retenue, par un temps de retour sur investissement relativement court.

Les investissements consentis pour la rénovation apparaissent ainsi d'autant plus judicieux qu'ils sont rentables à moyen terme.

## ANNEXE : Méthode de calcul des consommations

Afin de déterminer avec une marge d'erreur restreinte les gains énergétiques possibles pour un bâtiment donné, BTC a établi un modèle type de consommation théorique, selon la méthode préconisée par l'ADEME et le COSTIC dans le « GUIDE D'AUDIT ENERGETIQUE 1999 », dont le calcul est explicité ci-dessous. Toutes les formules et tous les coefficients utilisés ci-dessous sont, sauf indications contraires, issus de ce guide.

La consommation théorique obtenue est à confronter à la consommation réelle observée. Les écarts entre réalité et théorie seront s'ils sont importants analysés et expliqués par BTC.

Cette méthode se divise en trois parties : Evaluation des besoins en chauffage, des besoins électriques divers (Eclairage, informatique, ascenseurs,...), et évaluation des besoins en eau chaude sanitaire

### 1. Chauffage du bâtiment

Caractéristiques thermiques des parois :

		épaisseur ml	Lambda	Résistance m <sup>2</sup> .C°/W	U W/m <sup>2</sup> .°C	Garde fou RT2005 W/m <sup>2</sup> .°C
<b>Mur Extérieur type 1</b>	Pierre de parement	0,020	2,00	0,01		
catégorie RT2005 :	Plaque de fibre	0,020	0,10	0,20		
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	Structure porteuse	0,260	2,00	0,13		
	Platre	0,013	0,35	0,04		
Sur extérieur	Resistance superficielle			0,17		
	Autre	-	-			
	U			0,55	1,83	0,45
					MAUVAIS	
<b>Mur Extérieur type 2</b>	Pierre de parement	0,020	2,00	0,01		
catégorie RT2005 :	Plaque de fibre	0,020	0,10	0,20		
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	Structure porteuse	0,260	2,00	0,13		
	Platre	0,013	0,35	0,04		
Sur sol	Resistance superficielle			0,17		
	Autre	-	-			
	U			0,55	1,32	0,45
					MAUVAIS	
<b>Mur Extérieur type 3</b>	Planche structurante	0,020	0,13	0,15		
catégorie RT2005 :	Plaque aluminium	0,005		-		
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	Plaque acier galvanisé	0,005		-		
	Resistance superficielle			0,17		
Sur extérieur	Autre	-	-			
	U			0,32	3,09	0,45
					MAUVAIS	
		Hauteur ml	Largeur ml	U W/m <sup>2</sup> .°C		Garde fou RT2005 W/m <sup>2</sup> .°C
<b>Menuiserie type 1</b>	Simple vitrage aluminium	-	-		5,60	2,60
					MAUVAIS	
<b>Menuiserie type 2</b>	Double fenêtre DV+ SV	-	-		2,80	2,60
					MOYEN	
<b>Porte type 1</b>	SAS vitré				3,50	2,60
					MAUVAIS	
		épaisseur ml	Lambda	Résistance m <sup>2</sup> .C°/W	U W/m <sup>2</sup> .°C	Garde fou RT2005 W/m <sup>2</sup> .°C
<b>PLCH type 1</b>	Béton	0,200	2,00	0,10		
catégorie RT2005 :	Isolant + étanchéité + gravier	0,030	0,08	0,38		
Planchers hauts en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles	Resistance superficielle			0,14		
				0,62	1,63	0,34
					MAUVAIS	
<b>PLCH type 2</b>	Béton	0,200	2,00	0,10		
catégorie RT2005 :	Isolant	0,050	0,04	1,25		
Autres planchers hauts	Resistance superficielle			0,14		
				1,49	0,67	0,28
					MAUVAIS	
<b>Menuiserie toiture type 1</b>	skydome plexiglass	-	-		5,50	non assujetti
					MAUVAIS	

Annexe : Méthode de calcul des consommations théoriques

		épaisseur ml	Lambda	Résistance m².C°/W	U W/m².C°	Garde fou RT2005 W/m².C°
<b>PLCB type 1</b>	Béton	0,200	2,00	0,10		
catégorie RT2005 :	Isolant		0,04	-		
Planchers bas donnant sur terre plein	Resistance superficielle			0,17		
				<b>0,27</b>	<b>1,22</b>	<b>0,40</b>
					<b>MAUVAIS</b>	
<b>PLCB type 2</b>	Béton	0,200	2,00	0,10		
catégorie RT2005 :	Isolant		0,04	-		
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un local non chauffé	Resistance superficielle			0,17		
				<b>0,27</b>	<b>0,69</b>	<b>0,40</b>
					<b>MAUVAIS</b>	

**Besoins nets en chauffage = Besoins bruts + Besoins ventilation - apports gratuits.**

④

①

②

③

**1. Besoins bruts :**

**Besoins bruts en chauffage = (a) x (b)**

Avec : (a) = coefficient déperditif du bâtiment (enveloppe + infiltration)

(b) = Coefficient climatique

**(a) : Calcul du coefficient déperditif du bâtiment :**

(a') : Calcul du coefficient déperditif de l'enveloppe du bâtiment :

Surfaces de paroi		Sunitaire m²	Nb -	Surface totale m²	U W/m².C°	Coeff. déperditif W/C°
<b>Façade NORD</b>	Mur Extérieur type 1			604,00	1,83	1103,9
	Mur Extérieur type 2			90,00	1,32	118,4
	Mur Extérieur type 3			62,30	3,09	192,4
	Menuiserie type 1			306,50	5,60	1716,4
	Menuiserie type 2			28,80	2,80	80,6
	Porte type 1			5,00	3,50	17,5
<b>Façade SUD</b>	Mur Extérieur type 1			577,00	1,83	1054,6
	Mur Extérieur type 3			60,00	3,09	185,3
	Menuiserie type 1			366,00	5,60	2049,6
	Porte type 1			4,00	3,50	14,0
<b>Façade EST</b>	Mur Extérieur type 1			224,10	1,83	409,6
	Mur Extérieur type 2			44,00	1,32	57,9
	Menuiserie type 1			111,00	5,60	621,6
	Menuiserie type 2			14,40	2,80	40,3
<b>Façade OUEST</b>	Mur Extérieur type 1			622,00	1,83	1136,8
	Mur Extérieur type 2			127,00	1,32	167,1
	Menuiserie type 1			155,00	5,60	868,0
	Menuiserie type 2			38,40	2,80	107,5
<b>Plancher haut</b>	PLCH type 1			1 829,00	1,63	2974,0
	PLCH type 2			300,00	0,67	201,3
<b>Plancher bas</b>	PLCB type 1			1 829,00	1,22	2235,4
	PLCB type 2			300,00	0,69	205,8

NB : Pour les planchers bas donnant sur vide sanitaire ou sur le sol, la valeur annoncée pour le coefficient U est égale à 1/R au facteur d'amortissement près. Ce facteur d'amortissement prend en compte la différence de température entre l'air extérieur et le sol ou un vide sanitaire

(a)'' : Calcul du coefficient déperditif des infiltrations:

(a)'' = 0.34 x débit infiltrations

Avec :

Débit infiltrations = coeff pression x coeff perméabilité

**b) : Calcul du coefficient climatique :**

Coeff climatique = DJU x 24

*Les DJU (degrés-jours unifiés) caractérisent les conditions climatiques d'un lieu sur une période donnée. Ils sont en général utilisés pour calculer les besoins sur la période de chauffe.*

## 2. Besoins de ventilation :

*Besoins ventilation = Coeff climatique x coeff déperditif ventilation  
Avec coeff déperditif ventilation = 0.34 x Débit ventilation*

Besoins de ventilation	
Nombre de personnes:	300 occupants
Volume chauffé	30 000,00 m <sup>3</sup>
Taux de renouvellement d'air	0,1 volume/heure
Renouvellement d'air total:	3000 m <sup>3</sup> /h
Temps de fonctionnement :	100% % du temps de la saison de chauffe
Débit de ventilation :	3000
Besoins dus à la ventilation :	
0,34*volume d'air	<b>1 020</b>

## 3. Apports gratuits :

Ville la plus proche : **Rouen Boos**  
Latitude : 49°

Apports solaires en kWh/m <sup>2</sup> .mois pour une surface horizontale	
Janvier	22,5
Février	39,5
Mars	80,9
Avril	117,1
Mai	155,4
Juin	162,3
Juillet	157,9
Août	132
Septembre	95,6
Octobre	57
Novembre	27,1
Décembre	18

Facteur correctif pour une surface verticale (90°) : Ra :		
Ra	Apports solaires en kWh/m <sup>2</sup> .mois pour une surface verticale	
Janvier	2,2	49,50
Février	1,7	67,15
Mars	1,12	90,61
Avril	0,694	81,27
Mai	0,465	72,26
Juin	0,386	62,65
Juillet	0,413	65,21
Août	0,562	74,18
Septembre	0,897	85,75
Octobre	1,41	80,37
Novembre	1,98	53,66
Décembre	2,36	42,48

Facteur correctif du site : Csite :  
Altitude et Site : **Altitude inférieure à 300m Sites industriels**

Facteur solaire des vitrages :  
Type de vitrage majoritairement présent : **double vitrage 4/6/4**  
Facteur solaire : 0,75

Csite	
Eté	-10,00%
Hiver	-10,00%
Printemps/Automne	-10,00%

Apports solaires en kWh/m <sup>2</sup> .mois pour une surface verticale	
Janvier	33,41
Février	45,33
Mars	61,16
Avril	54,86
Mai	48,78
Juin	42,29
Juillet	44,02
Août	50,07
Septembre	57,88
Octobre	54,25
Novembre	36,22
Décembre	28,67

Apports solaires en kWh/m <sup>2</sup> .mois pour une surface verticale	
Janvier	44,55
Février	60,44
Mars	81,55
Avril	73,14
Mai	65,03
Juin	56,38
Juillet	58,69
Août	66,77
Septembre	77,18
Octobre	72,33
Novembre	48,29
Décembre	38,23

Coefficient de correction par rapport à l'orientation Sud :	SUD	EST	OUEST	NORD
Janvier	1,00	0,35	0,35	0,16
Février	1,00	0,40	0,40	0,23
Mars	1,00	0,57	0,57	0,31
Avril	1,00	0,86	0,86	0,41
Mai	1,00	1,29	1,29	0,54
Juin	1,00	1,42	1,42	0,61
Juillet	1,00	1,28	1,28	0,54
Août	1,00	0,84	0,84	0,40
Septembre	1,00	0,64	0,64	0,31
Octobre	1,00	0,39	0,39	0,23
Novembre	1,00	0,33	0,33	0,16
Décembre	1,00	0,28	0,28	0,14

## Annexe : Méthode de calcul des consommations théoriques

Total Apports solaires en kWh/m <sup>2</sup> .mois :	SUD	EST	OUEST	NORD
Janvier	33	12	12	5
Février	45	18	18	10
Mars	61	35	35	19
Avril	55	47	47	22
Mai	49	63	63	26
Juin	42	60	60	26
Juillet	44	56	56	24
Août	50	42	42	20
Septembre	58	37	37	18
Octobre	54	21	21	12
Novembre	36	12	12	6
Décembre	29	8	8	4

Surface (m <sup>2</sup> ) :	370	125	193	340
Pourcentage réel surface vitrée		93,00%		

Total Apports Solaires en kWh/mois	SUD	EST	OUEST	NORD
Surface (m <sup>2</sup> ) :	370	125	193	340
Janvier	11497	1364	2103	1692
Février	15597	2114	3261	3299
Mars	21045	4066	6270	6000
Avril	18876	5502	8485	7118
Mai	16784	7338	11317	8336
Juin	14551	7003	10800	8164
Juillet	15147	6571	10134	7523
Août	17231	4905	7565	6339
Septembre	19918	4320	6663	5679
Octobre	18667	2467	3805	3949
Novembre	12463	1394	2150	1834
Décembre	9867	936	1444	1270

Apports Internes	Quantité	Kwh unitaire/jour	Apports (kWh)
- Occupants	270	0,6	162
- Domestiques Novembre / Décembre / Janvier / Fevri	Coefficient de valorisation	529,9	530
- Domestiques Septembre / Octobre / Mars / Avril		519,7	520
- Domestiques Mai / Juin / Juillet / Aout	1	510,8	511

Pour les apports gratuits totaux par mois, on considère :

20 jours de présence pour les occupants

### 4. Besoins nets en chauffage :

**Rappel : Besoins nets en chauffage = Besoins bruts + Besoins ventilation-apports gratuits.**

Station météo la plus proche :

Station météo la plus proche: Rouen Boos

	DJU	Besoins bruts	Besoins ventilation	Apports gratuits	Besoins nets
Janvier	452	165 424	10 037	35 792	139 669
Février	396	144 929	9 694	43 407	111 216
Mars	353	129 192	8 641	56 214	81 619
Avril	288	105 403	7 050	58 813	53 640
Mai	188	68 805	4 602	62 340	11 067
Juin	115	42 088	2 815	59 083	-
Juillet	-	-	-	57 940	-
Août	-	-	-	54 605	-
Septembre	120	43 918	2 938	55 412	-
Octobre	224	81 980	5 484	47 721	39 742
Novembre	346	126 630	8 470	36 977	98 123
Décembre	424	155 176	10 380	32 654	132 902

600 958

667 980 kWh

## 2. Usages de l'électricité

Mois		Novembre / Décembre / Janvier / Février					Septembre / Octobre / Mars / Avril					Mai / Juin / Juillet / Aout					Consommation annuelle (Kwh EF)
Jour calendaire		120					125					120					
Jour ouvrable		85					85					85					
Heures de présence		10					10					10					
Nbe d'heures lumière jour		9.1 / 8.3 / 8.6 / 10					12.4 / 10.7 / 11.7 / 13.4					14.9 / 15.8 / 15.5 / 14.1					
<b>1</b>	<b>Eclairage R-1-R-2</b>																
	Impact facade	archives	amphi	courrier	Logement	R-1	archives	amphi	courrier	Logement	R-1	archives	amphi	courrier	Logement	R-1	
	Besoin de lumière non naturelle	30%	10%	90%	50%	70%	30%	10%	90%	50%	70%	30%	10%	90%	50%	70%	
	Allumage	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	
	Nbre d'heure de fct	229,5	76,5	688,5	425	535,5	229,5	76,5	688,5	425	535,5	229,5	76,5	688,5	425	535,5	
	Puissance Eclairage (W/m²)	10	15	14	10	14	10	15	14	10	14	10	15	14	10	14	
	Surface (m²)	750	200	150	90	2200	750	200	150	90	2200	750	200	150	90	2200	
	Consomation [kWh]	1 721	230	1 446	383	16 493	1 721	230	1 446	383	#####	1 721	230	1 446	383	#####	
	<b>Sous Total poste 1.1</b>	<b>20 273</b>					<b>20 273</b>					<b>20 273</b>					
	<b>Eclairage locaux Rdc-R+1</b>																
	Impact facade	Hall accueil	circulations	bureaux	réunion	sanitaires	Hall accueil	circulations	bureaux	réunion	sanitaires	Hall accueil	circulations	bureaux	réunion	sanitaires	
	Besoin de lumière non naturelle	100%	80%	70%	20%	50%	100%	80%	70%	20%	50%	100%	80%	70%	20%	50%	
	Allumage	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	
	Nbre d'heure de fct	765	612	535,5	170	382,5	765	382,5	382,5	170	382,5	765	229,5	306	170	382,5	
	Puissance Eclairage (W/m²)	3386	10	12	15	40	3386	10	12	15	40	3386	10	12	15	40	
	Surface (m²)	1	600	1800	100	10	1	600	1800	100	10	1	600	1800	100	10	
	Consomation [kWh]	2 590	3 672	11 567	255	153	2 590	2 295	8 262	255	153	2 590	1 377	6 610	255	153	
	<b>Sous Total poste 1.2</b>	<b>18 237</b>					<b>13 555</b>					<b>10 985</b>					
	<b>Eclairage autres bureaux</b>																
	Impact facade	tous locaux					Sud					Sud					
	Besoin de lumière non naturelle	70%					50%					40%					
	Allumage	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9	
	Nbre d'heure de fct	535,5	0	0	0	0	382,5	0	0	0	0	306	0	0	0	0	
	Puissance Eclairage (W/m²)	15					15					15					
	Surface (m²)	2042	0	0	0	0	2042	0	0	0	0	2042	0	0	0	0	
	Consomation [kWh]	16 402	-	-	-	-	11 716	-	-	-	-	9 373	-	-	-	-	
	<b>Sous Total poste 1.3</b>	<b>16 402</b>					<b>11 716</b>					<b>9 373</b>					
	<b>Sous Total poste 1</b>	<b>54 912</b>					<b>45 544</b>					<b>40 630</b>					<b>141 086</b>
<b>2</b>	<b>Informatique</b>	Nbe	Puissance	tps fonct.	tps Veille	Conso [kWh]	Puissance	tps fonct.	tps Veille	Conso [kWh]	Puissance	tps fonct.	tps Veille	Conso [kWh]			
	Poste	250	110	680	170	19188	110	680	240	19360	110	544	240	15620			
	Imprimantes/scanner	20	100	680	170	1394	100	680	240	1408	100	544	240	1136			
	Photocopieur	15	700	170	1071	2347	700	170	1071	2347	700	170	1071	2347			
	Matériel Actif	200	50	2880		28800	50	3000		30000	50	2880		28800			
	Serveur	15	500	2880		21600	500	3000		22500	500	2880		21600			
	coeff de valorisation:	0.6															
	<b>Sous Total poste 2</b>	<b>73 309</b>					<b>75 615</b>					<b>69 503</b>					<b>218 427</b>

13%

20%

## Annexe : Méthode de calcul des consommations théoriques

<b>Mois</b>	Novembre / Décembre / Janvier / Février	Septembre / Octobre / Mars / Avril	Mai / Juin / Juillet / Aout	Consommation annuelle (Kwh EF)
Jour calendaire	120	125	120	
Jour ouvrable	85	85	85	
Heures de présence	10	10	10	
Nbe d'heures lumière jour	9.1 / 8.3 / 8.6 / 10	12.4 / 10.7 / 11.7 / 13.4	14.9 / 15.8 / 15.5 / 14.1	

3 <b>Autres Usages</b>													
Type d'appareil	Puissance de l'appareil (en kW)	Nombre d'appareils	Nombre de jours d'utilisation	Heures d'utilisation / jour	Conso [kWh]	Nombre d'appareils	Nombre de jours d'utilisation	Heures d'utilisation / jour	Conso [kWh]	Nombre d'appareils	Nombre de jours d'utilisation	Heures d'utilisation / jour	Conso [kWh]
<b>Apports valorisables</b>					0				0				0
Portes automatiques	0,5	5	85	4	850	5	85	4	850	5	85	4	850
Tourniquet	4	1	85	8	2720	1	85	8	2720	1	85	8	2720
Ascenseurs	8	2	85	4	5440	2	85	4	5440	2	85	4	5440
Détection incendie	0,01	200	120	24	5760	200	120	24	5760	200	120	24	5760
Réfrigérateurs					2000				2000				2000
Cafetières-bouilloires	1	20	85	1	1700	20	85	1	1700	20	85	1	1700
Eclairage de sécurité	0,005	150	120	24	2160	150	120	24	2160	150	120	24	2160
Utilisation domestique logements					4000				4000				4000
<b>Apports non valorisables</b>					0				0				0
Auxiliaires de chauffage					0				0				0
Circulateurs	0,5	15	120	24	21600	15	90	24	16200	15	24		0
V3V-régulateurs-autres	2	1	120	24	5760	1	90	24	4320	1	24		0
Auxiliaires de ventilation					0				0				0
CTA	2	5	85	12	10200	5	85	12	10200	5	85	12	10200
Auxiliaires climatisation	4	3	120	24	34560	3	120	24	34560	3	120	24	34560
Besoins rafraichissement serveur	0,25	150	120	24	108000	150	120	24	108000	150	120	24	108000
Besoins rafraichissement locaux					20000				40000				80000
coeff de valorisation :	0,95								0				0
<b>Sous Total poste 3</b>					<b>224 750</b>				<b>237 910</b>				<b>257 390</b>
<b>TOTAL BATIMENT</b>					<b>352 971</b>				<b>359 069</b>				<b>367 523</b>

<b>720 050</b>	67%
<b>1 079 563</b>	kWh

### 3. Besoins en ECS

EVALUATION DES BESOINS ANNUELS EN EAU CHAUDE SANITAIRE - logements			
<b>Consommation annuelle :</b>		<b>Consommation nette + pertes de distribution + pertes par stockage</b>	
Type de bâtiment	1 évier + 1 lavabo + 1 douche		
Production d'ECS	Electrique		
Conversion EF/EP	2,58		
Conversion EF/ GES	0,084		
Conversion EF/Tep	0,273		
Rendement de production ECS	100%		
Conversion PCS/PCI si gaz	1		
<b>Consommation ECS</b>	<b>[kWh/ep/an]</b>	<b>[kWh/ep/an]</b>	<b>tCO2/an</b>
Consommation nette	2729	7040	229
Perte de distribution	426	1099	36
Perte par stockage	1452	3747	122
<b>Somme du poste ECS</b>	<b>4607</b>	<b>11886</b>	<b>387</b>
			soit environ 46,9302 184,04
<b>1. Consommation nette</b>		<b>2. Pertes par distribution</b>	
Type de bâtiment	Nbr d'occupants	Pertes annuelles par distribution	Diamètre tube
<b>Habitat individuel ; logements collectifs</b>	8	426	0,016
	Nbr de jour par an	Intermédiaire de calculs Pertes1	Longeur tube
	255	418	20
	Conso kWh/an		Tps d'interruption (h/j)
			20
1 évier + 1 lavabo + 1 douche	2729		Ep isolant tuyau (m)
1 évier + 1 lavabo + 1 grande baignoire	3621		0
1 évier + 1 lavabo + 1 grande baignoire + 2e sdb	4641		Lambda isolant
			0,04
<b>Hors résidentiel</b>	Nbr d'occupant	<b>2. Pertes par stockage</b>	
	8	Pertes annuelles par stockage	Rayon ballon
	Nbr de salle de bains	1452	0,25
	0	Pertes ballons	Hauteur ballon
	Nbr de place assises	726	0,8
	0		Volume estimé
	Nbr de repas/j		157
	0		Nbr de ballon
	Nbr de lits		2
	0		Ep isolant ballon
	Nbr de visiteurs		0,03
	0		Lambda isolant ballon
	Kg de linge/j		0,04
	0		
	Conso kWh/an		
Internat	5712		
Foyer	5712		
Caserne	3876		
Hotel	0		
Restauration d'hotel	0		
Restauration indépendante normale	0		
Restauration rapide	0		
Cuisine collective préparation complète	0		
Cuisine collective préparation partielle	0		
Hopitaux	1530		
Bureau	448,8		
Salle de sport	0		
Piscine	0		
Buanderie	0		

EVALUATION DES BESOINS ANNUELS EN EAU CHAUDE SANITAIRE - bureaux			
<b>Consommation annuelle :</b>		<b>Consommation nette + pertes de distribution + pertes par stockage</b>	
Type de bâtiment	Bureau		
Production d'ECS	Electrique		
Conversion EF/EP		2,58	
Conversion EF/ GES		0,084	
Conversion EF/Tep		0,273	
Rendement de production ECS	100%		
Conversion PCS/PCI si gaz		1	
<b>Consommation ECS</b>	<b>[kWh/ef/an]</b>	<b>[kWh/ep/an]</b>	<b>tCO2/an</b>
Consommation nette	14025	36185	1178
Perte de distribution	462	1193	39
Perte par stockage	2663	6870	224
<b>Somme du poste ECS</b>	<b>17150</b>	<b>44247</b>	<b>1441</b>
			soit environ 241,23 946
<b>1. Consommation nette</b>			
Type de bâtiment	Nbr d'occupants		
Habitat individuel ; logements collectifs	270		
	Nbr de jour par an		
	255		
	Conso kWh/an		
1 évier + 1 lavabo + 1 douche	62858		
1 évier + 1 lavabo + 1 grande baignoire	90474		
1 évier + 1 lavabo + 1 grande baignoire + 2e sdb	124899		
<b>Hors résidentiel</b>	Nbr d'occupant		
	250		
	Nbr de salle de bains		
	0		
	Nbr de place assises		
	0		
	Nbr de repas/j		
	0		
	Nbr de lits		
	0		
	Nbr de visiteurs		
	0		
	Kg de linge/j		
	0		
	Conso kWh/an		
Internat	178500		
Foyer	178500		
Caserne	121125		
Hotel	0		
Restauration d'hotel	0		
Restauration indépendante normale	0		
Restauration rapide	0		
Cuisine collective préparation complète	0		
Cuisine collective préparation partielle	0		
Hopitaux	1530		
Bureau	14025		
Salle de sport	0		
Piscine	0		
Buanderie	0		
<b>2. Pertes par distribution</b>			
Pertes annuelles par distribution	Diamètre tube		
462	0,016		
Intermédiaire de calculs	Longeur tube		
Pertes1	50		
907	Tps d'interruption (h/j)		
	22		
	Ep isolant tuyau (m)		
	0,001		
	Lambda isolant		
	0,04		
<b>2. Pertes par stockage</b>			
Pertes annuelles par stockage	Rayon ballon		
2663	0,25		
Pertes ballons	Hauteur ballon		
380	0,3		
	Volume estimé		
	58,875		
	Nbr de ballon		
	7		
	Ep isolant ballon		
	0,03		
	Lambda isolant ballon		
	0,04		