

ARCALIA Agence de Lyon

16 Chemin du Jubin

69 570 Dardilly

Simon Landreau

Tél : 06 75 51 11 30

Mail : [simon.landreau@arcalia.fr](mailto:simon.landreau@arcalia.fr)

N° affaire :

N° rapport : /1/1

A l'attention de MR VANCOILLIE

Yves Vancoillie

Chef de l'antenne immobilière de Lyon

Secrétariat Général / SAFI

Bureau GIM

10, rue Stella, 69002 Lyon

[yves.vancoillie@finances.gouv.fr](mailto:yves.vancoillie@finances.gouv.fr)

Tél 04 72 77 14 65

Rapport établi le : 20/07/2018

Audit réalisé par : David BARRE et Anthony MOINEL

Date des visites sur site : 30 et 31 mai 2018,

Rapport de synthèse audit gros-entretien et énergie

Nom du site :	
Cité Administrative de Clermont-Ferrand	
Adresse :	
4 Rue Pélissier, 63100 CLERMONT-FERRAND	
Code chorus site :	
142283	

Ce rapport comporte 71 pages dont 1 page de garde.

Rédacteur : David BARRE et Anthony MOINEL

<b>1. Contexte.....</b>	<b>3</b>
1.1. Contexte général.....	3
1.2. Objectifs.....	3
1.3. Bâtiments intégrés au périmètre.....	3
1.4. Contexte spécifique du site.....	6
1.5. Liste des documents utilisés pour réaliser l'audit du site.....	7
1.6. Conditions climatiques.....	8
<b>2. Etat des lieux.....</b>	<b>9</b>
2.1. Performance énergétique des différents bâtiments du site.....	9
2.1.1. Composition des parois opaques.....	9
2.1.2. Composition des baies.....	11
2.1.3. Renouvellement d'air.....	12
2.1.4. Résultats du calcul de simulation de chauffage.....	14
2.1.5. Bilan des consommations par type d'énergie, par bâtiment et par usage.....	21
2.1.6. Diagnostics de Performance Energétique.....	24
2.1.7. Résultats du calcul de simulation électrique.....	25
2.1.8. Résultats du calcul des simulations électrique et thermique.....	32
2.2. Equipements techniques et composants « gros entretien ».....	33
2.3. Mise aux normes.....	33
2.4. Gestion du site.....	41
2.4.1. Contrats de maintenance.....	41
2.4.2. Contrats d'exploitation.....	42
2.4.3. Contrats de fourniture d'énergie.....	43
2.5. Utilisation.....	44
2.5.1. Chauffage.....	44
2.5.2. Ventilation.....	49
2.5.3. Eau Chaude Sanitaire.....	50
2.6. Actions antérieures.....	51
<b>3. Propositions d'actions et de travaux.....</b>	<b>52</b>
3.1. Propositions relevant de l'amélioration énergétique du site.....	52
3.2. Propositions relevant du « gros entretien » et de la mise aux normes.....	69
3.3. Scénarios de propositions de travaux.....	69
3.4. Synthèse.....	71
<b>4. Annexe 2 : état de santé gros-entretien.....</b>	<b>72</b>
<b>5. Annexe 3 : conformité réglementaire.....</b>	<b>84</b>
<b>6. Annexe 4 : scénarios de propositions de travaux.....</b>	<b>97</b>

## Contexte

### 1.1. Contexte général

La problématique énergétique et environnementale devient un sujet de premier plan pour les services de l'Etat Français qui souhaitent être exemplaires au niveau de la réduction de l'empreinte énergétique des bâtiments publics.

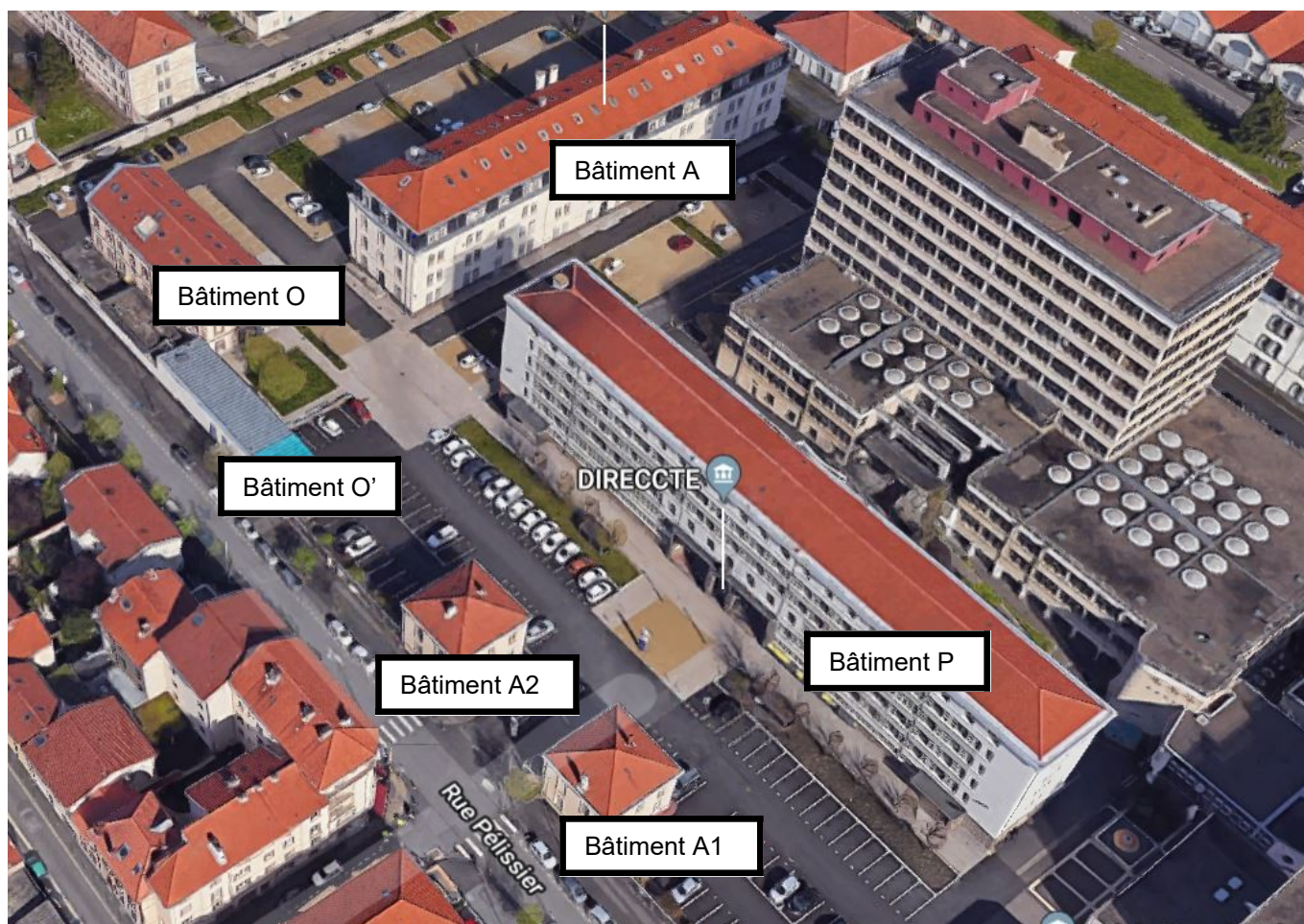
Le Programme de « rénovation des cités administratives et des autres sites domaniaux multi-occupants » a vocation à financer la modernisation énergétique et plus généralement la remise à niveau de ce parc afin de permettre aux administrations de disposer d'un patrimoine optimisé et moins coûteux répondant aux objectifs du service public aux usagers et aux exigences de performances énergétique et réglementaires.

### 1.2. Objectifs

Réaliser des missions d'audits de Gros Entretien et d'Energie, dans le but de permettre à la Direction de l'Immobilier de l'Etat de consolider les informations nécessaires à l'élaboration de la stratégie immobilière pour proposer des programmes de travaux sur le plan énergétique et patrimoniale.

### 1.3. Bâtiments intégrés au périmètre

Les bâtiments objets de l'audit sont repérés ci-dessous :



La Cité Administrative d'État (CAE) de Clermont-Ferrand est actuellement un ensemble immobilier qui a été construit en deux phases dans les années 1870 puis une extension dans les années 1957. Au départ la cité comprenait d'autres bâtiments (G et R) qui ont été détruits depuis 2010.

Les caractéristiques des bâtiments sont les suivantes :

Code chorus Bâtiment	Nom du bâtiment	Année construction	SUB	SUN	Nombre de niveaux	Effectif Public/ personnel
199798	A	1874	3 700	2 336	4	181
337466	A1	1874	155	0	7	0
164701	A2	1874	145	18	2	1
164683	O	1874	685	495	2	24
331389	O'	Fin 19 <sup>e</sup> siècle	161	158	1	0
383435	P	1957	4 348	2 682	6	151

Nom gestionnaire de site : Ghislaine LANIRAY

Coordonnées du gestionnaire de site : [ghislaine.laniray@dgfip.finances.gouv.fr](mailto:ghislaine.laniray@dgfip.finances.gouv.fr)  
04 73 43 11 04



Photos des bâtiments :



Bâtiment A



Bâtiment A1



Bâtiment A2



Bâtiment O



Bâtiment O'



Bâtiment P

#### **1.4. Contexte spécifique du site**

La Cité administrative d'État (CAE) de Clermont-Ferrand est un ensemble immobilier construit entre 1876 et 1957 qui présentent aujourd'hui de nombreux équipements et parts de bâti rénovés mais aussi quelques autres qui arrivent en fin de vie.

Dans le cadre de la stratégie immobilière d'investissement du ministère des finances, la cité administrative de Clermont-Ferrand présente un potentiel de rénovation faible afin de rendre le bâti et ces équipements énergétiquement performants et pérennes. En effet de nombreux travaux de rénovation ont été réalisés ces dernières années.

Le présent rapport s'intègre donc dans ce projet pour identifier les dérives énergétiques liées aux équipements qui pourrait entraîner des surconsommations et donc des dépenses plus importantes.

## 1.5. Liste des documents utilisés pour réaliser l'audit du site

DOCUMENTS	Documents Fournis	Commentaires
<b>1) PLANS DU SITE :</b>		
- Plans des façades/niveaux	OUI	
- Plans des surfaces des vitrages	NON	
- PLU et règlement	NON	
<b>2) Les Dossiers d'Intervention Ulérieure sur ouvrages des opérations récentes &amp; Dossiers d'aménagement des projets en cours</b>		
- Inventaire des travaux réalisés	NON	Absent sur Seafiles
- Dossier des ouvrages exécutés	NON	Présent sur Seafiles
<b>3) Les dossiers de diagnostics techniques et rapports concernant le risque à l'occupant :</b>		
- Diagnostic plomb avant travaux	NON	En partie sur Seafiles
- Termite	NON	
- Radon	NON	
- Amiante, ...	NON	
<b>4) Rapports de vérifications réglementaires après travaux ; rapports de vérification périodiques des installations pour la dernière année :</b>		
- Installations électriques	OUI	Présent sur Seafiles
- Combustibles (gaz, ...)	OUI	
- Installations thermiques	NON	
- Portes et portails automatiques	OUI	
<b>5) ELECTRICITE</b>		
- Contrat et avenant,	OUI	Sur site / contrat régionaux
- Factures	OUI	Sur site / Absent sur Seafiles
- Schéma de distribution unifilaire	OUI	
- Historiques des compteurs divisionnaires existants relevés	NON	Absent sur Seafiles
- Suivi des consommations mensuelles	NON	Absent sur Seafiles
<b>6) GAZ</b>		
- contrat et avenant,	OUI	Sur site / absent sur Seafiles
- Factures	OUI	Sur site / absent sur Seafiles
- Suivi des consommations mensuelles	NON	Absent sur Seafiles
<b>7) EAU</b>		
- contrat et avenant,	NON	Absent sur Seafiles
- factures sur les 36 derniers mois	NON	
- historiques des compteurs divisionnaires existants relevés	NON	
- autres, ...	NON	
<b>8) CONTRATS DE MAINTENANCE</b>		
- Electricité	NON	absent sur Seafiles
- Combustibles (gaz, ...)	NON	
- Sécurité incendie (Moyens de secours,	NON	
- SSI, éclairage sécurité...)	NON	
- Installations thermiques	NON	
- Ascenseurs	NON	
- Portes et portails automatiques	NON	

## 1.6. Conditions climatiques

La ville de Clermont-Ferrand est située dans le département du Puy de Dôme (63) dans la zone climatique H1C à une altitude de 358 mètres. La température extérieure à considérer dans les calculs est donc de  $-11^{\circ}\text{C}$ .



Années	2015	2016	2017
Degrés Jours Unifiés DJU	2040	2204	2164
Station d'Aurillac			

### Observations :

On entend par degrés-jours de base X (DJX) la valeur moyenne sur la journée considérée de l'écart positif entre la température extérieure et la valeur X exprimée en degrés Celsius. Les degrés-jours unifiés (DJU) sont définis comme étant les degrés-jours calculés pour la base  $X = 18^{\circ}\text{C}$ .

L'utilisation d'une température de  $18^{\circ}\text{C}$  comme base pour les degrés-jours unifiés ne veut pas dire que les locaux sont chauffés à cette température.

En effet, les consommations n'apparaissent pas proportionnelles à l'écart entre la température extérieure et la température de chauffage car les apports gratuits participent au chauffage. Pour des bâtiments classiques, c'est à dire sans apports gratuits spécifiques importants, le décalage est de l'ordre de 2 à  $3^{\circ}\text{C}$ .



## Etat des lieux

### 1.7. Performance énergétique des différents bâtiments du site

**Introduction :** cette partie dresse un état des lieux thermiques des bâtiments de la Cité. Le paragraphe est décomposé en 6 parties :

- Une décrivant la composition des parois et les coefficients de transmission thermiques associés
- Une sur la composition des ouvrants
- Une partie compilant les déperditions énergétiques du site
- Une partie sur l'analyse de la consommation énergétique sur les dernières années
- Une indiquant l'étiquette DPE correspondante
- Une dernière résumant les conclusions de la simulation thermique

#### 1.7.1. Composition des parois opaques

La composition des parois est donnée par bâtiment et par type de paroi. Les hypothèses de calculs proviennent des relevés effectués sur site. Les calculs des coefficients de transmission surfaciques sont établis selon les règles de la RT 2012. Les consommations d'énergie utilisées pour la simulation sont celles de 2017.

#### Toitures :

Ci-après les données considérées pour les toitures des bâtiments :

Toiture N°1	Toiture terrasse	Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Matériau 5	Conv. Int.	U Global
Comble P	Nature matériau	0.05	Béton Armé	Flocage				0.09	0.14 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.750 W/m.K	0.042 W/m.K					
	e		20.0 cm	30.0 cm					
Bon état	e/ $\lambda$		0.11 m²K/W	7.14 m²K/W					
Toiture N°2	Toiture terrasse	Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Matériau 5	Conv. Int.	U Global
Toit Bât A et O	Nature matériau	0.05	Brique Pleine	Laine Minérale	Laine de roche	Placo	Laine Minérale	0.09	0.11 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.150 W/m.K	0.032 W/m.K	0.041 W/m.K	0.350 W/m.K	0.035 W/m.K		
	e		3.0 cm	20.0 cm	3.0 cm	1.3 cm	6.0 cm		
Bon état	e/ $\lambda$		0.03 m²K/W	6.25 m²K/W	0.73 m²K/W	0.04 m²K/W	1.71 m²K/W		
Toiture N°3	Toiture terrasse	Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Matériau 5	Conv. Int.	U Global
Toit bât O'	Nature matériau	0.05	Bac Acier	Lame d'air >1	Brique Pleine	Plâtre		0.09	2.62 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		7.000 W/m.K	0.938 W/m.K	1.150 W/m.K	0.350 W/m.K			
	e		0.5 cm	15.0 cm	5.0 cm	1.3 cm			
Etat dégradé	e/ $\lambda$		0.00 m²K/W	0.16 m²K/W	0.04 m²K/W	0.04 m²K/W			
Toiture N°4	Toiture terrasse	Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Matériau 5	Conv. Int.	U Global
Toit bât A1 et A2	Nature matériau	0.05	Brique Pleine	Etanchéité	Lame d'air >1	Bois léger	Placo	0.09	1.88 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.150 W/m.K	1.000 W/m.K	0.075 W/m.K	0.120 W/m.K	0.350 W/m.K		
	e		3.0 cm	0.2 cm	1.2 cm	2.0 cm	1.3 cm		
Etat dégradé	e/ $\lambda$		0.03 m²K/W	0.00 m²K/W	0.16 m²K/W	0.17 m²K/W	0.04 m²K/W		

#### Observations :

On constate que les toitures faiblement isolés sont les plus déperditives au contraire les toitures les mieux isolées sont les plus performantes.

### Parois verticales :

Ci-après les données considérées pour les parois verticales des bâtiments :

Paroi N°1		Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Conv. Int.	U Global
Mur 1 bât A	Nature matériau	0.06	Enduit extérieur	Pierre Dure	Placo		0.11	2.25 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.150 W/m.K	2.400 W/m.K	0.350 W/m.K			
	e		1.0 cm	55.0 cm	1.3 cm			
Bon état	e/ $\lambda$		0.01 m²K/W	0.23 m²K/W	0.04 m²K/W			
Paroi N°2		Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Conv. Int.	U Global
Mur bât P	Nature matériau	0.06	Enduit extérieur	Pierre Haute D	Béton Armé	Placo	0.11	0.30 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.150 W/m.K	0.034 W/m.K	1.750 W/m.K	0.350 W/m.K		
	e		1.0 cm	10.0 cm	40.0 cm	1.3 cm		
Bon état	e/ $\lambda$		0.01 m²K/W	2.94 m²K/W	0.23 m²K/W	0.04 m²K/W		
Paroi N°3		Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Conv. Int.	U Global
Mur bât O et O'	Nature matériau	0.06	Enduit extérieur	Pierre Dure	Placo		0.11	2.48 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.150 W/m.K	2.400 W/m.K	0.350 W/m.K			
	e		1.0 cm	45.0 cm	1.3 cm			
Bon état	e/ $\lambda$		0.01 m²K/W	0.19 m²K/W	0.04 m²K/W			
Paroi N°4		Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Conv. Int.	U Global
Mur bât A1	Nature matériau	0.06	Enduit extérieur	Pierre Demi Fer	Placo		0.11	1.86 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.150 W/m.K	1.400 W/m.K	0.350 W/m.K			
	e		1.0 cm	45.0 cm	1.3 cm			
Bon état	e/ $\lambda$		0.01 m²K/W	0.32 m²K/W	0.04 m²K/W			
Paroi N°5		Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Conv. Int.	U Global
Mur bât A2	Nature matériau	0.06	Enduit extérieur	Pierre Demi F	Polystyrène H	Placo	0.11	0.31 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.150 W/m.K	1.400 W/m.K	0.034 W/m.K	0.350 W/m.K		
	e		1.0 cm	45.0 cm	9.0 cm	1.3 cm		
Bon état	e/ $\lambda$		0.01 m²K/W	0.32 m²K/W	2.65 m²K/W	0.04 m²K/W		
Paroi N°6		Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Conv. Int.	U Global
Mur 2 bât A	Nature matériau	0.06	Ardoise	Brique Pleine	Lame d'air <=	Placo	0.11	2.20 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		0.950 W/m.K	1.150 W/m.K	0.067 W/m.K	0.350 W/m.K		
	e		1.0 cm	10.0 cm	1.0 cm	1.3 cm		
Bon état	e/ $\lambda$		0.01 m²K/W	0.09 m²K/W	0.15 m²K/W	0.04 m²K/W		

### Planchers Bas :

Ci-après les données considérées pour planchers bas des bâtiments :

Plancher N°1	Propriété	Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Conv. Int.	$\lambda_{sol}$	U plancher	U équivalent
Plancher bas bât A, A1, A2 et O	Nature matériau	0.04			0.17	1.5 W/m.K	4.76 W/m²K	1.30 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]							
	e							
Argile	e/ $\lambda$							
Plancher N°2	Propriété	Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Conv. Int.	$\lambda_{sol}$	U e	U équivalent
Plancher bas bât P	Nature matériau	0.04	Béton Armé		0.17	1.5 W/m.K	3.08 W/m²K	3.00 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		1.750 W/m.K					
	e		20.0 cm					
Argile	e/ $\lambda$		0.11 m²K/W					
Plancher N°3	Propriété	Conv. Ext.	Matériau 1	Matériau 2	Conv. Int.	$\lambda_{sol}$	U e	U équivalent
Plancher bas bât O'	Nature matériau	0.04	Polystyrène H	Béton Armé	0.17	1.5 W/m.K	0.48 W/m²K	1.30 W/m²K
	$\lambda$ [W/m.K]		0.034 W/m.K	1.750 W/m.K				
	e		6.0 cm	20.0 cm				
Argile	e/ $\lambda$		1.76 m²K/W	0.11 m²K/W				

### Observations :

Nous n'avons pas pu obtenir d'informations concernant le plancher bas des bâtiments A, A1, A2 et O et avons postulé qu'ils étaient sur terre-plein.

### 1.7.2. Composition des baies

La composition des ouvrants est établie par bâtiment. Les perméabilités des ouvrants sont estimées sur la base des ouvrants observés. Les débits parasites aux niveaux des ouvrants sont inclus dans l'analyse des déperditions.

Désignation de l'ouvrant	Largeur	Hauteur/Longueur	Perméabilité	Coef Total	Nombre	Secteur	Orientation
DV Alu Rupt PT (4/12/4)	1.6 m	1.8 m	Non Classé	2.80 W/m²K	120	Bâtiment P	Nord/Ouest
DV Alu Rupt PT (4/12/4)	1.6 m	1.8 m	Non Classé	2.80 W/m²K	120	Bâtiment P	Sud/Est
SV Bois	0.6 m	0.4 m	Non Classé	1.87 W/m²K	588	Bâtiment P	Sud/Est
SV Bois	0.6 m	0.4 m	Non Classé	5.22 W/m²K	588	Bâtiment P	Nord/Ouest
SV Bois	0.6 m	0.4 m	Non Classé	5.22 W/m²K	40	Bâtiment P	Nord/Est
SV Bois	0.6 m	0.4 m	Non Classé	5.22 W/m²K	40	Bâtiment P	Sud/Ouest
Porte métallique Isolante	1.3 m	3.1 m	Non Classé	3.77 W/m²K	1	Bâtiment O	Sud/Est
Porte métallique Isolante	1.3 m	3.1 m	Non Classé	3.77 W/m²K	1	Bâtiment O	Nord/Ouest
Porte métallique Isolante	1.3 m	3.1 m	Non Classé	3.77 W/m²K	2	Bâtiment O	Sud/Ouest
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.17 W/m²K	17	Bâtiment O	Sud/Est
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.17 W/m²K	17	Bâtiment O	Nord/Ouest
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.17 W/m²K	2	Bâtiment O	Sud/Ouest
DV Bois (4/12/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.97 W/m²K	1	Bâtiment A2	Sud/Est
DV Bois (4/12/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.97 W/m²K	1	Bâtiment A2	Sud/Ouest
DV Bois (4/12/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.97 W/m²K	2	Bâtiment A2	Nord/Ouest
DV Bois (4/12/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.97 W/m²K	1	Bâtiment A2	Nord/Est
Porte Bois Isolante	1.3 m	3.2 m	Non Classé	1.77 W/m²K	1	Bâtiment A2	Nord/Ouest
Porte Bois Isolante	1.3 m	3.2 m	Non Classé	1.77 W/m²K	2	Bâtiment A2	Sud/Ouest
DV Bois (4/12/4)	0.9 m	1.0 m	Non Classé	2.97 W/m²K	1	Bâtiment A2	Nord/Ouest
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	1	Bâtiment A2	Sud/Est
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	2	Bâtiment A2	Nord/Est
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	1	Bâtiment A2	Sud/Est
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	3	Bâtiment A2	Sud/Ouest
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	2	Bâtiment A2	Nord/Ouest
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	3	Bâtiment A1	Nord/Est
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	1	Bâtiment A1	Sud/Est
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	3	Bâtiment A1	Sud/Ouest
SV Bois	1.3 m	1.6 m	Non Classé	5.22 W/m²K	1	Bâtiment A1	Nord/Ouest
Porte métallique Isolante	1.3 m	3.1 m	Non Classé	3.77 W/m²K	1	Bâtiment O'	Sud/Est
Porte métallique Isolante	1.3 m	3.1 m	Non Classé	3.77 W/m²K	1	Bâtiment O'	Nord/Est
SV Bois	1.3 m	2.5 m	Non Classé	5.22 W/m²K	8	Bâtiment O'	Sud/Est
SV Bois	1.3 m	2.5 m	Non Classé	5.22 W/m²K	2	Bâtiment O'	Nord/Ouest
SV Bois	1.3 m	1.5 m	Non Classé	5.22 W/m²K	1	Bâtiment O'	Sud/Est
DV Alu Rupt PT (4/12/4)	1.3 m	1.5 m	Non Classé	3.07 W/m²K	1	Bâtiment O'	Nord/Est
Porte métallique Isolante	1.3 m	3.1 m	Non Classé	3.77 W/m²K	1	Bâtiment A	Nord/Ouest
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.8 m	Non Classé	2.17 W/m²K	6	Bâtiment A	Nord/Ouest
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.17 W/m²K	5	Bâtiment A	Nord/Ouest
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.8 m	Non Classé	2.17 W/m²K	63	Bâtiment A	Sud/Ouest
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.17 W/m²K	23	Bâtiment A	Sud/Ouest
Porte métallique Isolante	1.3 m	3.1 m	Non Classé	3.77 W/m²K	1	Bâtiment A	Sud/Ouest
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.8 m	Non Classé	2.17 W/m²K	8	Bâtiment A	Sud/Est
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.17 W/m²K	5	Bâtiment A	Sud/Est
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.8 m	Non Classé	2.17 W/m²K	54	Bâtiment A	Nord/Est
Porte métallique Isolante	1.3 m	3.1 m	Non Classé	3.77 W/m²K	3	Bâtiment A	Nord/Est
DV PVC (4/16/4)	1.3 m	1.6 m	Non Classé	2.17 W/m²K	27	Bâtiment A	Nord/Est

### 1.7.3. Renouvellement d'air

Pour l'ensemble des locaux de la cité administrative de Clermont-Ferrand, le renouvellement d'air s'effectue :

- en extraction par des modules de ventilation mécanique contrôlée (VMC) installés en combles et desservant les colonnes des sanitaires,
- en insufflation par des grilles de ventilation naturelle prévues dans les menuiseries,

Les débits d'extraction des modules VMC ont été déduits des documentations techniques fournies dans les DOE et à partir du relevé des modèles sur site.

Nous avons pris comme hypothèse que les débits d'extraction et d'insufflation sont équivalents de par l'équilibre de pression qui s'effectue naturellement.



Pour rappel la réglementation française (article R232-5-3) impose un débit minimum de renouvellement d'air de 25 m³/h par personne pour des locaux de bureaux avec une activité salariés.

**Ci-après le tableau des données pour la cité :**

Désignation	Type CTA	Débit d'extraction	Débit soufflage	Nombre d'occupants	Débit réglementaire	Ecart	Débit réel par personne
Extraction bât A	Mouvement mécanique	1 815 m³/h	1 815 m³/h	181	4 525 m³/h	-60%	10 m³/h
Ventilation naturelle bât A	Mouvement fictif	1 815 m³/h	1 815 m³/h				
Extraction bât O	Mouvement mécanique	800 m³/h	800 m³/h	24	800 m³/h	0%	33 m³/h
Ventilation naturelle bât O	Mouvement fictif	800 m³/h	800 m³/h				
Extraction bât A1	Mouvement mécanique	90 m³/h	90 m³/h	1	25 m³/h	260%	90 m³/h
Ventilation naturelle bât A1	Mouvement fictif	90 m³/h	90 m³/h				
Extraction bât A2	Mouvement mécanique	90 m³/h	90 m³/h	1	25 m³/h	260%	90 m³/h
Ventilation naturelle bât A2	Mouvement fictif	90 m³/h	90 m³/h				
Extraction bât P	Mouvement mécanique	3 500 m³/h	3 500 m³/h	151	3 775 m³/h	-7%	23 m³/h
Ventilation naturelle bât P	Mouvement fictif	3 500 m³/h	3 500 m³/h				



**Observations :**

- On observe que les bâtiments A1 et A2 présentent des débits par personnes assez importants (+260%) largement supérieurs au débit réglementaire, ceci contribue de manière importante à augmenter les déperditions.
- On observe en revanche un débit d'air très insuffisant sur le bâtiment A (-60%), largement inférieur au débit réglementaire. Du point de vue du code du travail, le bâtiment n'est pas en règle.
- On constate le même problème sur le bâtiment P mais dans une moindre mesure (-7%), remarques identiques.

**1.7.4. Apports internes :**

Apports		Paramètre	Bâtiment A	Bâtiment A1	Bâtiment A2	Bâtiment O	Bâtiment O'	Bâtiment P
	Bureautique	P <sub>semaine</sub>	7.09 kW	0.03 kW	0.06 kW	1.60 kW	0.00 kW	7.80 kW
		P <sub>WE</sub>	0.63 kW	0.03 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.63 kW
		P <sub>vacances</sub>	0.11 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.11 kW
		Facteur	70%	70%	70%	70%	70%	70%
	Eclairage	P <sub>semaine</sub>	3.43 kW	0.04 kW	0.16 kW	0.73 kW	0.00 kW	2.94 kW
		P <sub>WE</sub>	3.87 kW	0.04 kW	0.16 kW	0.73 kW	0.00 kW	2.94 kW
		P <sub>vacances</sub>	3.43 kW	0.04 kW	0.16 kW	0.73 kW	0.00 kW	2.94 kW
		Facteur	70%	70%	70%	70%	70%	70%
	Autres (process, cuisines...)	P <sub>semaine activité</sub>	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW
		P <sub>WE activité</sub>	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW
		P <sub>vacances activité</sub>	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW
		Facteur	80%	80%	80%	80%	80%	80%
	Occupation	Nombre occupants semaine	181	0	1	24	0	151
		Heures de présence/jour	9	9	9	9	9	9
		Type d'occupation semaine	Travail	Travail	Travail	Travail	Travail	Travail
		Puissance semaine	8.15 kW	0.00 kW	0.05 kW	1.08 kW	0.00 kW	6.80 kW
		Nombre occupants WE	0	1	0	0	0	0
		Heures de présence/jour	0	9	0	0	0	0
		Type d'occupation WE	Travail	Assis	Travail	Travail	Travail	Travail
		Puissance WE	0.00 kW	0.04 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW

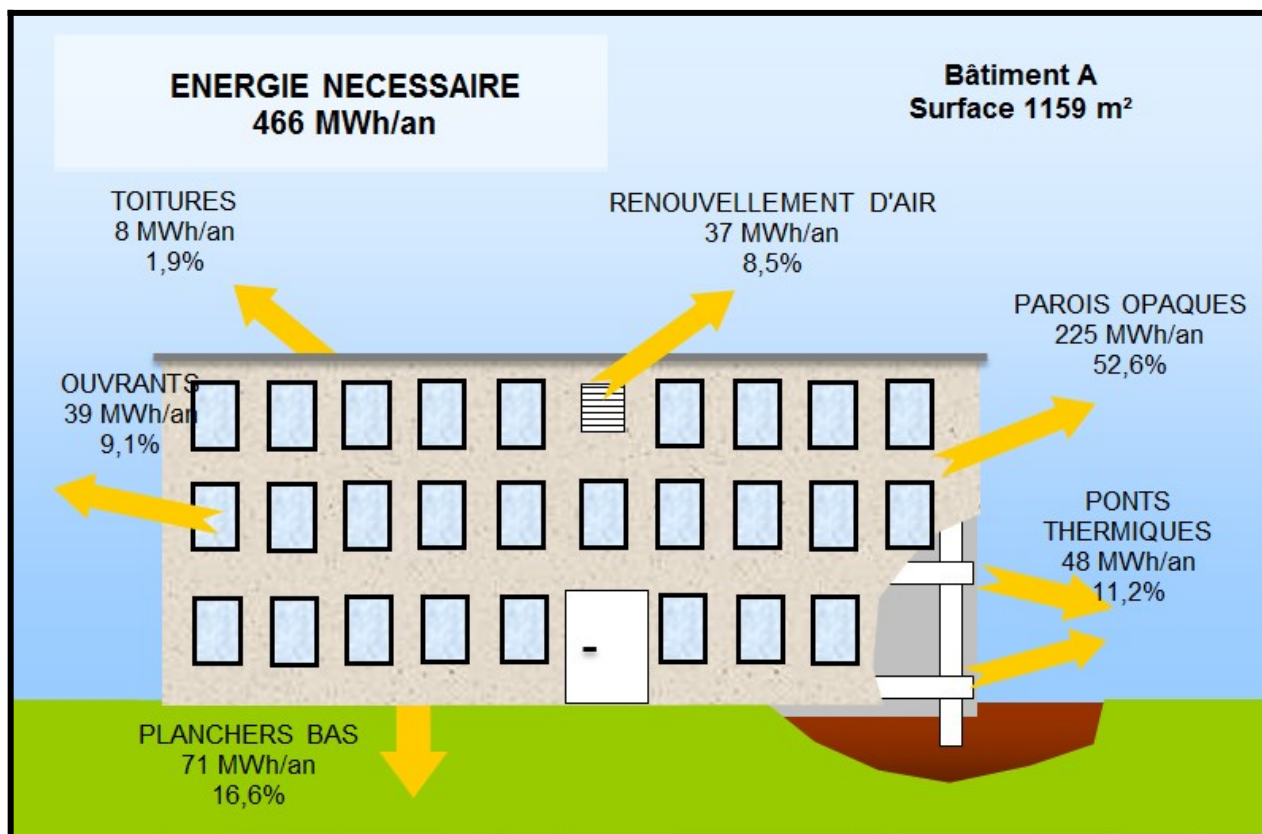
Les apports comprennent les éclairages, les équipements de bureaux et les occupants. Pour plus d'explication sur les hypothèses de fonctionnement et de puissance des équipements, veuillez vous référer au §2.1.8.

### 1.7.5. Résultats du calcul de simulation de chauffage

Le calcul des déperditions énergétiques de la cité est effectué bâtiment par bâtiment sur la base des hypothèses explicitées plus haut. Chaque bâtiment dispose d'observations propres et une conclusion globale est disponible dans la dernière partie.

#### 1.7.5.1. Bâtiment A :

Ci-après le graphique de répartition des consommations de chauffage du bâtiment A :



#### Observations :

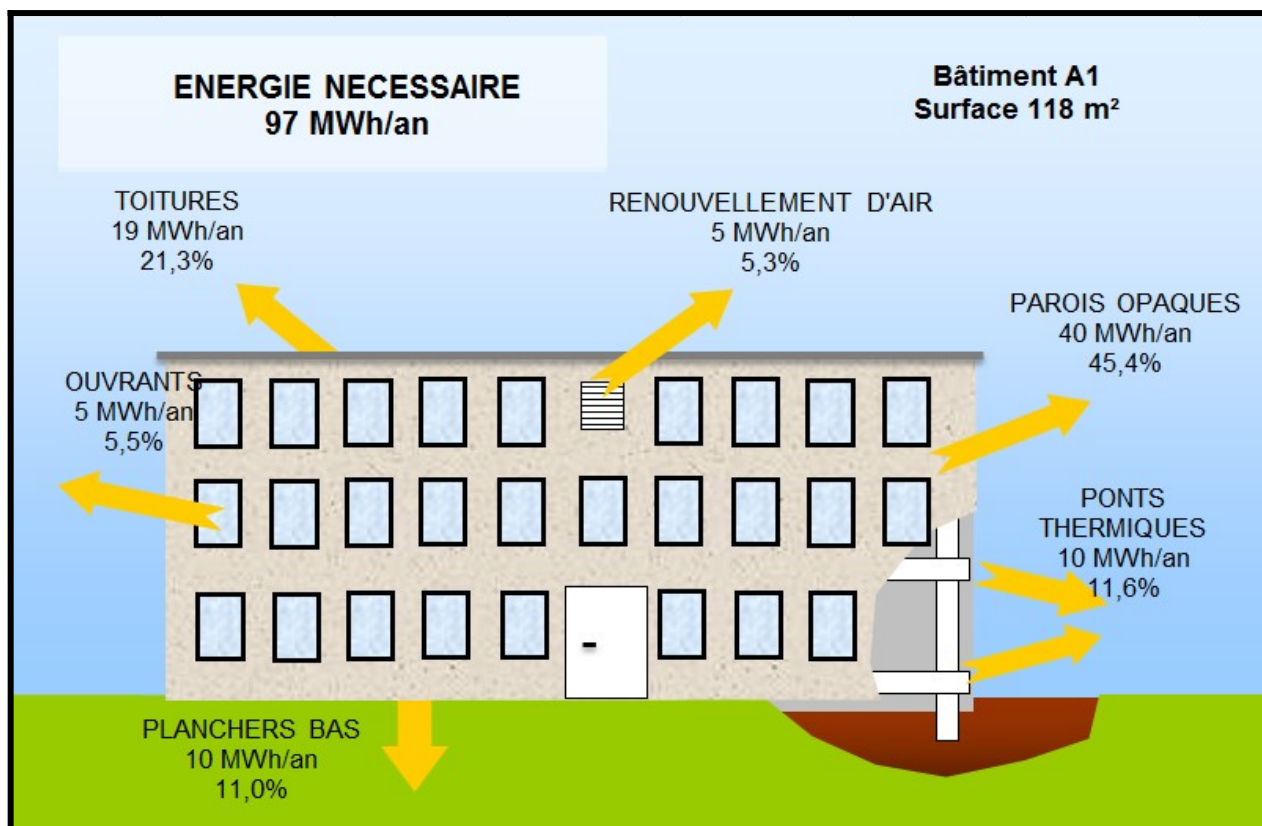
- On observe des besoins globaux de chauffage estimés à **466 MWh<sub>PCI</sub> / an**, en considérant un rendement global de chauffage (production, distribution et émission) de 92%.
- Compte tenu du manque de d'air de renouvellement, on observe que les déperditions qui en découlent sont assez faibles par rapport à la moyenne de ce type de technologie (VMC)
- Le coefficient **U<sub>Bat</sub>** du bâtiment ressort à : **1.73 W / m².K**, c'est peu satisfaisant, les murs non isolés engendrent des déperditions importantes comme le plancher bas.

#### Ci-dessous les valeurs moyennes rencontrées en fonction des technologies de construction :

- 0,3 : maison avec une isolation exceptionnelle.
- 0,4 : excellente isolation sans ponts thermique.
- 0.75 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2005" et réalisées entre 2007 et 2012
- 0.8 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2000" et réalisées entre 2001 et 2006
- 0.95 : pour les maisons construites entre 1990 et 2000
- 1.15 : pour les maisons construites entre 1983 et 1989
- 1.4 : pour les maisons construites entre 1974 et 1982
- 1.8 : maison non isolée (murs, combles) et à menuiseries simples vitrage.

### 1.7.5.2. Bâtiment A1 :

Ci-après le graphique de répartition des consommations de chauffage du bâtiment A1 :



#### Observations :

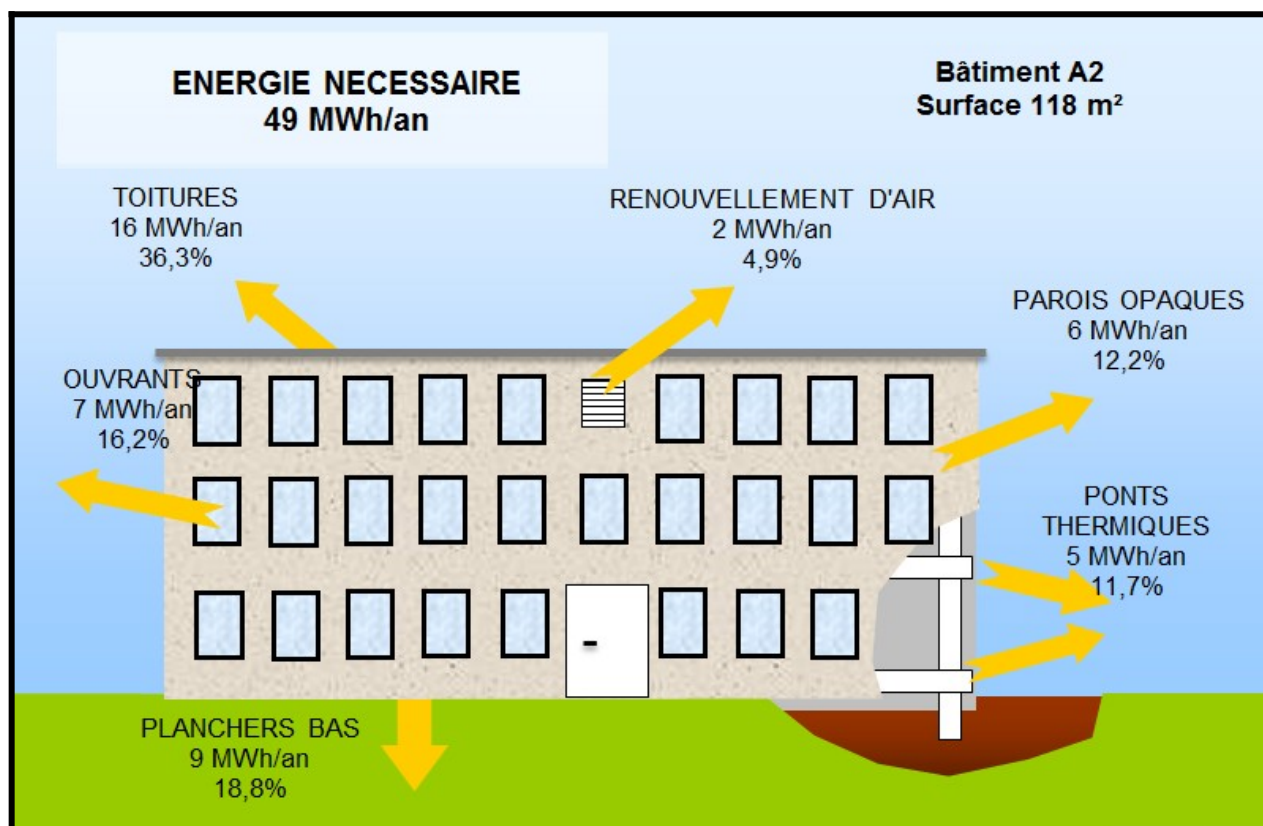
- On observe des besoins globaux de chauffage estimés à **97 MWh<sub>PCI</sub> / an**, en considérant un rendement global de chauffage (production, distribution et émission) de 92%.
- Le coefficient **U<sub>Bat</sub>** du bâtiment ressort à : **2.26 W / m<sup>2</sup>.K**, c'est peu satisfaisant mais logique compte tenu du manque d'isolation général du bâti. Les murs et la toiture sont les plus déperditifs.

#### Ci-dessous les valeurs moyennes rencontrées en fonction des technologies de construction :

- 0,3 : maison avec une isolation exceptionnelle.
- 0,4 : excellente isolation sans ponts thermique.
- 0.75 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2005" et réalisées entre 2007 et 2012
- 0.8 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2000" et réalisées entre 2001 et 2006
- 0.95 : pour les maisons construites entre 1990 et 2000
- 1.15 : pour les maisons construites entre 1983 et 1989
- 1.4 : pour les maisons construites entre 1974 et 1982
- 1.8 : maison non isolée (murs, combles) et à menuiseries simples vitrage.

### 1.7.5.3. Bâtiment A2 :

Ci-après le graphique de répartition des consommations de chauffage du bâtiment A2 :



#### Observations :

- On observe des besoins globaux de chauffage estimés à **49 MWh<sub>PCI</sub> / an**, en considérant un rendement global de chauffage (production, distribution et émission) de 92%.
- Le coefficient **U<sub>Bat</sub>** du bâtiment ressort à : **1.31 W / m<sup>2</sup>.K**, c'est peu satisfaisant mais déjà beaucoup mieux que le bâtiment A1, qui est identique au niveau du bâti.
- La consommation est divisée presque par deux, les murs étant isolés (mais faiblement) et les menuiseries plus récentes.

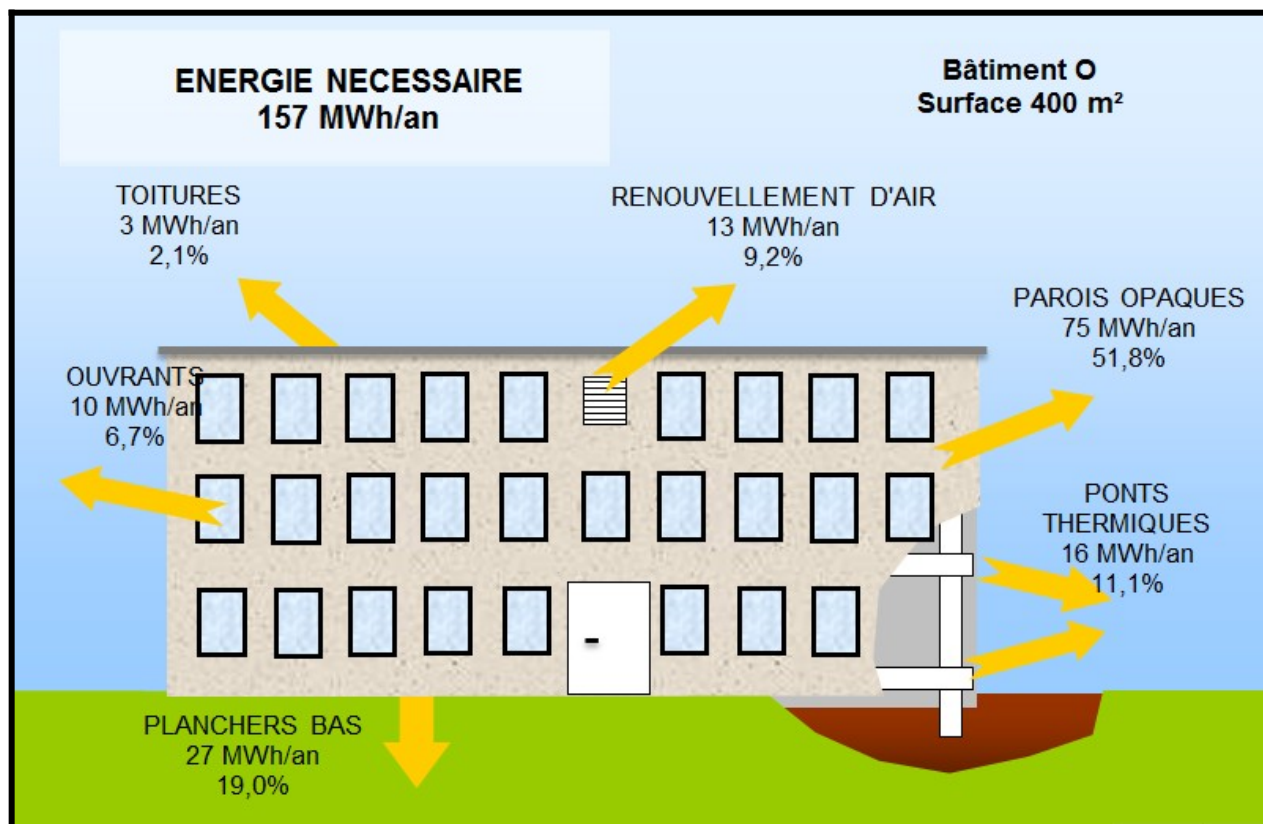
#### Ci-dessous les valeurs moyennes rencontrées en fonction des technologies de construction :

- 0,3 : maison avec une isolation exceptionnelle.
- 0,4 : excellente isolation sans ponts thermique.
- 0.75 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2005" et réalisées entre 2007 et 2012
- 0.8 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2000" et réalisées entre 2001 et 2006
- 0.95 : pour les maisons construites entre 1990 et 2000
- 1.15 : pour les maisons construites entre 1983 et 1989
- 1.4 : pour les maisons construites entre 1974 et 1982
- 1.8 : maison non isolée (murs, combles) et à menuiseries simples vitrage.



#### 1.7.5.4. Bâtiment O :

Ci-après le graphique de répartition des consommations de chauffage du bâtiment O :



#### Observations :

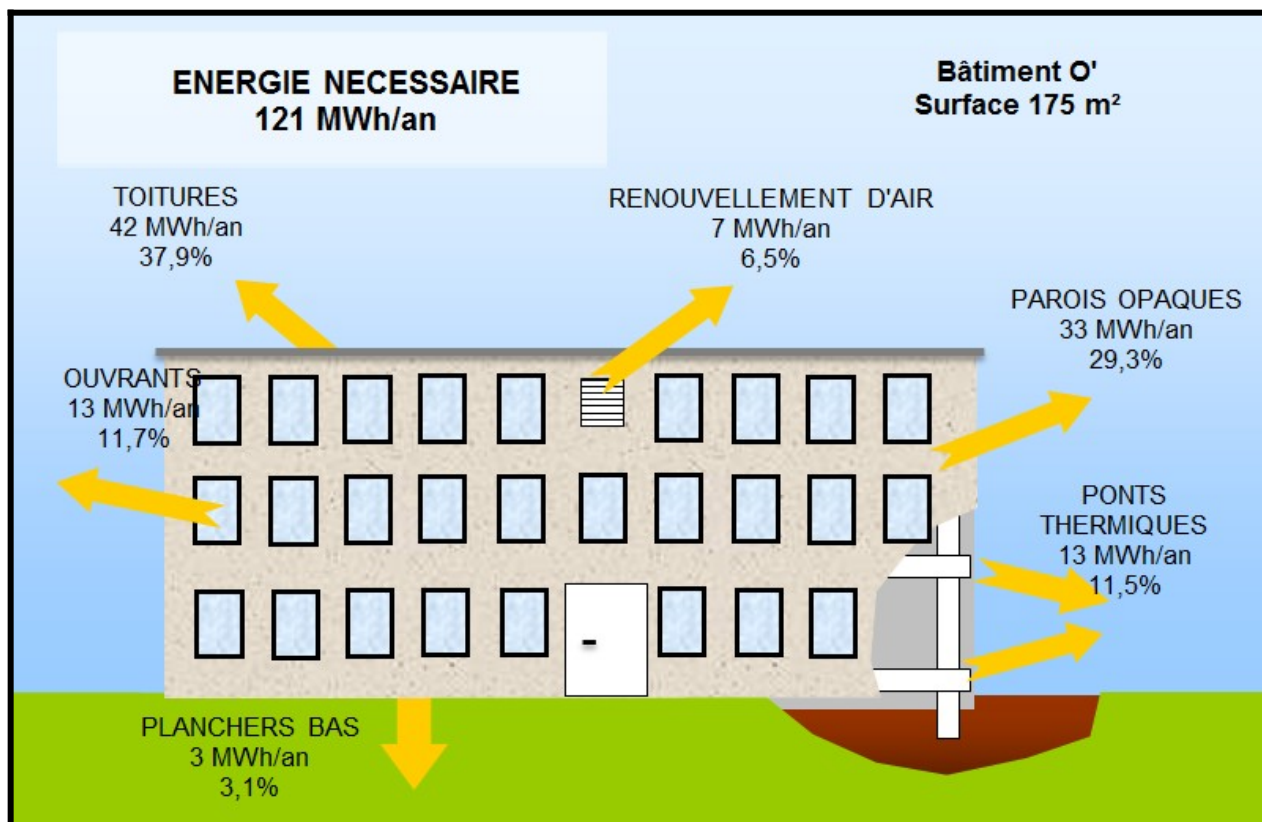
- On observe des besoins globaux de chauffage estimés à **157 MWh<sub>PCI</sub> / an**, en considérant un rendement global de chauffage (production, distribution et émission) de 92%.
- Le coefficient **U<sub>Bat</sub>** du bâtiment ressort à : **1.74 W / m².K**, c'est peu satisfaisant et démontre la faible isolation du bâtiment au niveau des murs et du plancher bas. En revanche les déperditions sont faibles par la toiture qui a été isolée et par les ouvrants plutôt récents.

#### Ci-dessous les valeurs moyennes rencontrées en fonction des technologies de construction :

- 0,3 : maison avec une isolation exceptionnelle.
- 0,4 : excellente isolation sans ponts thermique.
- 0.75 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2005" et réalisées entre 2007 et 2012
- 0.8 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2000" et réalisées entre 2001 et 2006
- 0.95 : pour les maisons construites entre 1990 et 2000
- 1.15 : pour les maisons construites entre 1983 et 1989
- 1.4 : pour les maisons construites entre 1974 et 1982
- 1.8 : maison non isolée (murs, combles) et à menuiseries simples vitrage.

#### 1.7.5.5. Bâtiment O' :

Ci-après le graphique de répartition des consommations de chauffage du bâtiment O' :



#### Observations :

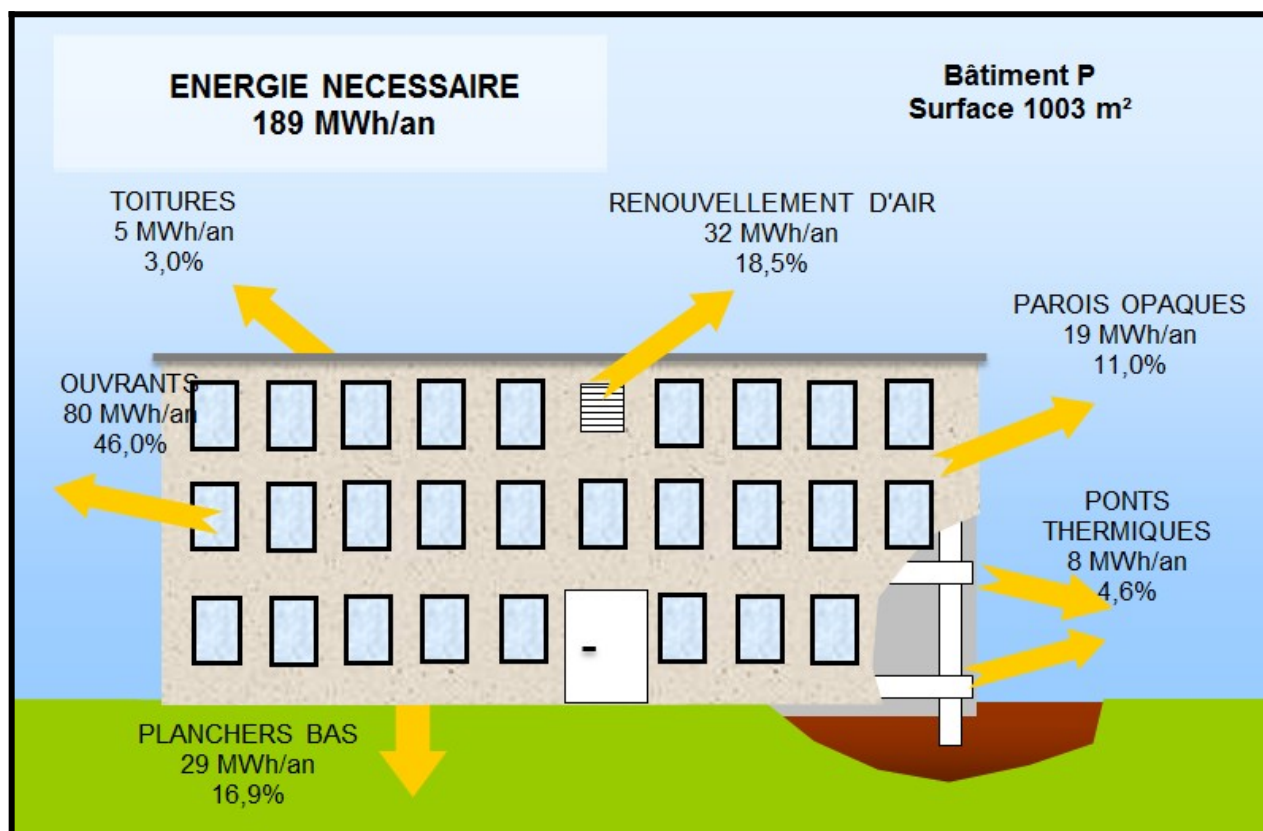
- Le bâtiment O' était inoccupé lors de notre contrôle et doit faire l'objet d'une réhabilitation globale, les locaux étant assez dégradés sur tous les aspects. En revanche il était encore occupé en 2017.
- On observe des besoins globaux de chauffage estimés à **121 MWh<sub>PCI</sub> / an**, en considérant un rendement global de chauffage (production, distribution et émission) de 92%.
- Le coefficient **U<sub>Bat</sub>** du bâtiment ressort à : **2.61 W / m².K**, c'est peu satisfaisant et démontre la très faible isolation générale du bâtiment malgré un plancher déjà isolé.

#### Ci-dessous les valeurs moyennes rencontrées en fonction des technologies de construction :

- 0,3 : maison avec une isolation exceptionnelle.
- 0,4 : excellente isolation sans ponts thermique.
- 0.75 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2005" et réalisées entre 2007 et 2012
- 0.8 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2000" et réalisées entre 2001 et 2006
- 0.95 : pour les maisons construites entre 1990 et 2000
- 1.15 : pour les maisons construites entre 1983 et 1989
- 1.4 : pour les maisons construites entre 1974 et 1982
- 1.8 : maison non isolée (murs, combles) et à menuiseries simples vitrage.

#### 1.7.5.6. Bâtiment P :

Ci-après le graphique de répartition des consommations de chauffage du bâtiment P' :



#### Observations :

- On observe des besoins globaux de chauffage estimés à **189 MWh<sub>PCI</sub> / an**, en considérant un rendement global de chauffage (production, distribution et émission) de 92%.
- Le coefficient **U<sub>Bat</sub>** du bâtiment ressort à : **1.00 W / m².K**, c'est bien meilleur que pour les autres bâtiments mais encore insuffisant. L'isolation est insuffisante sur le plancher bas et la multiplicité des ouvrants n'est pas bénéfiques.

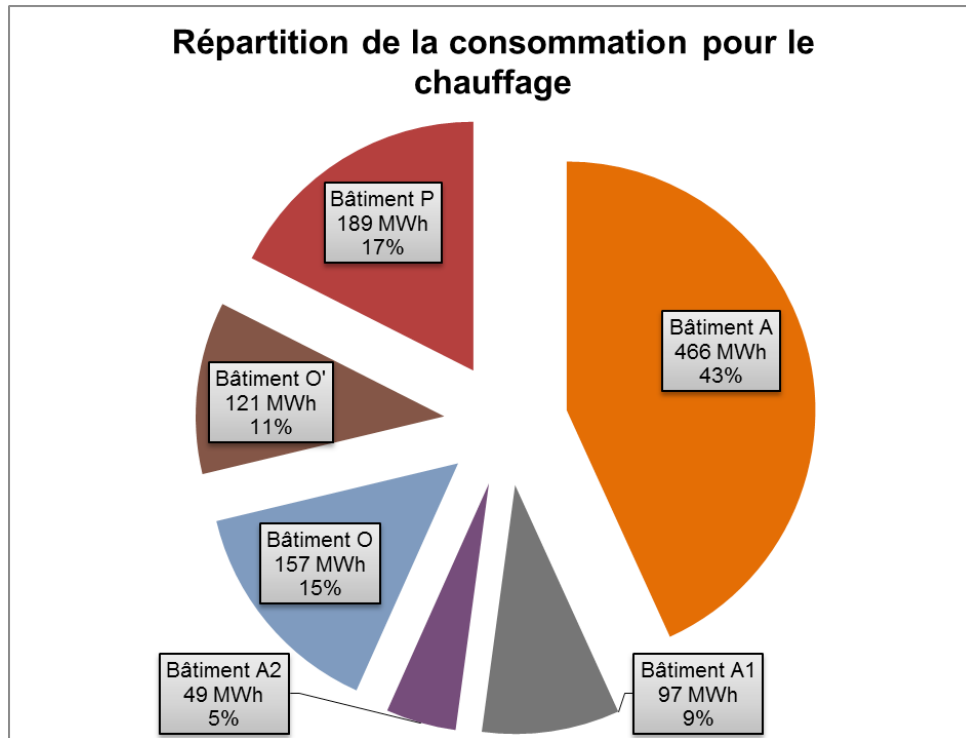
#### Ci-dessous les valeurs moyennes rencontrées en fonction des technologies de construction :

- 0,3 : maison avec une isolation exceptionnelle.
- 0,4 : excellente isolation sans ponts thermique.
- 0.75 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2005" et réalisées entre 2007 et 2012
- 0.8 : pour les maisons à isolation conventionnelle "RT2000" et réalisées entre 2001 et 2006
- 0.95 : pour les maisons construites entre 1990 et 2000
- 1.15 : pour les maisons construites entre 1983 et 1989
- 1.4 : pour les maisons construites entre 1974 et 1982
- 1.8 : maison non isolée (murs, combles) et à menuiseries simples vitrage.

#### 1.7.5.7. Site :

#### ***Ci-après les graphiques de répartition des consommations par bâtiments :***

Etant donné qu'il n'y avait qu'un seul poste de livraison par énergie et que les bâtiments ne sont pas équipés de sous comptage thermique ou électrique, ces graphiques ont été obtenus à partir de la simulation thermique et électrique des consommations.



#### **Observations :**

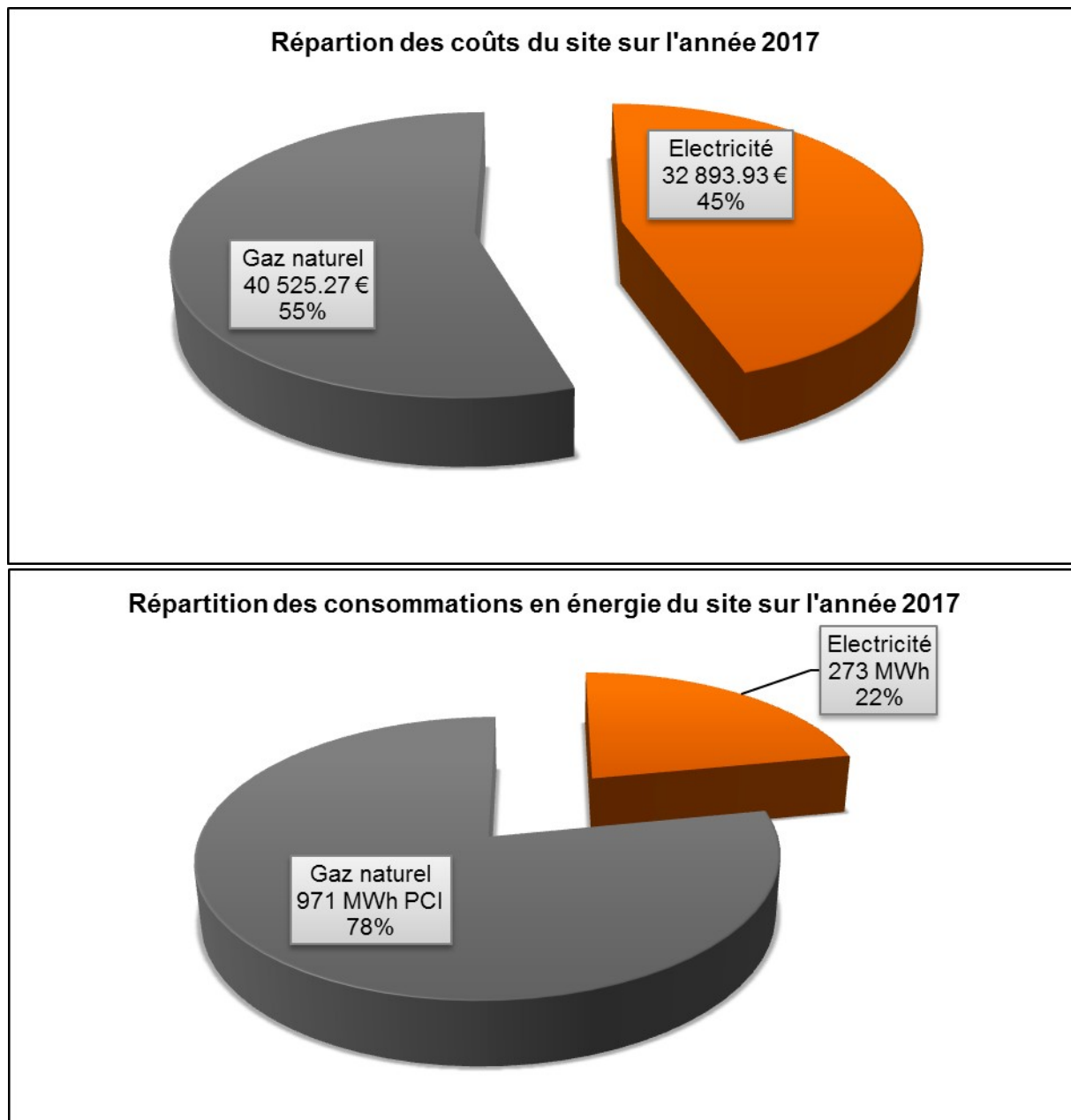
- On remarque que le bâtiment P qui est le plus grand n'est pas le plus grand consommateur de gaz pour le chauffage avec 17% mais que c'est le bâtiment A avec 43%. Ceci est normal au vu des travaux d'isolation qui ont été effectué sur le bâtiment P (combles et murs par l'extérieur) par rapport à ceux du bâtiment A (uniquement les plenums du dernier étage).
- De plus on observe que les bâtiments plus petit comme les bâtiments O, O' sont plutôt gros consommateurs par rapport à leurs surfaces respectives. De la même manière des travaux d'isolation sont manquants sur ces bâtiments.



### 1.7.6. Bilan des consommations par type d'énergie, par bâtiment et par usage

**Introduction** : Les consommations énergétiques de la CAE de Clermont-Ferrand sont de types électriques et gaz. Cette partie dressera la décomposition énergétique par usage ainsi qu'une analyse macroscopique de l'évolution des consommations sur les dernières années.

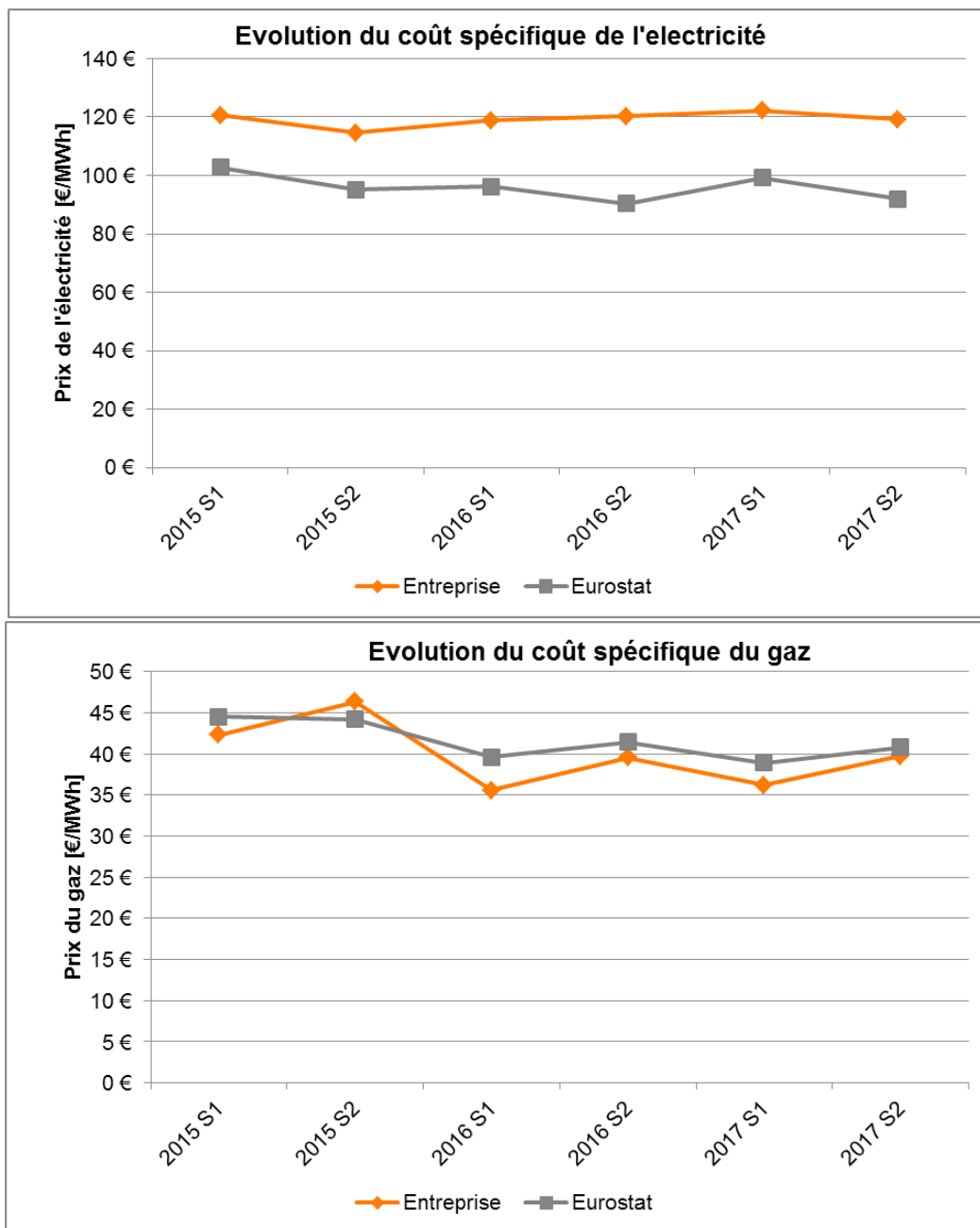
**Ci-après les graphiques des consommations et coûts sur 2017:**



**Observations :**

- On observe que les coûts sont équivalents pour l'électricité (45%) ou le gaz (55%) alors que les consommations sont beaucoup plus élevées pour le gaz (78%) que pour l'électricité (22%). Ceci est dû aux coûts spécifiques du gaz bien moindre par rapport à celui de l'électricité (cf graphiques suivants).
-

**Ci-après les graphiques coûts spécifiques des énergies sur les trois dernières années représentant le prix du mégawattheure électrique et gaz que vous payez par rapport à la moyenne des sociétés françaises ayant une consommation sensiblement identique (statistiques Eurostat) :**



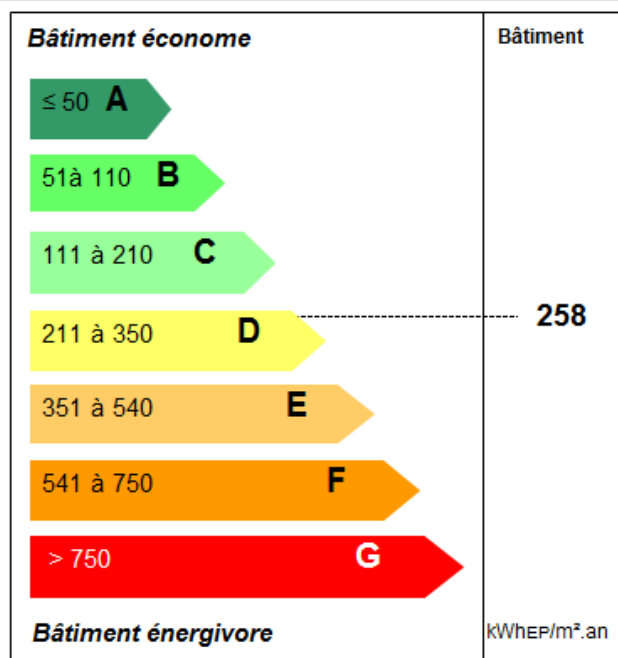
**Observations :**

- On remarque que votre coût spécifique du gaz a légèrement baissé entre 2015 et 2017 et se situe légèrement en dessous de la moyenne des sociétés françaises, c'est satisfaisant.
- \*En outre le coût spécifique d'électricité même s'il est stable sur les trois dernières années, est toujours supérieur à la moyenne des sociétés française sur la période, ce n'est pas satisfaisant.
- Ces indicateurs peuvent vous aider à évaluer vos contrats de fourniture d'énergie dans le cadre d'une analyse des factures en comptant les consommations globales et les coûts globaux TTC.

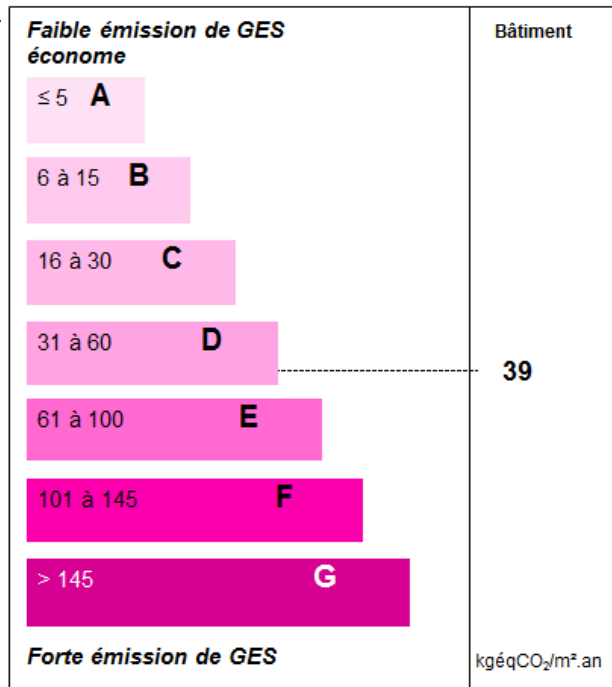
Etant donné qu'il n'y avait qu'un seul poste de livraison par énergie et que les bâtiments ne sont pas équipés de sous comptage thermique ou électrique, nous ne pouvons pas de donner de répartitions des consommations énergétiques autres que par la simulation (cf § 2.1.4.7 et § 2.1.7).

### 1.7.7. Diagnostics de Performance Energétique

**Bâtiment à usage principal de bureau,  
d'administration ou d'enseignement**



**Bâtiment à usage principal de bureau,  
d'administration ou d'enseignement**





### 1.7.8. Résultats du calcul de simulation électrique

Cette partie s'intéresse à la répartition de la consommation d'électricité dans la CAE de Lyon. L'analyse est décomposée en 3 parties :

- Hypothèses de calculs pour chaque usage
- Résultats de la simulation
- Indicateurs de performance

#### 1.7.8.1. Hypothèses de calcul et relevé d'état existant

##### ▪ **Chauffage :**

Les hypothèses sur les besoins de chauffage font l'objet d'un paragraphe dédié (voir §2.1.4 Déperditions énergétiques). Les calculs de déperdition font ressortir des besoins de chauffage de **1 079 MWh<sub>(EP PCS)</sub> / an**.

##### ▪ **Climatisation :**

Un seul VRV était présent sur site et dédié au bâtiment A pour 3 salles de réunion. Toutes les autres climatisations sont dédiées aux besoins des salles serveurs.

L'hypothèse sur les salles de réunions est une utilisation d'une heure par jour à puissance maximum, sur 261 jours travaillés. Celle sur les salles serveurs est une utilisation à 20% du temps à puissance maximum sur l'année complète.

De plus l'absence d'accès direct aux modules extérieurs des climatisations et l'absence de documentation (en partie) ne nous a pas permis d'avoir précisément les puissances électriques et frigorifiques des modèles Daikin.

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6
Etage compresseur	HP	HP	HP	HP	HP	HP
Marque, Modèle	A Hitachi VRV	A Daikin 1	A Daikin 2	A Daikin 3	P Daikin 1	P Daikin 2
Technologie	Piston	Piston	Piston	Piston	Piston	Vis
Fluide frigorigène	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A
Ancienneté	Récent	Ancien	Ancien	Ancien	Ancien	Ancien
Puissance électrique	5 kW	1 kW	1 kW	1 kW	1 kW	1 kW
Puissance frigorifique	13 kW	3 kW	3 kW	3 kW	3 kW	3 kW
Régulation de puissance	Variation vitesse + Tiroir	Encl./Décl. Pistons	Encl./Décl. Pistons	Encl./Décl. Pistons	Encl./Décl. Pistons	Encl./Décl. Pistons
Refroidissement huile	Air	Air	Air	Air	Air	Air
Type PAC	Air/air à détente directe					

Ainsi les besoins électriques pour la production de froid sont estimés à **7.769 MWh<sub>(EF)</sub> / an**

■ **Ventilation :**

Ci-après les hypothèses de calcul pour les puissances de ventilation avec un rendement de ventilation à **70%**.

Désignation	Type CTA	Débit d'extraction	Débit soufflage	Nombre d'occupants	Débit réglementaire	Ecart	Débit réel par personne	Perte de charge estimée du réseau	Puissance électrique
Extraction bât A	Mouvement mécanique	1 815 m³/h	1 815 m³/h	181	4 525 m³/h	-60%	10 m³/h	260 Pa	187 W
Ventilation naturelle bât A	Mouvement fictif	1 815 m³/h	1 815 m³/h						
Extraction bât O	Mouvement mécanique	800 m³/h	800 m³/h	24	800 m³/h	0%	33 m³/h	200 Pa	63 W
Ventilation naturelle bât O	Mouvement fictif	800 m³/h	800 m³/h						
Extraction bât A1	Mouvement mécanique	90 m³/h	90 m³/h	1	25 m³/h	260%	90 m³/h	250 Pa	9 W
Ventilation naturelle bât A1	Mouvement fictif	90 m³/h	90 m³/h						
Extraction bât A2	Mouvement mécanique	90 m³/h	90 m³/h	1	25 m³/h	260%	90 m³/h	250 Pa	9 W
Ventilation naturelle bât A2	Mouvement fictif	90 m³/h	90 m³/h						
Extraction bât P	Mouvement mécanique	3 500 m³/h	3 500 m³/h	151	3 775 m³/h	-7%	23 m³/h	340 Pa	472 W
Ventilation naturelle bât P	Mouvement fictif	3 500 m³/h	3 500 m³/h						

Ce qui induit, avec une hypothèse de fonctionnement sur 365 jours à puissance maximale 24h/24, des besoins électriques pour la ventilation de **6.49 MWh<sub>(Ef élec)</sub> / an**.

▪ **Bureautique :**

Ci-après les hypothèses d'inventaire des équipements informatiques basés sur un relevé manuel par bâtiments pour les locaux ouverts et disponibles.

Caractéristiques		Type	PC Fixe	Ecran LCD	Distributeur de canette	Imprimante Laser	Photocopieur	Console + Télé	Puissance installée	Consommation secteur	
P <sub>équipement</sub>			80 W	50 W	300 W	20 W	250 W	120 W			
Coefficient pour veille			10%	10%	20%	10%	10%	60%			
Qté équipement	Bâtiment A		166	166	2	11	11	2	25.4 kW	61.97 MWh	
	Bâtiment A1		1	1		0	0		0.1 kW	0.24 MWh	
	Bâtiment A2		2	2					0.3 kW	0.52 MWh	
	Bâtiment O		39	39		2	2		5.6 kW	13.97 MWh	
	Bâtiment O'		0	0		0	0		0.0 kW	0.00 MWh	
	Bâtiment P		179	179	2	16	16	2	28.4 kW	68.10 MWh	
Total			387	387	4	29	29	4			
Puissance par type			31.0 kW	19.4 kW	1.2 kW	0.6 kW	7.3 kW	0.5 kW			
% P <sub>équipement</sub> / P <sub>totale</sub>			51.76%	32.35%	2.01%	0.97%	12.12%	0.80%			
Puissance totale			59.8 kW								
Caractéristiques		Type	PC Fixe	Ecran LCD	Distributeur de canette	Imprimante Laser	Photocopieur	Console + Télé	Puissance semaine	P WE	P vacances
Bâtiment A	Util. semaine		7 h	7 h	3 h	1 h	3 h	1 h	7.1 kW	0.6 kW	0.1 kW
	Veille semaine		2 h	2 h	21 h	8 h	6 h	0 h			
	Util. WE		0 h	0 h	21 h	0 h	0 h	0 h			
	Veille WE		0 h	0 h	21 h	0 h	0 h	0 h			
	Veille vacances		0 h	0 h	21 h	0 h	0 h	0 h			
Bâtiment A1	Util. semaine		5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	0.0 kW	0.0 kW	0.0 kW
	Veille semaine		0 h	0 h	5 h	5 h	5 h	5 h			
	Util. WE		5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h			
	Veille WE		0 h	0 h	5 h	5 h	5 h	5 h			
	Veille vacances		0 h	0 h	5 h	5 h	5 h	5 h			
Bâtiment A2	Util. semaine		5 h	5 h	5 h	2 h	2 h	5 h	0.1 kW	0.0 kW	0.0 kW
	Veille semaine		5 h	5 h	5 h	22 h	22 h	5 h			
	Util. WE		0 h	0 h	5 h	0 h	0 h	5 h			
	Veille WE		0 h	0 h	5 h	24 h	24 h	5 h			
	Veille vacances		0 h	0 h	5 h	24 h	24 h	5 h			
Bâtiment O	Util. semaine		7 h	7 h	5 h	1 h	3 h	5 h	1.6 kW	0.0 kW	0.0 kW
	Veille semaine		2 h	2 h	5 h	8 h	6 h	5 h			
	Util. WE		0 h	0 h	5 h	0 h	0 h	5 h			
	Veille WE		0 h	0 h	5 h	0 h	0 h	5 h			
	Veille vacances		0 h	0 h	5 h	0 h	0 h	5 h			
Bâtiment O'	Util. semaine		5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	0.0 kW	0.0 kW	0.0 kW
	Veille semaine		5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h			
	Util. WE		5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h			
	Veille WE		5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h			
	Veille vacances		5 h	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h			
Bâtiment P	Util. semaine		7 h	7 h	3 h	1 h	3 h	1 h	7.8 kW	0.6 kW	0.1 kW
	Veille semaine		2 h	2 h	21 h	8 h	6 h	0 h			
	Util. WE		0 h	0 h	21 h	0 h	0 h	0 h			
	Veille WE		0 h	0 h	21 h	0 h	0 h	0 h			
	Veille vacances		0 h	0 h	21 h	0 h	0 h	0 h			

L'hypothèse sur les besoins de bureautique est donc prise à : **144.8 MWh<sub>(Éf élec)</sub> / an.**

▪ **Eclairage :**

Ci-après les hypothèses d'inventaire des équipements d'éclairage basés sur un relevé manuel par bâtiments pour les locaux ouverts et disponibles.

Caractéristiques	Type ampoule	Fluorescent T5			Surface éclairée [m²]	Niveau d'éclairage [Lux]	Pourcentage de la puissance totale	Puissance installée	Ratio W/m²
	P ampoule	14 W	21 W	24 W					
	Nb ampoule / luminaire	4	2	2					
	Lumens / ampoule	1 250	1 920	1 750					
	Type Ballast	Electro	Electro	Electro					
	P ballast	1.0	1.0	1.0					
	P luminaire	56 W	42 W	48 W					
Nb luminaire	Bâtiment A	424	63	163	2 336	1255	47%	34.2 kW	14.6
	Bâtiment A1		2	4	155	140	0%	0.3 kW	1.8
	Bâtiment A2	11		15	145	741	2%	1.3 kW	9.2
	Bâtiment O	81	14	39	495	1203	10%	7.0 kW	14.1
	Bâtiment O'	0	0	0	158	0	0%	0.0 kW	0.0
	Bâtiment P	369	47	143	2 682	942	41%	29.5 kW	11.0

Secteurs	Nombre d'heures de fonctionnement	Puissance installée	Coefficient de fonctionnement	Conso. annuelle	Caractéristiques Type			Puissance semaine	P WE	P vacances
					14 W	21 W	24 W			
Bâtiment A	1 681.7 h	34.2 kW	100%	57.5 MWh	Util. semaine	5 h	6 h	3 h	6.6 kW	0.0 kW
Bâtiment A1	2 184.0 h	0.3 kW	100%	0.6 MWh	Util. WE	0 h	0 h	0 h	0.1 kW	0.1 kW
Bâtiment A2	1 456.0 h	1.3 kW	100%	1.9 MWh	Util. vacances	0 h	0 h	0 h	0.0 kW	0.0 kW
Bâtiment O	1 655.8 h	7.0 kW	100%	11.6 MWh	Util. semaine	4 h	5 h	4 h	0.2 kW	0.0 kW
Bâtiment O'	0.0 h	0.0 kW	100%	0.0 MWh	Util. WE	0 h	5 h	0 h	0.0 kW	0.0 kW
Bâtiment P	1 675.0 h	29.5 kW	100%	49.4 MWh	Util. vacances	0 h	5 h	0 h	1.3 kW	0.0 kW
Totale		0.0 kW	100%	121 MWh	Util. semaine	5 h	6 h	3 h	0.0 kW	0.0 kW
					Util. WE	5 h	5 h	5 h	0.0 kW	0.0 kW
					Util. vacances	5 h	5 h	5 h	0.0 kW	0.0 kW
					Util. semaine	5 h	6 h	3 h	5.7 kW	0.0 kW
					Util. WE	0 h	0 h	0 h	0.0 kW	0.0 kW
					Util. vacances	0 h	0 h	0 h	0.0 kW	0.0 kW

L'hypothèse sur les besoins de bureautique est donc prise à : **121 MWh<sub>(Ef élec)</sub> / an.**

On constate que les bâtiments A, O et P présente un ratio en W/m2 bien supérieur à 7.5. Valeur moyenne nationale pour un éclairage suffisant dans des zones de travail tertiaire ;



▪ **Eau chaude sanitaire :**

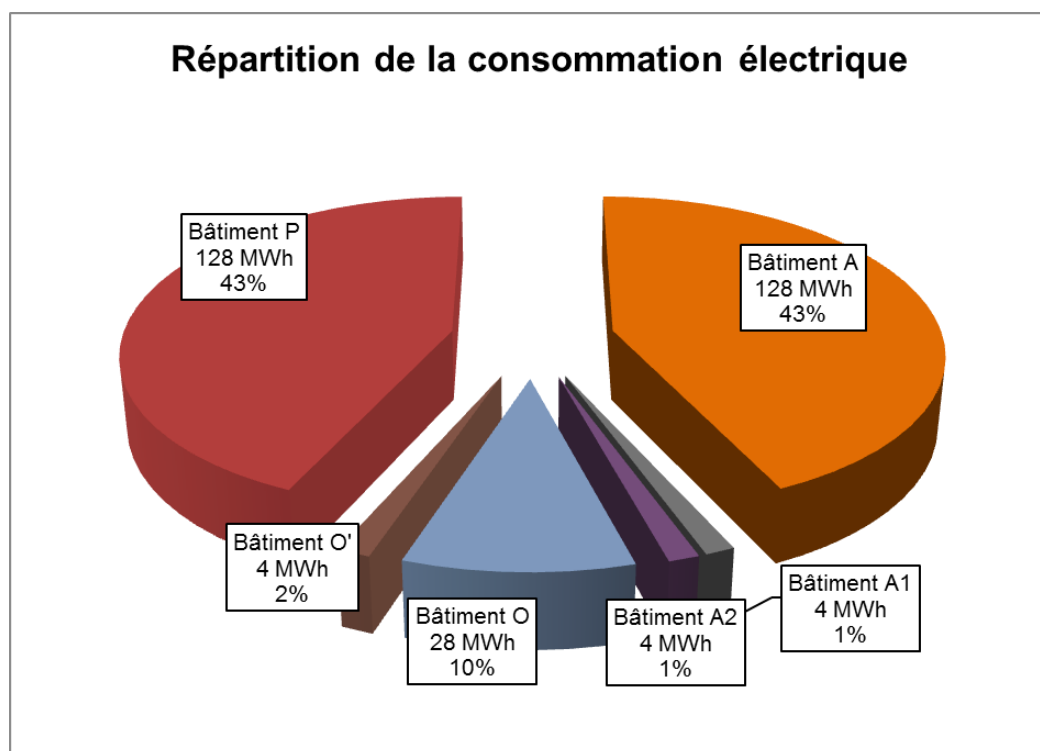
Ci-après les hypothèses d'inventaire des équipements d'ECS basés sur un relevé manuel par bâtiments avec une température d'eau de ville de 10°C.

Nom	Bâtiment A	Bâtiment A1	Bâtiment A2	Bâtiment O	Bâtiment O'	Bâtiment P
Type de production	Electrique accumulation	Electrique accumulation	Electrique accumulation	Electrique accumulation	Electrique accumulation	Electrique accumulation
Nombre	2	1	1	1	1	2
Puissance unitaire	2.0 kW	0.5 kW	0.5 kW	2.0 kW	0.5 kW	2.5 kW
Volume	150 l	50 l	50 l	150 l	50 l	200 l
Déperditions liées à la production	30 kWh/an	10 kWh/an	10 kWh/an	30 kWh/an	10 kWh/an	30 kWh/an
Température de production	60 °C	60 °C	60 °C	60 °C	60 °C	60 °C
Type de réseau	Non bouclé					
Eléments/zones desservis	Tous les étages pour les colonnes sanitaires	Maison	Sanitaires	Tous les étages pour les colonnes sanitaires	Sanitaires	Tous les étages pour les colonnes sanitaires
Besoins en ECS	94.48 m3/an	18.25 m3/an	1.05 m3/an	25.00 m3/an	3.00 m3/an	78.82 m3/an
Consommations électriques	5 494 kWh/an	1 061 kWh/an	61 kWh/an	1 454 kWh/an	174 kWh/an	4 583 kWh/an
Commentaire	Système adapté et isolé	Système adapté et isolé	Système adapté et isolé	Système adapté et isolé	Système adapté et isolé	Système adapté et isolé

L'hypothèse sur les besoins de bureautique est donc prise à : **12.8 MWh<sub>(Ef élec)</sub> / an.**

### 1.7.8.2. Résultats

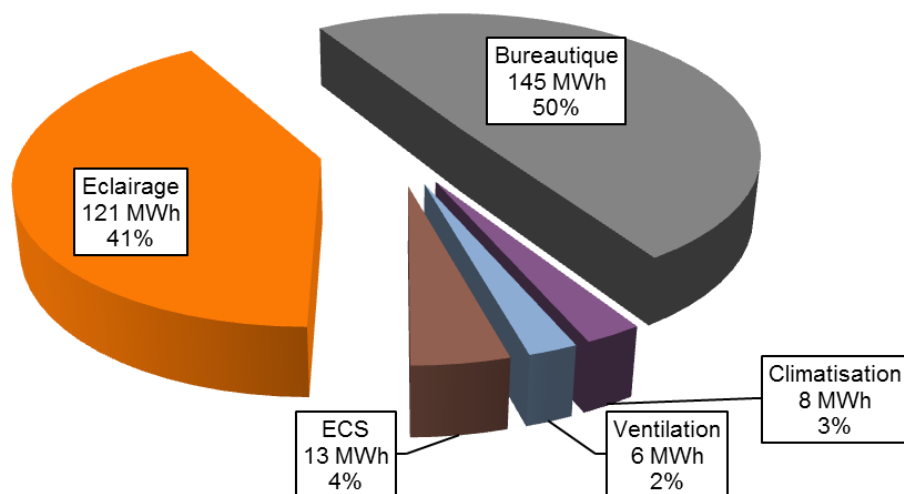
*Ci-après les graphiques de consommations électriques par bâtiments et par usage :*



#### **Observations :**

- On remarque que le bâtiment P qui est le plus grand n'est pas le plus grand consommateur de gaz pour le chauffage avec 17% mais que c'est le bâtiment A avec 43%. Ceci est normal au vu des travaux d'isolation qui ont été effectué sur le bâtiment P (combles et murs par l'extérieur) par rapport à ceux du bâtiment A (uniquement les plénums du dernier étage).
- De plus on observe que les bâtiments plus petit comme les bâtiments O, O' sont plutôt gros consommateurs par rapport à leurs surfaces respectives. De la même manière des travaux d'isolation sont manquants sur ces bâtiments.

## Répartition des consommations électriques par usages

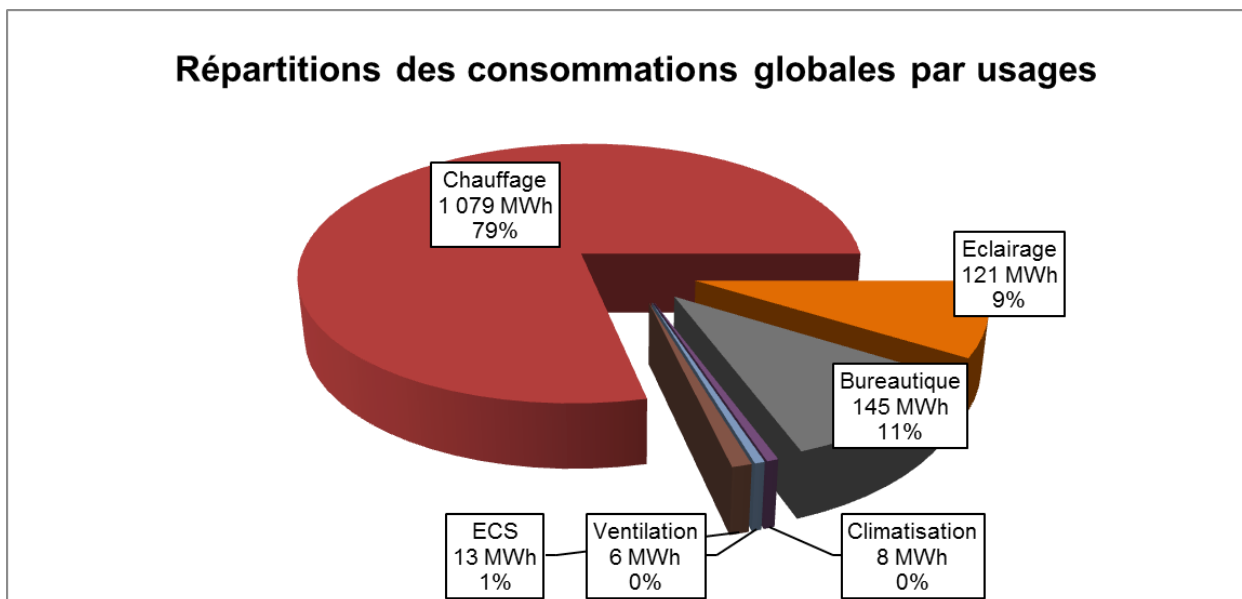


### Observations :

- On remarque que les consommations d'électricité sont principalement imputables à la bureautique avec 50% et à l'éclairage avec 41%. Les autres usages sont négligeables.

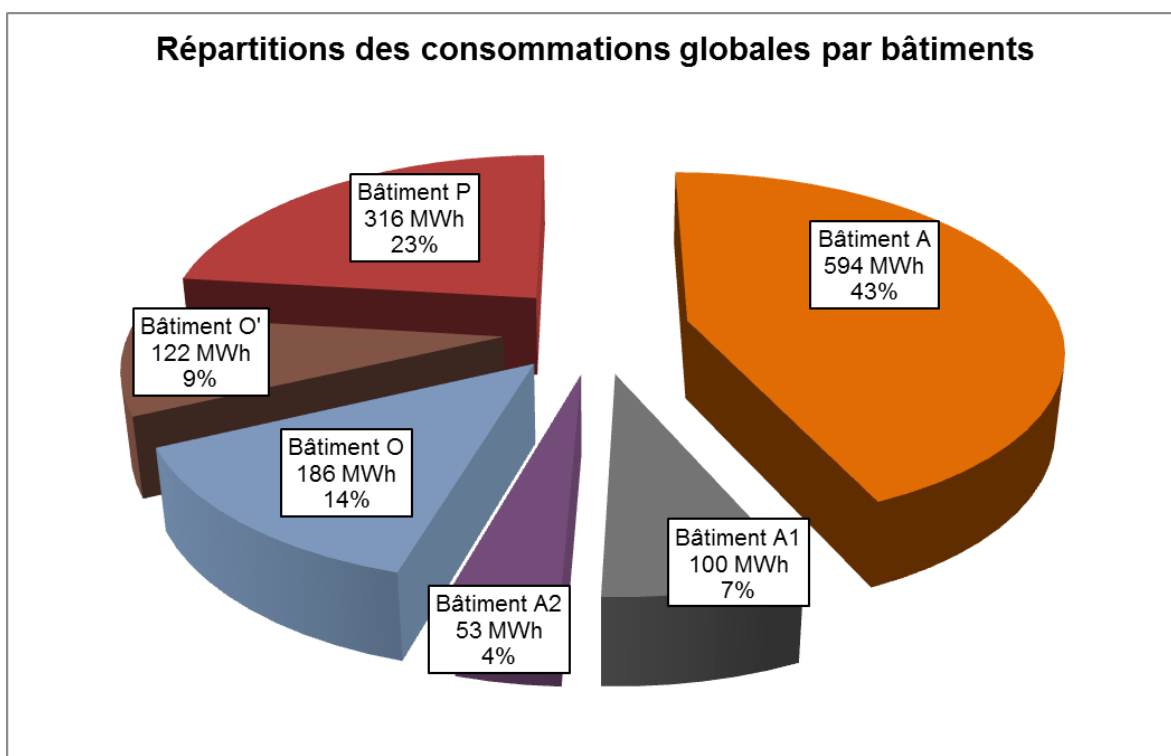
### 1.7.9. Résultats du calcul des simulations électrique et thermique

Ci-après les graphiques de consommations globales par bâtiments et par usage :



**Observations :**

- Comme attendu, on remarque que les consommations sont principalement imputables au chauffage à 79% (cf §2.1.5)



**Observations :**

- On constate que le bâtiment A est le plus consommateur en raison de son faible niveau d'isolement thermique et des nombreuses installations électriques induites par la forte occupation.
- De manière générale les bâtiment les plus occupés sont les plus consommateurs, viennent donc ensuite le bâtiment P avec 23% puis le bâtiment O avec 14%.



## 1.8. Equipements techniques et composants « gros entretien »

Commentaire de synthèse sur l'état général de santé du site :





Le site est globalement bien entretenu, les bâtiments présentent tous un bon entretien général.







Absence de gros désordres significatifs, néanmoins le bâtiment O' (archive) nécessite des travaux de cloisonnements, de faux plafonds et de sanitaires.

Légende tableau :






(a) Echelle de cotation des ouvrages :

4	= bon état, fonction parfaitement remplie
3	= état moyen, quelques défauts, fonction correctement remplie
2	= état médiocre, dégradation partielle et/ou fonction mal remplie
1	= état mauvais, dégradation générale et/ou fonction non remplie

Descriptif	Etat	Photo	Note (a)
<b>Bâtiment P</b>			
<b>CLOS - COUVERT</b>			
Structure : Corps principal du bâtiment en pierre Jointoyées de 1874.	Bon état		4
Couverture extérieure : La couverture est en tuile.	Bon		4
Charpente – Etanchéité – : Charpente traditionnelle bois	Bon		4
Façades : bâtiment P Entrée principale	Bon		4

Descriptif	Etat	Photo	Note (a)
<u>Façades</u> : bâtiment P  Façade arrière	Bon		4
<u>Ouvertures extérieures</u> :  Menuiseries double vitrage PVC en double vitrage datant 2005	Bon		4
<u>Protections solaires</u> : Stores brises soleil installés avec les fenêtres en 2005.	Bon		4
Equipements techniques			
<u>Electricité Courant fort</u> :  TGBT changé en 2008 ans.	Bon		4
<u>Electricité Courant fort</u>  Eclairage par néons. Moins de 10 ans.	Bon		4
<u>Electricité Courant faible</u> : Absences d'informations, néanmoins l'éclairage du bâtiment P est en bon état l'entretien est réalisé régulièrement.	Bon		4
<u>Equipements de sécurité incendie</u> :  SSI A et détection incendie réalisées il y a 5 ans.	Bon		4
<u>Equipements de sécurité incendie</u> :  2 trappes de désenfumages dans les cages d'escalier vieilles de 5 ans.  Extincteurs de 2014.	Bon		4

Descriptif	Etat	Photo	Note (a)
<u>Plomberie Sanitaire :</u>  Présence de sanitaires adaptés pour les personnes en fauteuil roulant.	Bon		4
<u>Ascenseurs, monte-charges</u>  Ascenseurs dans hall d'entrée principale. Datant entre 10 et 15 ans	Bon		4
<u>Chaufferie : Gaz</u>  La chaufferie a été remplacée en 2008	Bon		4
<b>Aménagements intérieurs</b>			
<u>Sols :</u>  RDC : Carrelage ;  Etages : dalle béton d'époque recouverte par les plastiques de moins de 10 ans. Carrelages scellés années 2000	Bon		4
<u>Murs intérieurs et cloisons :</u>  Cloisons légères des années 2005 "Rénovées régulièrement".	Bon		4
<u>Plafonds et faux-plafonds :</u> Faux plafonds de dates variables en état d'usage.	Bon		4

Descriptif	Etat	Photo	Note (a)
<u>Ouvertures intérieures :</u> Portes de distribution bois. Etat d'usage	Bon		4
Aménagements extérieurs			
<u>Clôtures et portails</u> Présence d'un portail en état de fonctionnement.	Bon		4
<u>Revêtements voirie et parking</u> Revêtements bitumineux de moins de 3 ans,	Bon		4
<u>Réseaux divers</u> Bon état général des regards et réseaux divers d'évacuation	Bon état		4
<u>Garde-corps</u> Garde-corps et murs d'enceinte rénovés il y a dix ans.	Bon		4
<u>Espaces verts :</u> Espaces verts globalement en bon état.	Bon		4



## 1.9. Mise aux normes

Au global pour le site certains rapports de vérifications périodiques sont absents. Il conviendra d'annexer au registre les rapports manquant. La plupart des remarques concernent l'entretien courant.

### Bâtiment P

Objet	Réalisé oui/non	Satisfaisant / Non Satisfaisant / Sans objet	Remarques
Installations électriques –	Oui	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Sécurité Incendie Désenfumage	Oui	Satisfaisant	Rapport annuel des moyens de secours réalisés.
Equipeement alarme	OUI	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Eclairage de sécurité	OUI	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Sécurité Incendie Potentiel calorifique	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Sécurité Incendie Installation Sprinkler	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
SSI	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Portes et portails automatiques	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Plomb	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Installations Gaz/Thermiques	Oui	Satisfaisant	<b>Rapport de vérification annuel de 2018</b>
Amiante	Oui	Satisfaisant	Rapport de repérage Amiante intégration au DTA 01/07/2015 BSDA
Accessibilité handicapée / Agenda Accessibilité Programme (ADAP)	Oui	Satisfaisant	Le site est accessible pour les personnes en fauteuil roulant.
Ascenseurs – Monte charges	Oui	Non satisfaisant.	Rapport de vérification générale périodique de 20/04/2018 observations : l'éclairage de secours de la cabine.
Protection contre la foudre	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Aération des locaux de travail	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué

### Bâtiment A

Objet	Réalisé oui/non	Satisfaisant / Non Satisfaisant / Sans objet	Remarques
Installations électriques –	Oui	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Sécurité Incendie Désenfumage	Oui	Satisfaisant	Rapport annuel des moyens de secours réalisés.
Equipement alarme	OUI	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Eclairage de sécurité	OUI	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Sécurité Incendie Potentiel calorifique	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Sécurité Incendie Installation Sprinkler	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
SSI	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Portes et portails automatiques	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Plomb	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Installations Gaz/Thermiques	Oui	Satisfaisant	<b>Rapport de vérification annuel de 2018</b>
Amiante	Oui	Satisfaisant	Rapport de repérage Amiante intégration au DTA 01/07/2015
Accessibilité handicapée / Agenda Accessibilité Programme (ADAP)	Oui	Satisfaisant	Le site est accessible pour les personnes en fauteuil roulant.
Ascenseurs – Monte charges	Oui	Satisfaisant	Rapport de vérification générale périodique de 20/04/2018
Protection contre la foudre	NON	Non satisfaisant.	Non communiqué
Aération des locaux de travail	NON	Non satisfaisant.	Non communiqué

## Bâtiment O

Objet	Réalisé oui/non	Satisfaisant / Non Satisfaisant / Sans objet	Remarques
Installations électriques –	Oui	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Sécurité Incendie Désenfumage	Oui	Satisfaisant	Rapport annuel des moyens de secours réalisés.
Equipement alarme	OUI	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Eclairage de sécurité	OUI	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Sécurité Incendie Potentiel calorifique	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Sécurité Incendie Installation Sprinkler	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
		Non satisfaisant.	
SSI	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Portes et portails automatiques	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Plomb	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Installations Gaz/Thermiques			<b>Rapport de vérification annuel de 2018</b>
Amiante	Oui	Satisfaisant	Rapport de repérage Amiante 01/07/2015
Accessibilité handicapée / Agenda Accessibilité Programme (ADAP)	Oui	Satisfaisant	Le site est accessible pour les personnes en fauteuil roulant.
Protection contre la foudre	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Ascenseurs – Monte charges	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Aération des locaux de travail	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué

## Bâtiment O'

Objet	Réalisé oui/non	Satisfaisant / Non Satisfaisant / Sans objet	Remarques
Installations électriques –	Oui	Satisfaisant	Rapport de vérification électricité visite périodique
Sécurité Incendie Désenfumage	Oui	Satisfaisant	Rapport annuel des moyens de secours réalisés.
Sécurité Incendie Potentiel calorifique	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Sécurité Incendie Installation Sprinkler	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Equipement alarme	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
SSI	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Eclairage de sécurité	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Portes et portails automatiques	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Plomb	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Installations Gaz/Thermiques	Oui	Satisfaisant	Rapport de vérification annuel de 2018
Amiante	Oui	Satisfaisant	Rapport de repérage Amiante 01/07/2015
Accessibilité handicapée / Agenda Accessibilité Programme (ADAP)	Oui	Satisfaisant	Le site est accessible pour les personnes en fauteuil roulant.
Protection contre la foudre	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Ascenseurs – Monte charges	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué
Aération des locaux de travail	NON	Non satisfaisant.	Absence de document Non communiqué

Avis global sur la conformité réglementaire :

**Bon**

## 1.10. Etat de la situation au regard des obligations réglementaires

Le présent chapitre répertorie les remarques concernant les différentes réglementations applicables aux bâtiments

du site.

### 1.10.1. Etat réglementaire

Le tableau ci-après reprend les avis qui concernent l'état réglementaire du bâtiment :

Légende de lecture	Contrôle conforme RAS	
	Observations pouvant être réglées par des actions d'entretien courant	
	Observations nécessitant des travaux de mise en conformité	

Objet	Réalisé oui/non	Satisfaisant / Non Satisfaisant / Sans objet	Remarques
-------	-----------------	--	-----------

Bâtiment	Commentaire	Priorité/scénario
Ensemble du site	Des contrôles réglementaires sont manquants Certains rapports de contrôles réglementaires ne sont pas présents sur le site. Il faut donc mettre à jour les vérifications applicables.	Action à faire en priorité et indiquée dans le scénario 1



## 1.11. Gestion du site

### 1.11.1. Contrats de maintenance

Contrat de maintenance	Analyse	Améliorations proposées
Chaufferie	Contrat de maintenance non présenté. Cahier de chaufferie présent et à jour.	Mettre en place une plateforme informatique pour le site qui regrouperait tous les contrats de maintenance.
Ascenseurs	Contrat de maintenance non présenté. Le registre de sécurité mentionne le passage de la société de maintenance. (Otis)	/
Climatisation	Sans objet	/
Portes et portails	Contrat de maintenance non présenté. Le registre de sécurité mentionne le passage de la société de maintenance. (Otis)	/
Portes automatiques	Contrat de maintenance non présenté. Absence d'information	/
Extincteurs	Contrat de maintenance non présenté. Contrôles et maintenance réalisés	/
Désenfumage	Contrat de maintenance non présenté. Contrôles et maintenance réalisés	/
SSI	Contrat de maintenance non présenté. Contrôles et maintenance réalisés	/
Espaces verts	Entretien fait par le gardien	/
Toitures terrasses	Présence d'une toiture terrasse sur le bâtiment C2 : RAS	/
Ventilation	Absence de document	Mettre en place la maintenance des équipements

### 1.11.2. Contrats d'exploitation

Contrat d'exploitation	Analyse	Améliorations proposées
Nettoyage intérieur	Aucune information communiquée	/
Lavage des vitres	Aucune information communiquée	/
Alarme intrusion/vidéo-surveillance	Aucune information communiquée	/

### 1.11.3. Contrats de maintenance

Aucune information (documents) communiquée.

#### 1.11.4. Contrats de fourniture d'énergie

Contrat d'exploitation	Analyse	Améliorations proposées
Electricité	Contrats non communiqués mais normalement régionaux donc Contrat CARD à prix fixes	Aucune, le contrat CARD souscrit avec direct énergie vous garantit des prix fixes jusqu'à fin 2019. Les prix négociés sont en revanche identiques à fin 2017, il n'y aura donc aucune augmentation tarifaire.
Gaz	Contrats non communiqués mais normalement régionaux donc Contrat CARD à prix fixes	Aucune, le contrat CARD souscrit avec Gaz de Bordeaux vous garantit des prix fixes jusqu'à fin 2019. Les prix négociés sont en revanche plus bas que fin 2017, il y aura donc une baisse tarifaire.

#### Commentaires :

Les contrats souscrits semblent compétitifs, le simple fait que les prix soient fixes jusqu'en 2019 est déjà en soit une économie. Néanmoins seule une analyse détaillée des factures permettra, de visualiser le prix global en €TTC/MWh (coût spécifique) et donc de comparer le contrat par rapport aux établissements identiques en termes de consommations d'énergie.

Nous avons fournis une analyse de ce type au §2.1.5 mais elle se réfère aux prix 2017, plus en vigueur en 2018.

Lors de la renégociation des contrats il faut être attentif au prix de l'énergie c€/kWh (et le stockage dans le cas du gaz), au prix de l'abonnement mais aussi aux locations et services associés qui sont souvent une part cachée du prix réel lorsqu'il est pratiqué un tarif compétitif du kilowattheure et une absence d'abonnement.

Il est à noter que, les contrats uniques ou CARD à prix fixes proposés par les fournisseurs d'électricité, facturent distinctement l'utilisation du réseau public de distribution d'électricité et le coût de l'électron propre en se basant sur le tarif d'utilisation du réseau de transport d'électricité (TURPE) du gestionnaire de réseau (ERDF ou RTE).

Ces prix incluent :

- les redevances de comptage,
- les composantes mensuelles des dépassements de puissance souscrite,
- la composante annuelle de l'énergie réactive,
- les redevances liées aux engagements personnalisés relatifs à la continuité ou à la qualité de fourniture,
- les prestations réalisables par le Gestionnaire de Réseau de Distribution, en particulier le raccordement du Point de Livraison au Réseau Public de Distribution,
- la Contribution au Service Public de l'Électricité (Loi n°2003-8 du 3 janvier 2003) ; qui seront facturés par EDF au Client conformément aux indications transmises par le Gestionnaire de Réseau de Distribution.

Ce qui est totalement similaire avec les fournisseurs de gaz, qui facturent l'utilisation du réseau de distribution de gaz et le coût de la molécule propre en se basant sur le tarif d'utilisation du réseau de transport de gaz (ATRT et ATRD) du gestionnaire de réseau (GRTgaz et TIGF).

Ces prix incluent :

- Les coûts de transport et de distribution propres aux gestionnaires de réseaux,
- Les coûts de stockage,
- Les taxes et contributions (CTA, TICGN et TVA),

Ainsi les évolutions de ces tarifs arrêtées par les ministres chargés de l'économie et de l'énergie s'appliquent de plein droit à vos contrats, dès leur date d'entrée en vigueur, sans qu'il soit besoin de conclure un avenant. Vous êtes susceptibles de voir les prix évoluer malgré la dénomination « prix fixes » de votre contrat.

## 1.12. Utilisation

### 1.12.1. Chauffage

#### 1.12.1.1. Equipement de production

La production de chauffage de la cité est centralisée pour tous les bâtiments, autour d'une chaufferie centrale située dans un local technique du bâtiment P.

Elle est composée de deux chaudières à condensation UNICAL SuperModulex 660 de puissance unitaire 648 kW fonctionnant au gaz. Les installations sont composées d'un groupe de maintien de pression pneumatique raccordé sur le retour primaire. Il assure l'expansion thermique de l'eau du réseau et l'appoint d'eau automatiquement (sans traitement). Il y a également un désemboueur magnétique sur le retour primaire.



Une des deux chaudières

***Ci-dessous les résultats du calcul de combustion basés sur les relevés du livret de chaufferie (contrôle de combustion du 6/04/2017) :***

	N°1	N°2
Marque chaudière	UNICAL	UNICAL
Modèle chaudière	Supermodulex 660	Supermodulex 660
Puissance chaudière	648 kW	648 kW
Modèle brûleur	Multi-brûleur pré-mix modulant low-Nox	Multi-brûleur pré-mix modulant low-Nox
Type Brûleur	Modulant	Modulant
Puissance brûleur	648 kW	648 kW
Année de mise en service	2008	2008
Combustible	Gaz Naturel	Gaz Naturel
Température fumées	51.3 °C	54.3 °C
Température air	11.8 °C	10.7 °C
O <sub>2</sub>	8.2%	12.8%
Excès d'air	57.6%	140.6%
Teneur CO <sub>2</sub>	7.1%	4.5%
f	0.432	0.345
$\eta_{\text{combustion sur PCI}}$	97.6%	96.7%
Pertes fumées	2.4%	3.3%

#### Observations :

- Les rendements de combustion sont assez bons avec 97.6% pour la chaudière 1 et 96.7% pour la chaudière 2. Les températures des fumées sont assez basses pour engendrer une bonne condensation des fumées.
- En revanche les excès d'air sont jugés élevés surtout pour la chaudière 2. Habituellement un excès d'air de 30% est un maximum. Pour rappel un excès d'air important induit des pertes par les fumées plus importantes et, in fine, un rendement plus faible.

### 1.12.1.2. Distribution

Les chaudières sont raccordées vers de collecteurs primaires en départ et en retour vers une bouteille de découplage hydraulique d'où partent deux réseaux secondaires.

- Le premier est un réseau régulé en température (présence d'une vanne 3 voies V3V) qui distribue les besoins vers les bâtiments P, A1 et A2.
- Le second est un réseau non régulé en température qui distribue les besoins vers deux sous-stations.



La bouteille de découplage et les deux réseaux secondaires

Les sous stations sont toutes composés d'une bouteille de découplage reliée à des collecteurs d'où partent plusieurs réseaux tertiaires tous régulés en température (V3V) distribuant les besoins dans les bâtiments.

- Sous station bâtiment A :
  - Circuit radiateurs et plancher chauffant,
  - Circuit radiateurs nord,
  - Circuit radiateur sud,



- Sous station bâtiment O :
  - o Circuit radiateurs bâtiments O et O'.



- Sous station bâtiment R : **cette sous-station n'est plus utilisée en raison de la démolition des bâtiments R et G**
  - o Circuit radiateurs (bâtiment R)
  - o Circuit radiateurs (bâtiment G)

### 1.12.1.3. Régulation

La régulation des réseaux régulés en température est toujours assurée par un automate SAUTER NOVAFLEX qui agit sur une vanne trois voies entre l'aller et le retour permettant la mise en place d'une loi d'eau sur ce réseau.

Il y a un automate par sous-station plus un dans la chaufferie pour le réseau P et la gestion des chaudières.



Gestion chaudières :

- Loi d'eau : T départ de 75°C pour Text = -10°C et T départ de 30°C pour Text = 20°C,
- Programmation horaire : mode normal du lundi au vendredi de 6h00 à 17h00 et mode réduit du lundi au vendredi de 17h00 à 6h00 et le week-end.

Bâtiments P, A1 et A2 :

- Température de consigne en mode confort de 21°C,
- Température de consigne de réduit en mode économie de 19°C,
- Loi d'eau : T départ de 56°C pour Text = -10°C et T départ de 28°C pour Text = 20°C,
- Programmation horaire : mode normal du lundi au vendredi de 6h00 à 17h00 et mode réduit du lundi au vendredi de 17h00 à 6h00 et le week-end.



Bâtiments O et O' :

- Température de consigne en mode confort de 21°C,
- Température de consigne de réduit en mode économie de 19°C,
- Loi d'eau : T départ de 73°C pour Text = -10°C et T départ de 30°C pour Text = 20°C,
- Programmation horaire : mode normal du lundi au vendredi de 6h00 à 17h00 et mode réduit du lundi au vendredi de 17h00 à 6h00 et le week-end.

Bâtiment A:

- Température de consigne en mode confort de 21°C,
- Température de consigne de réduit en mode économie de 19°C,
- Loi d'eau : T départ de 70°C pour Text = -10°C et T départ de 30°C pour Text = 20°C,
- Programmation horaire : mode normal du lundi au vendredi de 6h00 à 17h00 et mode réduit du lundi au vendredi de 17h00 à 6h00 et le week-end.

#### 1.12.1.4. Diffusion

Les émetteurs sont presque tous des radiateurs en fonte d'ancienne génération qui ont pu être conservés lors des rénovations mais aussi des radiateurs acier basse température pour ceux qui ont dû être remplacés. Tous sont équipés de robinets thermostatiques normalement inviolables mais qui sont malheureusement pour la plupart manipulable par le personnel.



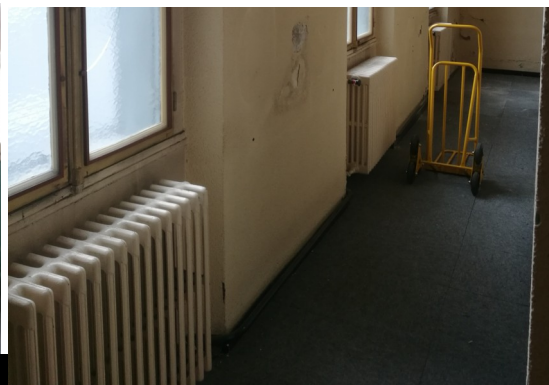
Radiateur bâtiment A



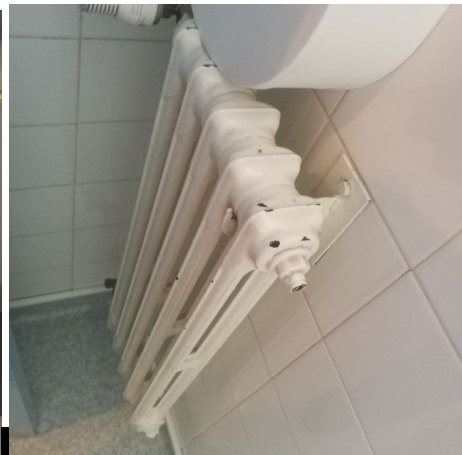
Radiateur bâtiment A1



Radiateur bâtiment O



radiateur bâtiment O'



Radiateurs bâtiment P

### 1.12.2. Ventilation

Pour l'ensemble des locaux de la cité administrative de Clermont-Ferrand, le renouvellement d'air s'effectue :

- en extraction par des modules de ventilation mécanique contrôlée (VMC) installés en combles et desservant les colonnes des sanitaires,
- en insufflation par des grilles de ventilation naturelle prévues dans les menuiseries,

Les modèles de ventilation sont les suivants :

- Pour le bâtiment A : 3 caissons d'extraction Aldes T.VEC 201 A de 605 m<sup>3</sup>/h,
- Pour le bâtiment A1 et A2 : 1 VMC Aldes T.VEC 181 AB de 90 m<sup>3</sup>/h,
- Pour le bâtiment O : 1 caisson d'extraction Aldes T.VEC 201 B de 800 m<sup>3</sup>/h,
- Pour le bâtiment O' : Inconnu
- Pour le bâtiment P : 2 caisson d'extraction Aldes T.VEC 20201 B de 1750 m<sup>3</sup>/h

Nous n'avons constaté aucune horloge ou régulation sur ces systèmes et avons donc posé comme hypothèse un fonctionnement sur 365 jours à puissance maximale 24h/24.



Caisson bâtiment A



Caisson bâtiment O

### 1.12.3. Eau Chaude Sanitaire

Sur le site la production d'eau chaude sanitaire est faite par des ballons électriques répartis à différents endroits dans les bâtiments. L'usage associé n'est qu'une faible consommation liée à un usage de sanitaires de bureaux.

Ce sont tous des systèmes de production électriques à accumulation ou semi accumulation situé dans les sanitaires ou locaux ménages et desservant les colonnes sanitaires.



### 1.13. Actions antérieures

N° Chorus site : 142283				CITE ADMINISTRATIVE CLERMONT-FERRAND											
Nature des travaux ayant été réalisés notamment au regard des préconisations des derniers audits disponibles	UN NUMERO PAR CASE MAXIMUM			Date	Montant total	COCHER LA CASE DU OU DES BATIMENTS CONCERNES								Observations	
	Axe de politique immobilière (numéro 1 à 7) 1: Sécurité/hygiène - 2:Sûreté - 3:Continuité fonctionnement vital - 4: Adaptation à l'usage - 5:pérennité des ouvrages - 6:Energie - 7:Accessibilité					Batiment P	Batiment O	Batiment O'	Batiment A	Batiment A1	Batiment A2	Si travaux d'économie d'énergie (axe 6)			
						383 435	164 683	331 389	199 798	337 466	164 701	Economie prévue par l'audit (en % de la consommation finale elec ou gaz)	Economie moyenne réelle constatée (en % de la consommation finale elec ou gaz)		
Isolation sous les plénums du dernier étage avec 60 mm de laine de verre R >	6			01/01/2015	Inconnu		X		X			Non prévu par l'audit		13.22%	Réduction des consommations de gaz nature entre l'année 2017 et 2009
Remplacement des portes des issues de secours en double vitrage alu 4/16/4	1	2	6	01/01/2015	Inconnu		X		X			Non prévu par l'audit			
Mise en place d'extracteurs d'air pour les sanitaires	1			01/01/2015	Inconnu				X			Non prévu par l'audit			
Isolation par l'extérieure avec des panneaux de polystyrène de 100 mm, finition en crépis taloché fin			6	01/01/2010	Inconnu	X						14.66%			
Isolation des combles en laine de roche soufflée d'épaisseur 300 mm			6	01/01/2010	Inconnu	X						9.77%			
Changement des menuiseries extérieures		5	6	01/01/2008	Inconnu	X						Non prévu par l'audit			
Changement des menuiseries extérieures avec des type bois 4/16/4		5	6	01/01/2014	Inconnu					X		Non prévu par l'audit			
Isolation des murs intérieurs avec un panneau de polystyrène expansé d'épaisseur 90 mm et d'une plaque de de plâtre BA 13mm			6	01/01/2014	Inconnu					X		Non prévu par l'audit			
Mise en place d'extracteurs d'air pour les sanitaires	1			01/01/2014	Inconnu					X		Non prévu par l'audit			

**Il n'existe aucun travaux ayant été préconisés au regard des derniers audits disponibles, et non réalisés. On remarque néanmoins que l'ensemble de travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique réalisés sur le site, a permis une réduction 13.22% des consommations d'énergie finale.**

## Propositions d'actions et de travaux

Le détail des propositions d'actions et de travaux figure dans l'annexe 4 des différents bâtiments.

### 1.14. Propositions relevant de l'amélioration énergétique du site

L'ensemble des améliorations énergétiques proposées ci-après présentent des gains énergétiques à prendre individuellement.

Tous les gains énergétiques fournis sont basés sur les études thermique et électrique précédemment exposées. Par ailleurs toutes nos estimations de travaux sont basées sur les prix de matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 », les hypothèses seront à chaque fois données.

Ces estimations ne se substituent en aucun cas à des études de travaux et thermiques fournies par les bureaux d'études. Elles ne sont là que pour évaluer un investissement du point de vue énergétique en s'affranchissant des notions de pérennité des ouvrages et du cycle de vie des équipements existants.

#### Commentaire de synthèse :

Les propositions d'améliorations énergétiques portent principalement sur l'isolation du bâti, la ventilation ainsi que sur la régulation de chauffage et le niveau d'éclairage.

Bâtiment	Contituants	Travaux	CoûtsTTC [k€]	Economies		TRB [année]
				Energies [MWh/a]	Financière s [k€/a]	
Tous	Chauffage	Mise en place d'une consigne de température de réduit hors occupation à 15°C	1.0 k€	43	1.8	0.6
Tous	Réseaux de chauffage et armoire électriques	Mise en place d'un plan de comptage	4.5 k€	76	5.3	0.8
Tous	Eclairages	Relamping total des luminaires par une technologie de type LED				
A	Murs	Isolation des murs par l'intérieur	350.0 k€	268	11.2	31.3
A	Eclairage	Réduction de la puissance d'éclairage	0.0 k€	29	2.4	Immédiat
A	Ventilation	Mise en place d'une ventilation double flux	121.0 k€	41	1.7	71
A1	Murs	Isolation des murs par l'intérieur	55.9 k€	43	1.8	31.2
A1	Combles	Isolation des combles	9.0 k€	21	0.9	10.3
A1	Menuiseries	Changement des menuiseries par des bois 4-16-4 argon	13.2 k€	3	0.1	105.5
A2	Combles	Isolation des combles	9.0 k€	22	0.2	9.8
O	Murs	Isolation des murs par l'intérieur	94.1 k€	101	4.2	22.3
O	Eclairage	Réduction de la puissance d'éclairage	0.0 k€	6	0.7	Immédiat
O	Ventilation	Mise en place d'une ventilation double flux	56.5 k€	19	0.8	71.3
O'	Murs	Isolation des murs par l'intérieur	31.5 k€	40	1.7	18.9
O'	Toiture	Isolation du toit par l'intérieur	71.1 k€	54	2.3	31.6
O'	Menuiseries	Changement des menuiseries par des bois 4-16-4 argon	32.0 k€	7	0.3	110
P	Plancher bas	Isolation du plancher bas en sous face	99.4 k€	51	2.1	46.7
P	Ventilation	Mise en place d'une ventilation double flux	132.1 k€	18	0.8	176
P	Eclairage	Réduction de la puissance d'éclairage	0.0 k€	16	1.9	Immédiat



### 1.14.1. Tous bâtiments :

- **Mise en place d'un réduit de nuit plus important :**

Nous préconisons de configurer les régulations de chauffage des différentes sous-stations afin de paramétrer un réduit de nuit à 15°C au lieu de 19°C. La conception ancienne des bâtiments offrant une grande inertie thermique, les chutes de températures seront lentes.

Les horaires de réduits restent identiques : mode normal du lundi au vendredi de 6h00 à 17h00 et mode réduit du lundi au vendredi de 17h00 à 6h00 et le week-end.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : isolation des murs, cloisonnage intégral, peinture, reprise étanchéité menuiseries et électricité.

Nouvelle consigne	T actuelle	T préconisation	Investissement	Gain espéré
Réduit de nuit	19.0 °C	15.0 °C	1.0 k€	43 MWh

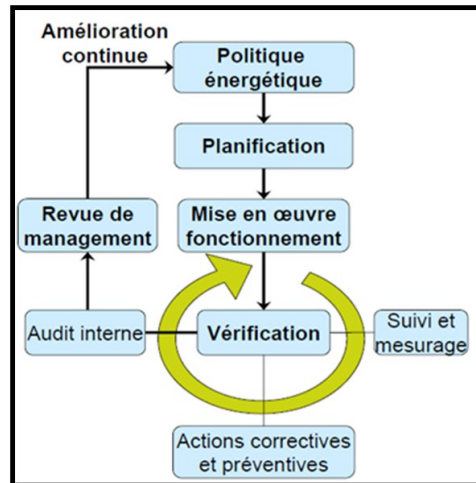
<i>Réduit de nuit</i>		
Economies en énergie		
énergie combustible économisée	43 MWh	par an
Soit	1.8 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	10.1	
investissement	1.0 k€	
temps de retour	0.6 an	

**Observations :** C'est une préconisation très simple à mettre en œuvre et très peu couteuse mais qui peut impliquer des difficultés d'acceptation au sein du personnel.

- **Mise en place d'un plan de comptage :**





Nous n'avons constaté aucun plan de comptage sur la cité, ainsi il est impossible de suivre les consommations des bâtiments alors même que leur occupation est très hétérogène.












Cela représente pourtant un outil formidable de reporting énergétique pour suivre vos consommations afin d'identifier les dérives possibles et cartographier vos bâtiments et/ou vos équipements. Nous ne pouvons qu'estimer les économies d'énergies engendrées par ce plan de comptage car tout dépend de la manière de l'utiliser et d'en tirer des conclusions. Mais cette démarche permet de mieux responsabiliser les utilisateurs au travers d'un reporting énergétique affiché et déployé dans la cité. De plus cette démarche s'inscrit directement l'étape de vérification et amélioration continu de la norme ISO 50001 « Système de management de l'énergie » :



Nous vous suggérons d'établir à minima le plan de comptage proposé ci-après :

### Plan de comptage

	Compteur général électrique		Suggestion de mise en place de compteur thermique
	Compteur général gaz		Suggestion de mise en place de compteur électrique

Energie	Point consommation	Usage	Remarque
Electricité 	TGBT	 Bâtiment A	Pas de compteur
		 Bâtiment A1	Pas de compteur
		 Bâtiment A2	Pas de compteur
		 Bâtiment O	Pas de compteur
		 Bâtiment O'	Pas de compteur
		 Bâtiment P	Pas de compteur
Gaz naturel 	Chaufferie	 Bâtiment P, A1 et A2	Pas de compteur
		 Bâtiment O et O'	Pas de compteur
		 Bâtiment A	Pas de compteur

Nous avons estimé qu'un plan de comptage vous fera économiser 5% d'énergie thermique et 10% d'énergie électrique s'il est utilisé à bon escient. A savoir un reporting de tous les compteurs tous les vendredi soir et lundi matin, avec tenu d'un fichier de centralisation.

Mise en place d'un plan de comptage			
Economies en énergie			
énergie combustible économisée	49 MWh	par an	
Soit	2.0 k€	par an	
énergie électrique économisée	27 MWh	par an	
Soit	3.3 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	10.5		
investissement	4.5 k€		
temps de retour	<b>0.8 an</b>		

- **Remplacer les luminaires avec une technologie de type LED :**

Les bâtiments sont éclairés à l'aide de tubes fluorescents de type T5 en 4 x 14 W, 2 x 21W ou 2 x 24W. Il existe des tubes LED correspondants à la dimension de la technologie fluorescence historique. Les coûts d'installation sont ainsi grandement diminués et les relamping peuvent avoir lieu sans changer l'ensemble du bloc luminaire.

Nous avons pris comme hypothèse une réduction de 50% des consommations d'électricité engendrées sur la base des efficacités lumineuses de la technologie LED par rapport à la technologie fluorescente.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de fonctionnement des éclairages expliqué dans les hypothèses de la simulation électrique (§ 2.1.7) et au prix de l'électricité 2017 (120.69€/MWh).

Les investissements sont estimés sur la base de 10 € / tube LED avec un nombre de point lumineux à 1375 avec une majoration de 20% pour la main d'œuvre.

<i>Relamping total des bâtiment en LED</i>			
<b>Economies en énergie</b>			
Nombre de point lumineux		1375	
Energie annuelle consommée		121.0 MWh	
Economie espérée		50%	
énergie électrique économisée	61 MWh	par an	
Soit	7.3 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	5.1		
investissement	16.5 k€		
temps de retour	<b>2.3 ans</b>		

### 1.14.2. Bâtiment A :

- Isolation des murs par l'intérieur :**

Nous préconisons de réaliser une isolation thermique par l'intérieur avec 10 cm de polystyrène haute densité, avec reprise de l'intégralité du cloisonnage et des peintures.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : isolation des murs, cloisonnage intégral, peinture, reprise étanchéité menuiseries et électricité.

Paroi isolée	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Murs du bâtiment A	2.25 W/m²K	Isolation thermique intérieur avec 10cm de polystyrène haute densité	0.30 W/m²K	2 292.0 m²	152.7 €/m²	350.0 k€	268 MWh

Isolation de la paroi Murs du bâtiment A		
Economies en énergie		
énergie combustible économisée	268 MWh	par an
Soit	11.2 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	62.7	
investissement	350.0 k€	
temps de retour	<b>31.3 ans</b>	

**Observations :** Il est à noter que des travaux de rénovation ont été entrepris sur ce bâtiment et notamment la réhabilitation des bureaux (électricité, cloisonnage, peintures, éclairage...). Il est donc malheureux de constater qu'il n'a pas été envisagé d'effectuer une isolation des murs alors même que la difficulté de mise en œuvre et le surcoût engendrés auraient été minimes par rapport à de nouveaux travaux.

- Réduction de la puissance d'éclairage :**

Nous préconisons de réduire la puissance d'un facteur 2 ce qui situera le niveau d'éclairement à 620 Lux/m², ce qui est largement suffisant pour du travail de bureau (fixé à 200 Lux/m² par l'INRS).

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de fonctionnement des éclairages expliqué dans les hypothèses de la simulation électrique (§ 2.1.7) et au prix de l'électricité 2017 (120.69€/MWh).

Les investissements sont jugés nuls puisqu'un agent d'entretien est présent sur site et que le travail ne consiste qu'à retirer des ampoules.

Réduction de la puissance d'éclairage bâtiment A		
Economies en énergie		
Puissance installée	34.2 kW	
Ratio actuel	14.6 W/m²	
Puissance voulue	17 kW	
Ratio actuel	7.5 W/m²	
énergie électrique économisée	29 MWh	par an
Soit	3.5 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	2.4	
investissement	0.0 k€	
temps de retour	<b>Immédiat</b>	

- **Mise en place d'une ventilation double flux :**

Nous préconisons de mettre en place une centrale de traitement d'air (CTA) double flux avec roue de récupération et recyclage d'air de 4525 m<sup>3</sup>/h.

Nous prenons comme hypothèses que l'efficacité de récupération est de 85% et que le taux de recyclage moyen sur l'année est de 40%.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : CTA, gaines, bouches de soufflage et d'insufflation, modification faux plafond (estimations des dimensions).

<i>Mise en place d'une ventilation doubleflux avec récupération dans le bâtiment A</i>			
<b>Economies en énergie</b>			
énergie combustible économisée		41 MWh	par an
	Soit	1.7 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées		9.6	
investissement		121.0 k€	
temps de retour		<b>70.7 ans</b>	

**Observations :** Il est à noter que ce bâtiment n'a pas un débit de renouvellement d'air réglementaire (1815 m<sup>3</sup>/h réel pour 4525 m<sup>3</sup>/h réglementaire étant donné les 181 occupants). Par conséquent le gain énergétique n'est pas énorme parce qu'il est compensé par le débit d'air plus important sachant que ce type d'installation présente toujours des temps de retour importants étant donné l'investissement. Néanmoins c'est une plus-value de confort et permet un rafraîchissement gratuit lors des nuits estivales.



### 1.14.3. Bâtiment A1 :

- Isolation des murs par l'intérieur :**

Nous préconisons de réaliser une isolation thermique par l'intérieur avec 10 cm de polystyrène haute densité, avec reprise de l'intégralité du cloisonnage et des peintures.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : isolation des murs, cloisonnage intégral, peinture, reprise étanchéité menuiseries et électricité.

Paroi isolée	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Murs du bâtiment A1	1.86 W/m²K	Isolation thermique intérieure avec 10cm de polystyrène haute densité	0.29 W/m²K	366.0 m²	152.7 €/m²	55.9 k€	43 MWh

Isolation de la paroi Murs du bâtiment A1			
Economies en énergie			
énergie combustible économisée	43 MWh	par an	
Soit	1.8 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	10.1		
investissement	55.9 k€		
temps de retour	31.2 ans		

- Isolation des combles :**

Nous préconisons de réaliser une isolation thermique dans le comble avec 20 cm de ouate de cellulose projetée.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : fourniture et pose du flocage.

Paroi isolée	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Combles du bâtiment A1	1.88 W/m²K	Isolation thermique des combles par projection d'un flocage de ouate de cellulose d'épaisseur 20 cm	0.20 W/m²K	120.0 m²	75.0 €/m²	9.0 k€	21 MWh

Isolation de la paroi Combles du bâtiment A1			
Economies en énergie			
énergie combustible économisée	21 MWh	par an	
Soit	0.9 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	4.9		
investissement	9.0 k€		
temps de retour	10.3 ans		

- **Changement des menuiseries :**

Nous préconisons de changer l'intégralité des menuiseries du bâtiment par des menuiseries bois 4-16-4 argon. Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : fournitures, dépose anciennes menuiseries, pose des nouvelles menuiseries, reprise étanchéité menuiseries.

Ouvrant remplacé	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Menuiseries bâtiment A1	5.22 W/m²K	Changement par des menuiseries alu ou bois 4-16-4 argon	2.70 W/m²K	16.6 m²	793.3 €/m²	13.2 k€	3 MWh

<i>Remplacement de Menuiseries bâtiment A1</i>		
<b>Economies en énergie</b>		
énergie combustible économisée	3 MWh	par an
Soit	0.1 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	0.7	
investissement	13.2 k€	
temps de retour	<b>105.5 ans</b>	

**Observations :** Le bâtiment A1, même si c'est le logement du gardien, est l'un des plus dégradé de la cité. Il devrait faire l'objet d'une réhabilitation complète.

#### 1.14.4. Bâtiment A2 :

- **Isolation des combles :**

Nous préconisons de réaliser une isolation thermique dans le comble avec 20 de ouate de cellulose projetée.  
Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).  
Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : fourniture et pose du flocage.

Paroi isolée	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Combles du bâtiment A2	1.88 W/m²K	Isolation thermique des combles par projection d'un flocage de ouate de cellulose d'épaisseur 20 cm	0.20 W/m²K	120.0 m²	75.0 €/m²	9.0 k€	22 MWh

Isolation de la paroi Combles du bâtiment A2			
Economies en énergie			
énergie combustible économisée	22 MWh	par an	
Soit	0.9 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	5.1		
investissement	9.0 k€		
temps de retour	9.8 ans		

**Observations :** Ce sont les derniers travaux d'isolation à réaliser après ceux des murs extérieurs et le changement des menuiseries.

### 1.14.5. Bâtiment O :

- Isolation des murs par l'intérieur :**

Nous préconisons de réaliser une isolation thermique par l'intérieur avec 10 cm de polystyrène haute densité, avec reprise de l'intégralité du cloisonnage et des peintures.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : isolation des murs, cloisonnage intégral, peinture, reprise étanchéité menuiseries et électricité.

Paroi isolée	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Murs du bâtiment O	2.48 W/m²K	Isolation thermique intérieur avec 10cm de polystyrène haute densité	0.30 W/m²K	616.0 m²	152.7 €/m²	94.1 k€	101 MWh

Isolation de la paroi Murs du bâtiment O			
Economies en énergie			
énergie combustible économisée	101 MWh	par an	
Soit	4.2 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	23.6		
investissement	94.1 k€		
temps de retour	22.3 ans		

**Observations :** Il est à noter que des travaux de rénovation ont été entrepris sur ce bâtiment et notamment la réhabilitation des bureaux (électricité, cloisonnage, peintures, éclairage...). Il est donc malheureux de constater qu'il n'a pas été envisagé d'effectuer une isolation des murs alors même que la difficulté de mise en œuvre et le surcoût engendrés auraient été minimes par rapport à de nouveaux travaux.

- Mise en place d'une ventilation double flux :**

Nous préconisons de mettre en place une centrale de traitement d'air (CTA) double flux avec roue de récupération et recyclage d'air pour un débit identique de 800 m³/h.

Nous prenons comme hypothèses que l'efficacité de récupération est de 85% et que le taux de recyclage moyen sur l'année est de 40%.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : CTA, gaines, bouches de soufflage et d'insufflation, modification faux plafond (estimations des dimensions).

Mise en place d'une ventilation doubleflux avec récupération dans le bâtiment O			
Economies en énergie			
énergie combustible économisée	19 MWh	par an	
Soit	0.8 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	4.4		
investissement	56.5 k€		
temps de retour	71.3 ans		

**Observations :** Le gain énergétique n'est pas énorme, de plus ce type d'installation présente toujours des temps de retour importants étant donné l'investissement. Néanmoins c'est une plus-value de confort et permet un rafraîchissement gratuit lors des nuits estivales.

- **Réduction de la puissance d'éclairage :**

Nous préconisons de réduire la puissance d'un facteur 1.9 ce qui situera le niveau d'éclairement à 630 Lux/m<sup>2</sup>, ce qui est largement suffisant pour du travail de bureau (fixé à 200 Lux/m<sup>2</sup> par l'INRS).

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de fonctionnement des éclairages expliqué dans les hypothèses de la simulation électrique (§ 2.1.7) et au prix de l'électricité 2017 (120.69€/MWh).

Les investissements sont jugés nuls puisqu'un agent d'entretien est présent sur site et que le travail ne consiste qu'à retirer des ampoules.

<i>Réduction de la puissance d'éclairage bâtiment O</i>			
<b>Economies en énergie</b>			
Puissance installée		7.00 kW	
Ratio actuel		14.1 W/m <sup>2</sup>	
Puissance voulue		3.70 kW	
Ratio actuel		7.5 W/m <sup>2</sup>	
énergie électrique économisée	6 MWh	par an	
	Soit 0.7 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	0.5		
investissement	0.0 k€		
temps de retour	<b>Immédiat</b>		

### 1.14.6. Bâtiment O' :

- Isolation des murs par l'intérieur :**

Nous préconisons de réaliser une isolation thermique par l'intérieur avec 10 cm de polystyrène haute densité, avec reprise de l'intégralité du cloisonnage et des peintures.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : isolation des murs, cloisonnage intégral, peinture, reprise étanchéité menuiseries.

Paroi isolée	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Murs du bâtiment O'	2.48 W/m²K	Isolation thermique intérieur avec 10cm de polystyrène haute densité	0.30 W/m²K	206.0 m²	152.7 €/m²	31.5 k€	40 MWh

Isolation de la paroi Murs du bâtiment O'		
Economies en énergie		
énergie combustible économisée	40 MWh	par an
Soit	1.7 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	9.4	
investissement	31.5 k€	
temps de retour	<b>18.9 ans</b>	

- Isolation du toit par l'intérieur :**

Nous préconisons de réaliser une isolation thermique par l'intérieur avec 15 cm de polystyrène haute densité, avec reprise de l'intégralité du cloisonnage et des peintures.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : isolation des murs, cloisonnage intégral, peinture, reprise étanchéité menuiseries.

Paroi isolée	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Plancher haut du bâtiment O'	2.62 W/m²K	Isolation thermique intérieur avec 15cm de polystyrène haute densité	0.21 W/m²K	410.0 m²	173.5 €/m²	71.1 k€	54 MWh

Isolation de la paroi Plancher haut du bâtiment O'		
Economies en énergie		
énergie combustible économisée	54 MWh	par an
Soit	2.3 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	12.6	
investissement	71.1 k€	
temps de retour	<b>31.6 ans</b>	



- **Changement des menuiseries :**

Nous préconisons de changer l'intégralité des menuiseries du bâtiment par des menuiseries bois 4-16-4 argon. Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : fournitures, dépose anciennes menuiseries, pose des nouvelles menuiseries, reprise étanchéité menuiseries.

Ouvrant remplacé	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Menuiseries bâtiment O'	5.22 W/m²K	Changement par des menuiseries alu ou bois 4-16-4 argon	2.70 W/m²K	45.0 m²	711.1 €/m²	32.0 k€	7 MWh

Remplacement de Menuiseries bâtiment O'		
Economies en énergie		
énergie combustible économisée	7 MWh	par an
Soit	0.3 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	1.6	
investissement	32.0 k€	
temps de retour	<b>109.6 ans</b>	

**Observations :** Il est à noter que le bâtiment doit faire l'objet d'une réhabilitation complète, ainsi il serait judicieux de réaliser les travaux d'isolation en totalité. Il est bien plus commode et moins coûteux de réaliser des travaux d'isolation lors d'une réhabilitation complète du bâtiment.

### 1.14.7. Bâtiment P :

- Isolation du plancher bas en sous face :**

Nous préconisons de réaliser une isolation thermique par l'intérieur en sous face du plancher de liaison RDC/R+1, avec 15 cm de polystyrène haute densité, sans reprise du cloisonnage mais avec celui de l'électricité.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : isolation des murs, cloisonnage intégral, peinture, reprise étanchéité menuiseries et électricité.

Paroi isolée	U actuel	Type de travaux	U après travaux	Surface	Coût des travaux	Investissement	Gain espéré
Plancher bas du bâtiment P	1.20 W/m²K	Isolation thermique intérieur avec 15cm de polystyrène haute densité	0.21 W/m²K	1 010.0 m²	123.4 €/m²	124.6 k€	51 MWh

Isolation de la paroi Plancher bas du bâtiment P			
Economies en énergie			
énergie combustible économisée		51 MWh	par an
	Soit	2.1 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées		11.9	
investissement		99.4 k€	
temps de retour		46.7 ans	

**Observations :** Ce sont les derniers travaux d'isolation à réaliser après ceux des murs extérieurs et des combles.

- Mise en place d'une ventilation double flux :**

Nous préconisons de mettre en place une centrale de traitement d'air (CTA) double flux avec roue de récupération et recyclage d'air pour un débit d'air de 3800 m³/h

Nous prenons comme hypothèses que l'efficacité de récupération est de 85% et que le taux de recyclage moyen sur l'année est de 40%.

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de chauffage actuel (consigne à 20°C en journée et 19°C en réduit) et au prix du gaz 2017 (41.71€/MWh).

Les hypothèses d'investissement sont basées sur les prix des matériaux et de main d'œuvre « BâtiPrix 2017 » pour les travaux suivants : CTA, gaines, bouches de soufflage et d'insufflation, modification faux plafond (estimations des dimensions).

Mise en place d'une ventilation doubleflux avec récupération dans le bâtiment P			
Economies en énergie			
énergie combustible économisée		18 MWh	par an
	Soit	0.8 k€	par an
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées		4.2	
investissement		132.1 k€	
temps de retour		175.9 ans	

**Observations :** Il est à noter que ce bâtiment n'a pas un débit de renouvellement d'air réglementaire (1815 m³/h réel pour 4525 m³/h réglementaire étant donné les 181 occupants). Par conséquent le gain énergétique n'est pas énorme parce qu'il est compensé par le débit d'air plus important sachant que ce type d'installation présente toujours des temps de retour importants étant donné l'investissement. Néanmoins c'est une plus-value de confort

et permet un rafraichissement gratuit lors des nuits estivales.

- **Réduction de la puissance d'éclairage :**

Nous préconisons de réduire la puissance d'un facteur 1.9 ce qui situera le niveau d'éclairement à 630 Lux/m<sup>2</sup>, ce qui est largement suffisant pour du travail de bureau (fixé à 200 Lux/m<sup>2</sup> par l'INRS).

Les hypothèses de gains sont calculés sur la base du régime de fonctionnement des éclairages expliqué dans les hypothèses de la simulation électrique (§ 2.1.7) et au prix de l'électricité 2017 (120.69€/MWh).

Les investissements sont jugés nuls puisqu'un agent d'entretien est présent sur site et que le travail ne consiste qu'à retirer des ampoules.

<i>Réduction de la puissance d'éclairage bâtiment P</i>			
<b>Economies en énergie</b>			
Puissance installée	29.5 kW		
Ratio actuel	11.0 W/m <sup>2</sup>		
Puissance voulue	20 kW		
Ratio actuel	7.5 W/m <sup>2</sup>		
énergie électrique économisée	16 MWh	par an	
Soit	1.9 k€	par an	
tonnes de CO <sub>2</sub> économisées	1.4		
investissement	0.0 k€		
temps de retour	<b>Immédiat</b>		

#### **1.14.8. Autre propositions :**

- **Solaire photovoltaïque :**

Les études de production solaire photovoltaïque réalisées sur la cité pour les bâtiments A et P (avec les surfaces de toit les plus importantes) font apparaître une production limitée à cause de la mauvaise orientation des bâtiments, de la pente trop faible des toitures et du masque important engendré par le bâtiment de la CAF situé plein sud (derrières les bâtiments).

Les temps de retour sont trop importants pour justifier l'investissement, qui au contraire de travaux d'isolation n'apporte aucun supplément de confort aux occupants ou de pérennité du bâti. La durée de vie des installations solaires est plus faible que le temps de retour sur investissement.

- **Géothermie :**

La solution de production de chauffage par une pompe à chaleur géothermique n'a pas été étudiée et ce pour plusieurs raisons :

- Le coût d'investissement trop important pour la cité seule et qu'il faudrait pouvoir mutualiser avec le quartier,
- Les installations de chauffage existantes relativement récentes et performantes,
- Le prix du gaz actuellement faible,

Le potentiel géothermique de l'agglomération de Clermont-Ferrand est assez important, cette solution est à envisager à moyen terme (dans une quinzaine d'année) lorsque les installations thermiques existantes arriveront en fin de vie.

## 1.15. Propositions relevant du « gros entretien » et de la mise aux normes

Commentaire de synthèse :

Pour le **bâtiment O'**, les améliorations liées au « Gros entretien » sont les suivantes :

Bâtiment	Constituants	Travaux	Montant TTC
O'	Entrée principale du bâtiment.	Création d'une rampe d'accès de pente inférieure à 5% de 1,20 m de large (y compris garde-corps). Lorsque la pente est supérieure ou égale à 4% : un palier de repos $\geq 1,40$ m de long tous les 10m. Tolérance exceptionnelle : 8% si la longueur < 2m et 10% si longueur < 0,5m.	4680
O'	Plomberie, sanitaire - Sanitaires et robinetterie	Réfection complète des sanitaires du bâtiment O' (Equipements, sols, murs et plafonds).	4968
O'	Murs intérieurs et cloisons	Réaménagement complet du cloisonnement intérieur suivant futur projet bureaux.	22 700
O'	Plafonds et faux-plafonds.	Traces d'infiltrations d'eau sur les plaques de Faux plafond du restaurant. Changer les plaques abimées.	3 890

Bâtiment	Commentaire de synthèse
Ensemble du site	Mettre en œuvre les travaux d'accessibilité. Bâtiment O'.

## 1.16. Scénarios de propositions de travaux

Les scénarios proposés répondent aux objectifs suivants :

**Scénario 1** : Opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique dont l'estimation du **temps de retour sur investissement est inférieure à 4 ans**, associés aux travaux de GER permettant de **traiter les problèmes urgents**

**Scénario 2** : Opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique dont l'estimation du **temps de retour sur investissement est inférieure à 10 ans**, associés aux travaux de GER permettant de **traiter les problèmes urgents**

**Scénario 3** : Ensemble des opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique, associé aux travaux d'amélioration et de maintenance préventive normalement programmable, permettant de maintenir la valeur du site à long terme

Synthèse des actions proposées pour les scénarios 1, 2 et 3

Bâtiment	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
A	Réduire la puissance d'éclairage		Mise en place d'une ventilation double flux- Isolation des murs par l'intérieur
A1			Changement des menuiseries-Isolation des combles-Isolation des murs par l'intérieur
A2		Isolation des combles	
O	Réduire la puissance d'éclairage		Mise en place d'une ventilation double flux- Isolation des murs par l'intérieur
O'		Entrée principale du bâtiment- Plomberie, sanitaire - Sanitaires et robinetterie- Traces d'infiltrations d'eau sur les plaques de Faux plafond du restaurant. Changer les plaques abimées.	Changement des menuiseries-Isolation des combles-Isolation des murs par l'intérieur- Réaménagement complet du cloisonnement intérieur suivant futur projet bureaux-
P	Réduire la puissance d'éclairage		Mise en place d'une ventilation double flux- Isolation du plancher bas



## 1.17. Synthèse

### **Synthèse énergies :**

Les performances énergétiques des différents bâtiments sont assez hétérogènes, les mieux isolés ayant fait l'objet de travaux récents sont évidemment plus performants. Mais d'un point de vue global les coefficients  $U_{bât}$  caractérise des bâtiments à faible isolation à l'exception du bâtiment P. Une attention particulière doit être portée sur l'isolation des bâtiments A, A1, A2, O et O' dans le cadre des projets de rénovation. Il apparaît également un manque de budget et/ou de réflexion sur les projets de rénovation passés, en effet de nombreux travaux préconisés auraient dû être réalisés lors ces projets précédents afin d'éviter des surcoûts inhérents à de nouveaux travaux.

Justement lors des rénovations précédentes des bâtiments A, O et P, les installations d'éclairage ont été mal dimensionnées. En effet les niveaux de puissances d'éclairage et les niveaux d'éclairement sont trop importants et doivent être réduits. Ces travaux présentent le temps de retour les plus faibles. Par ailleurs une attention particulière doit être apporté au relamping en technologie LED. Ces travaux qui peuvent être réalisés progressivement présentent également un temps de retour faible.

Le système de chauffage est par contre très bien adapté et plutôt configuré à l'exception du réduit de nuit qui est trop élevé. Ce dernier point doit faire l'objet d'une optimisation avec le dépanneur.

Il conviendrait également de mettre en place un plan de comptage, ce qui permettrait de suivre vos consommations, identifier les dérives et responsabiliser le personnel sur ces questions énergétiques.

### **Synthèse d'état de conservation des bâtiments :**

Les Bâtiments sont globalement en bon état de conservation et ne présentent pas de désordres pouvant affecter la solidité de ces ouvrages.

Le site en général est sain et entretenue régulièrement.

Des travaux de mises en accessibilité handicapé seront néanmoins nécessaires sur le bâtiment O'. Un réaménagement complet intérieur de ce bâtiment est également nécessaire pour permettre la réaffectation de celui-ci en bureaux.