

Adresse du bureau émetteur
ZI – Avenue Gay Lussac
33370 Artigues-près-Bordeaux

Tél. : 05.56.77.27.27
Fax : 05.56.77.27.00

Destinataire :
DDT d’Agen
1722 avenue Colmar
47 916 Agen
Tél : 05 53 69 33 33

Affaire suivie par :

- ❑ Fabrice CROS (supervision),
- ❑ Julien HETTIET (diagnostic partie commune, bâtiments A, B, et C),
- ❑ Vincent Martin (bâtiments D et I).



Diagnostic énergétique : Cité administrative Lacué - Agen

~ Sommaire ~

1 Conclusion générale sur la cité administrative8

1.1	La cité administrative Lacuée.....	8
1.2	Chaufferie de la cité administrative	10
1.3	Bâtiment A – DDAF.....	11
1.4	Bâtiment B - CDI	15
1.5	Bâtiment C – DDCCRF	18
1.6	Bâtiment D – DRIRE.....	21
1.7	Bâtiment I – DDVS	24

PARTIE COMMUNE - Chaufferie centrale

2 Présentation du site29

2.1	Données générales	29
2.2	Description.....	30

3 Les installations climatiques36

3.1	Chaufferie gaz	36
3.1.1	Généralités.....	36
3.1.2	Production et distribution de chauffage.....	38
3.1.3	La régulation commune aux bâtiments du chauffage	43
3.1.4	Répartition des consommations de gaz	45

4 Bilan sur la maintenance des installations46

5 Propositions d'actions47

5.1	Régulation.....	47
5.2	Calorifugeage.....	50

BATIMENT A - DDAF

6	Description des éléments du bâti.....	52
6.1	La structure du bâtiment A.....	52
6.2	Prises de vue infra-rouge.....	56
6.3	Déperditions des bâtiments	58
7	Les installations climatiques	62
7.1	Chaufferie gaz	62
7.2	Le traitement d'air.....	62
7.2.1	Généralités.....	62
7.2.2	Description des installations de renouvellement d'air.....	62
7.2.3	Production de froid et usages	63
7.3	Les productions Thermiques électriques	66
8	Equipements liés à l'électricité spécifique.....	68
8.1	L'éclairage	68
8.2	Informatique.....	71
8.3	Les équipements annexes	73
8.3.1	Ascenseurs	73
8.4	Electricité spécifique ou divers	73
9	Bilan des consommations d'électricité	74
10	Bilan des consommations d'eau.....	75
11	Propositions d'actions.....	78
11.1	Responsable Energie.....	78
11.2	Diminution des volumes chauffés	80
11.3	Enveloppe	81
11.4	Régulation.....	90
11.5	Variation de vitesse	93
11.6	Remplacement des climatisations fonctionnant au R22	94
11.7	Eclairage	96
11.8	Informatique.....	99
11.9	Consommation d'eau froide.....	101
11.10	Formation du personnel	103
12	Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque.....	104

BATIMENT B - CDI et DRIRE

13	Description des éléments du bâti	108
13.1	La structure du bâtiment B.....	108
13.2	Prises de vue infra-rouge.....	111
13.3	Déperditions du bâtiment.....	113
14	Les installations climatiques	117
14.1	Le traitement d'air.....	117
14.1.1	Généralités.....	117
14.1.2	Description des installations de renouvellement d'air.....	117
14.1.3	Production de froid et usages.....	118
14.1.4	Les productions Thermiques électriques	121
15	Equipements liés à l'électricité spécifique	123
15.1	L'éclairage	123
15.2	Informatique.....	126
15.3	Les équipements annexes	128
15.3.1	Ascenseurs.....	128
15.4	Electricité spécifique ou divers	128
16	Bilan des consommations d'électricité	129
17	Bilan des consommations d'eau.....	130
18	Propositions d'actions.....	133
18.1	Responsable Energie.....	133
18.2	Diminution des volumes chauffés	135
18.3	Enveloppe	136
18.4	Eclairage	142
18.5	Informatique.....	145
18.6	Formation du personnel	147
19	Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque.....	148

BATIMENT C - DDCCRF

20	Description des éléments du bâti	152
20.1	La structure du bâtiment C.....	152
20.2	Prises de vue infra-rouge.....	156
20.3	Dépense du bâtiment.....	159
21	Les installations climatiques	163
21.1	Le traitement d'air.....	163
21.1.1	Généralités.....	163
21.1.2	Description des installations de renouvellement d'air.....	163
21.1.3	Production de froid et usages.....	164
21.1.4	Les productions Thermiques électriques	167
22	Equipements liés à l'électricité spécifique	169
22.1	L'éclairage	169
22.2	Informatique.....	172
22.3	Les équipements annexes	174
22.3.1	Ascenseurs.....	174
22.4	Electricité spécifique ou divers	174
23	Bilan des consommations d'électricité	175
24	Bilan des consommations d'eau.....	176
25	Propositions d'actions.....	179
25.1	Responsable Energie.....	179
25.2	Enveloppe	181
25.3	Variation de vitesse.....	186
25.4	Remplacement des climatisations fonctionnant au R22	187
25.5	Eclairage	189
25.6	Informatique.....	192
25.7	Formation du personnel	194
26	Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque.....	195

BATIMENT D - DRIRE

27	Description des éléments du bâti	197
27.1	La structure du bâtiment D.....	197
27.2	Prises de vue infrarouge	202
27.3	Déperditions des bâtiments	205
28	Les installations climatiques	209
28.1	Le traitement d'air.....	209
28.1.1	Généralités.....	209
28.1.2	Description des installations de renouvellement d'air.....	209
28.1.3	Ventilation (confort d'été).....	209
3.2	Les productions Thermiques électriques	210
28.1.1	La production ECS	210
29	Equipements liés à l'électricité spécifique	211
29.1	L'éclairage	211
29.2	Informatique.....	212
29.3	Electricité spécifique ou divers	214
30	Bilan des consommations d'électricité	215
31	Bilan des consommations d'eau.....	216
32	Propositions d'actions.....	218
32.1	Responsable Energie.....	218
32.2	Enveloppe	220
32.3	Remise en état de la VMC et mise en place d'une variation de vitesse	227
32.4	Eclairage	228
32.5	Informatique.....	231
32.6	Formation du personnel	233
33	Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque.....	234

BATIMENT I - DDSV

34	Description des éléments du bâti	236
34.1	La structure des bâtiments.....	236
34.2	Prises de vue infrarouge	241
34.3	Thermographie infra-rouge	242
34.4	Déperditions des bâtiments	244
35	Les installations climatiques	248
35.1	Le traitement d'air.....	248
35.1.1	Généralités.....	248
35.1.2	Description des installations de renouvellement d'air.....	248
35.2	Production de froid et usages.....	249
35.3	Divers	251
36	Les productions Thermiques électriques	253
36.1	La production ECS.....	253
37	Equipements liés à l'électricité spécifique	254
37.1	L'éclairage	254
37.2	Informatique.....	256
37.3	Electricité spécifique ou divers	258
37.4	Bilan des consommations d'électricité	259
38	Bilan des consommations d'eau.....	260
39	Propositions d'actions.....	262
39.1	Responsable Energie.....	262
39.2	Variation de vitesse	271
39.3	Remplacement des climatisations fonctionnant au R22	272
39.4	Eclairage	275
39.5	Informatique.....	278
39.6	Consommation d'eau froide.....	280
39.7	Formation du personnel	282
40	Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque	283

1 Conclusion générale sur la cité administrative

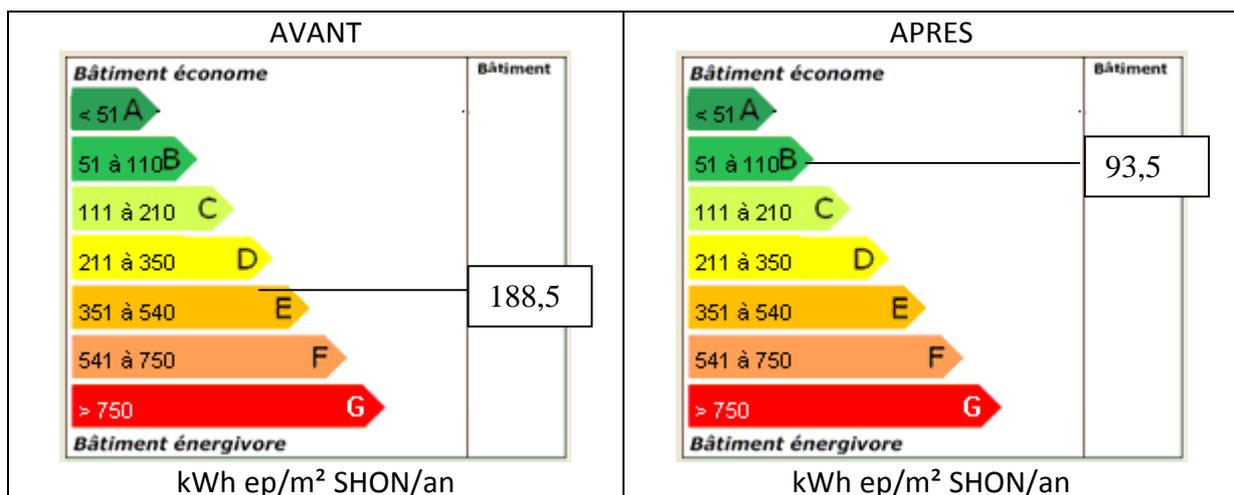
1.1 La cité administrative Lacuée

La cité administrative Lacuée d’Agen est constituée de 5 bâtiments. Tous ces bâtiments sont de formes et de constitutions différentes.

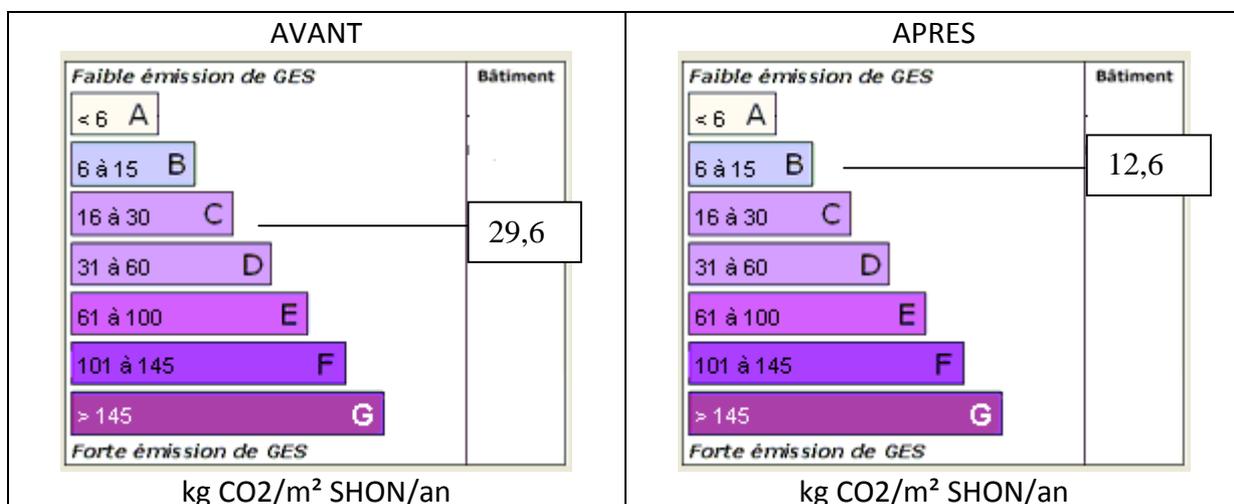
Le réseau de chaleur constitué des deux chaudières à condensation est un point positif. Malheureusement, certains bâtiments souffrent de mauvaise isolation, que se soit au niveau des murs ou au niveau des ouvrants. De plus, les équipements ne sont pas optimisés, ce qui entraîne une performance énergétique faible pour la cité administrative.

Les étiquettes énergétiques et environnementales sont reportées ci-dessous à titre indicatif et correspondent à l’année de référence 2008. Elles montrent les valeurs constatées et attendues si toutes les préconisations sont réalisées.

Classement énergétique :



Classement environnemental :



□ Bilan

SHON = 8 938m ²	Gaz	Electricité
Consommation EF (kWh/an)	823 641	333 634
Consommation EP (kWh/an)	823 641	860 776
Consommation EP* (kg CO ₂ /an)	192 732	72 305

* : avec 1 kWh EF gaz = 0,234 kg CO₂ et 1 kWh EF électrique = 0,084 kg CO₂

Economies totales attendues sur les préconisations de l'ensemble de la Cité Lacuée :

- gaz : 540 657 kWh/an ou 66 %	}	Investissement total (hors PV): 481 377 € HT
- Electricité : 118 984 kWh/an ou 36 %		soit 53,8 € HT/m ² .
- CO ₂ : 152,3 T Co ₂ /an ou 57 %		Economies financières : 27 637 € HT/an
		TRB : 17,4 ans.
		Investissement total (avec PV): 1 132 207€
		HT soit 126,7 € HT/m ² .
		Economies financières : 62 587 € HT/an
		TRB : 18 ans.

1.2 Chaufferie de la cité administrative

La cité Lacuée possède une chaufferie centralisée constituant un réseau de chaleur pour l'ensemble des bâtiments de la cité administrative. Elle est composée de deux chaudières de qualité satisfaisante correspondant aux meilleures technologies disponibles (condensation). Les pompes sont également équipées de variation de vitesse, ce qui permet d'améliorer l'efficacité énergétique.

En revanche, des améliorations sont envisageables, notamment au niveau de la régulation et du calorifugeage des réseaux.

□ Gisements d'économies d'énergies :

N°	Préconisation	Coût estimé	Economie estimée			TRB (An)	
		(€ HT)	(kWh EF/an)	(€ HT/an)	(KWh CUMAC)**		(T CO2/an) *
3	Calorifugeage des réseaux	820	123 546	865	113 400 BAT-TH-06	29	>1
4	Mise en place d'une régulation	17 200	24 709	4 324	268 521 BAT-EN-04	5,7	3,5

*: avec 1 kWh EF gaz = 0,234 kg CO2 et 1 kWh EF électrique = 0,084 kg CO2

** : les calculs ont été effectués à l'aide du guide « Le guide des CEE » - Mémento du club C2E de l'ATEE pour les actions standardisée

bleu : action sur le pôle électrique

rouge : action sur le pôle thermique

Economies totales attendues sur les préconisations chaufferie centrale :

- gaz : 148 255 kWh/an ou 31 %	}	Investissement total : 16 020 € HT Economies financières : 5 189 € HT/an TRB : 3 ans.
- CO2 : 34,7 T Co2/an ou 30 %		

1.3 Bâtiment A – DDAF

La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt est un site datant de 1955. Ce site a, depuis cette date, subi plusieurs rénovations plus ou moins importantes. Le rez-de-chaussée qui était initialement un parking a été cloisonné à l'aide de parois vitrées (simple vitrage, menuiseries aluminium) en 1970 afin de créer un niveau supplémentaire. De plus, un hall d'accueil a également vu le jour en 1995. Concernant les ouvrants, les fenêtres ont été remplacées en 1997 par du PVC double vitrage verres clairs, et des stores clairs ont été ajoutés en 2007.

Concernant l'état général du bâti hors rez-de-chaussée, celui-ci a été construit avant la première Réglementation Thermique, et n'est aucunement isolé. Cela occasionne des déperditions thermiques importantes via les murs (27 %). De même, la toiture est simplement constituée de tuiles sur une charpente bois, et l'isolation à ce niveau est importante pour traiter les déperditions et gérer les surchauffes estivales (35 % des déperditions totales).

Malgré le fait que le bâtiment ne soit pas optimisé énergiquement, son classement énergétique est correct du fait de consommations électriques importantes, de l'utilisation d'une chaufferie centrale à condensation et de son réseau de chaleur, de sa régulation par façades et de sa superficie importante.

La production de froid est essentiellement assurée par des pompes à chaleur dont la plupart (55,5 % de la puissance PAC) fonctionnent au R22. Ce fluide frigorigène devenant interdit en 2012, celles-ci devront être remplacées dans les prochaines années.

Au niveau de l'électricité spécifique, seul le pôle informatique est optimisé par le remplacement des écrans cathodiques. Il demeure néanmoins le pôle le plus consommateur (32 % de la consommation totale). Il est suivi de près par la production de froid (30 %) à l'aide des pompes à chaleur mentionnées ci-dessus. L'éclairage, nullement optimisé, est quant à lui assez fortement consommateur (28 %).

Au niveau des consommations d'eau, les sanitaires possèdent des chasses d'eau économes, mais aucun matériel hydro-économe n'est installé sur les robinets des lavabos afin de diminuer les consommations.

Enfin, concernant le photovoltaïque, une étude de pré faisabilité a été réalisée, elle montre que le temps de retour est relativement important (de l'ordre de 18 ans).

Les conclusions entre les deux rapports de diagnostic énergétique de la DDAF d'Agen (celui de 2007 et celui de 2010) ne sont pas identiques, ceci pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, le ratio surfacique de ce bâtiment par rapport à l'ensemble de la Cité Administrative n'est pas le même dans les deux rapports. En effet, en 2009, la surface de la DDAF correspond selon nos calculs à 20,2 % de la surface totale contre 31,5 % lors de l'audit de 2007 (ratio donné par M. Blandinière à l'époque).

La Cité Administrative ne possédant pas de compteur divisionnaire propre à chaque bâtiment, nous avons dû estimer les consommations de chaque bâtiment. Les consommations électriques et thermiques de ce bâtiment correspondent donc à 20,2 % des consommations totales.

De plus, les informations enregistrées en 2007 et lors de la visite de 2010 ne sont pas identiques, notamment sur les temps de fonctionnement ou concernant le quantitatif d'appareils (par exemple, le nombre d'ordinateurs a baissé en 2010 par rapport à 2007, passant de 106 à 92).

Nous ajoutons le fait que le troisième étage n'est quasiment plus occupé par rapport à 2007 où celui-ci était plein (avec de nombreux process informatiques qui induisaient des surchauffes importantes : ordinateurs, traceurs, ...).

□ Gisements d'économies d'énergies :

N°	Préconisation	Coût estimé		Economie estimée			TRB (An)
		(€ HT)	(kWh EF/an)	(€ HT/an)	(KWh CUMAC)**	(T CO2/an) *	
1	Actions comportementales, sensibilisation par un responsable Energie – Environnement (p.31)	Non Quantifiable					
2	Formation du personnel (p.56)	Non Quantifiable					
3	Diminution des volumes chauffés inutilement (p.33)	0	27 824	974	Action non standardisée	6,5	0
3	Informatique : utilisation Energy Star + écrans plats sur tous les postes (p.52)	730	8 359	602	Action non standardisée	1,8	1,2
4	Préconisations sur le pôle eau (utilisation de matériels hydro-économes) (p.54)	136	39,9 m ³ /an	97	Action non standardisée	-	1,4
5	Régulation : Robinets thermostatiques /an (p.43)	5 000	41 594	1 456	78 892 BAT-TH-04	9,7	3,4
6	Réduction des problèmes d'étanchéité des ouvrants (p.40)	100	366	13	Action non standardisée	0,1	7,7
7	Mise en place d'une variation de vitesse sur les ventilateurs et les pompes (p.46)	200	329	24	975 BAT-TH-12	0,1	8,3
8	Isolation des toitures (p.39)	24 000	57 066	1 997	893 420 BAT-EN-07	13,4	12
9	Optimisation des sources d'éclairage (remplacement) + horloges (p.49)	1 300	13 698	986	256 725 BAT-EQ-01//02/03/09	3	13,2
10	Création d'allèges isolées (p.34)	3 000	4 522	158	59 840 BAT-EN-05	1,1	19
11	Isolation des murs des étages (p.36)	50 700	44 023	1 540	744 040 BAT-EN-05	10,3	32,9
12	Mise en place de contacts à feuillures sur les ouvrants (p.42)	5 000	1 657	64	Action non standardisée	0,4	94,7
13	Remplacement des PAC fonctionnant au R22 (p.47)	35 000	4 407	317	Action non standardisée	1	110
14	Remplacement des parois vitrées par du vitrage plus performant (p.41)	38 000	6 970	244	2 907 000 BAT-EN-04	1,6	156
appro	Solaire photovoltaïque	Nécessite une étude plus approfondie					

* : avec 1 kWh EF gaz = 0,234 kg CO2 et 1 kWh EF électrique = 0,084 kg CO2

** : les calculs ont été effectués à l'aide du guide « Le guide des CEE » - Mémento du club C2E de l'ATEE pour les actions standardisée

bleu : action sur le pôle électrique

rouge : action sur le pôle thermique

noir : action sur les deux pôles (électrique et thermique) en simultanéité ou actions sur le pôle eau).

Economies totales attendues sur les préconisations ciblant seulement le bâtiment A (hors parties communes : chaufferie centrale) :

- gaz : 155 297 kWh/an ou 93 %
- électricité : 27 785 kWh/an ou 42 %
- CO₂ : 42 340 T CO₂/an ou 79 %

Investissement total : 163 166 € HT soit 91 €/m² pour le bâtiment A (hors PV)

Economies financières : 7 498 € HT/an

TRB : 21,8 ans.

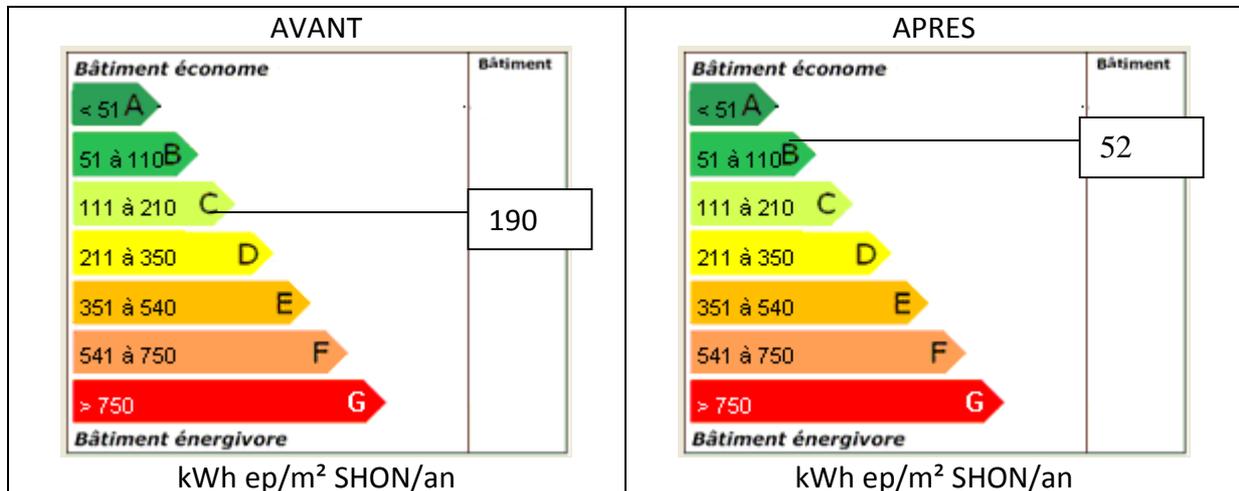
Investissement total avec PV : 334 666 € HT ou 187 € HT/m²

Economie financière : 16 818 €/an

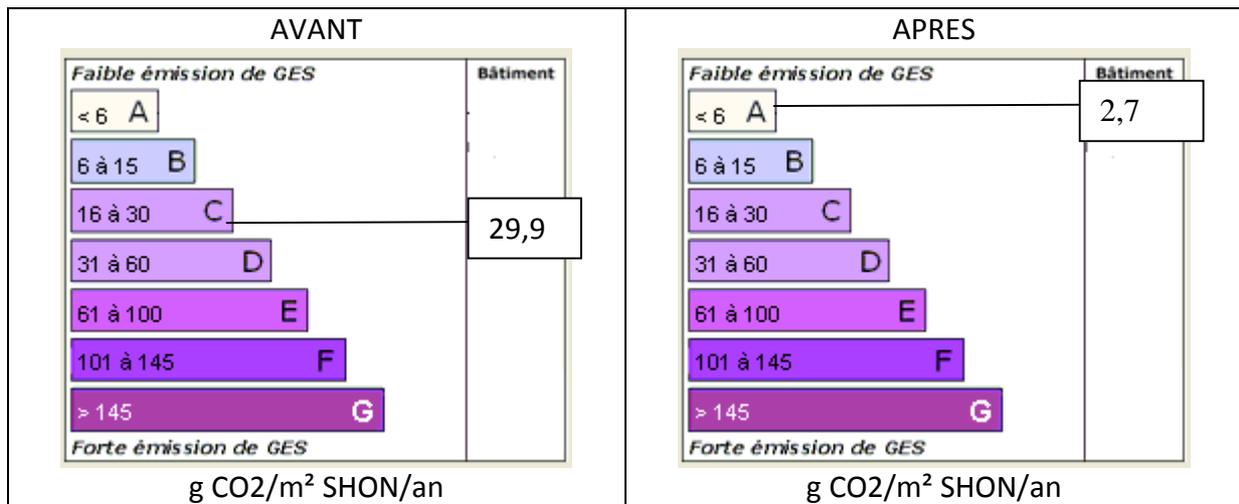
TRB : 19,9 ans.

Les étiquettes énergétiques et environnementales sont reportées ci-dessous à titre indicatif et correspondent à l'année de référence 2008. Elles montrent les valeurs constatées et attendues si toutes les préconisations sont réalisées.

Classement énergétique :



Classement environnemental :



SHON = 1 793 m ²	Gaz	Electricité
Consommation EF* (kWh/an)	166 608	67 488
Consommation EP* (kWh/an)	166 608	174 119
Consommation EP* (kg CO ₂ /an)	38 986	14 626

1.4 Bâtiment B – CDI

La Cité Administrative est un site datant du 19^{ème} siècle. Ce site a subi des rénovations importantes, notamment par la création d'un réseau de chaleur pour la cité administrative et la construction de bâtiments sur les site.).

Le bâtiment B étant ancien (acquis par les services administratifs de l'état en 1947, mais le bâtiment daterai du 19^{ème} siècle), des rénovations importantes ont été réalisées, comme l'isolation de la toiture, le traitement contre les insectes xylophages et l'humidité, ou encore le raccordement au réseau de chaleur, le remplacement de toutes les fenêtres,

La puissance de la chaufferie centrale alloué à ce bâtiment est estimé à environ 420 kW.

Deux groupes froid de petites puissances électriques (17,5 kW électrique chacun) alimentent le réseau de cassettes intérieures qui soufflent de l'air climatisé pour obtenir une température de consigne dans les bureaux en période estivale.

Le bâtiment est également équipé de plusieurs pompes à chaleur alimentant certains bureaux des bâtiments.

Les groupes froids et une partie des pompes à chaleur fonctionnent au R410A.

Au niveau de l'électricité spécifique, seul le pôle informatique est optimisé par le remplacement des écrans cathodiques.

❑ **Gisements d'économies d'énergie :**

Des économies d'énergie sont réalisables au niveau :

N°	Préconisation	Economie estimée				TRB (An)	
		Coût estimé (€ HT)	(kWh EF/an)	(€ HT/an)	(KWh CUMAC)** (T CO2/an)*		
1	Actions comportementales, sensibilisation par un responsable Energie - Environnement	Non Quantifiable					
2	Formation du personnel	Non Quantifiable					
3	Diminution des volumes chauffés inutilement	0	28 750	1 006	Action non standardisée	6,7	0
4	Réduction des problèmes d'étanchéité des ouvrants	200	2 123	74	Action non standardisée	0,5	2,7
5	Informatique : utilisation Energy Star + écrans plats sur tous les postes	7 620	43 050	3 100	Action non standardisée	3,6	2,5
6	Mise en place de contacts à feuilures sur les ouvrants	3 500	6 193 2 964	430	Action non standardisée	1,5	8,2
7	Isolation intérieure des murs extérieurs	85 000	104 830 600	3 713	3 976 000 BAT-EN-02	24,6	22,9
8	Isolation de la toiture à pans	24 000	9 555	335	1 800 000 BAT-EN-06	2,2	72
9	Optimisation des sources d'éclairage (remplacement) + horloges	69 100	12 329	888	173 160 BAT-EQ-02/03/09	1,1	77,8
appro	Solaire photovoltaïque	Nécessite une étude plus approfondie					

* : avec 1 kWh EF gaz = 0,234 kg CO2 et 1 kWh EF électrique = 0,084 kg CO2

** : les calculs ont été effectués à l'aide du guide « Le guide des CEE » - Mémento du club C2E de l'ATEE pour les actions standardisée

bleu : action sur le pôle électrique

rouge : action sur le pôle thermique

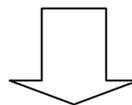
noir : action sur les deux pôles (électrique et thermique) en simultanéité ou actions sur le pôle eau.

Economies totales attendues sur les préconisations ciblant seulement le bâtiment B (hors parties communes : chaufferie centrale) :

- gaz : 151 451 kWh/an ou 34 %
- Electricité : 58 943 kWh/an ou 34 %
- CO2 : 40,2 T Co2/an ou 34 %
-



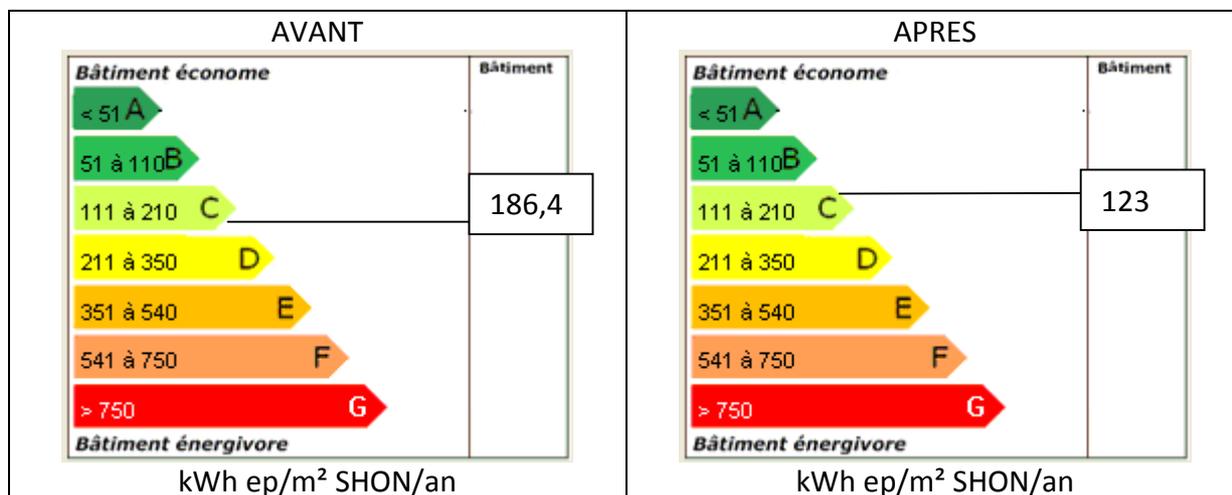
Investissement total : 189 420 € HT soit 40 € HT/m² du bâtiment B (hors PV)
Economies financières : 9 546 € HT/an
TRB : 19,8 ans.



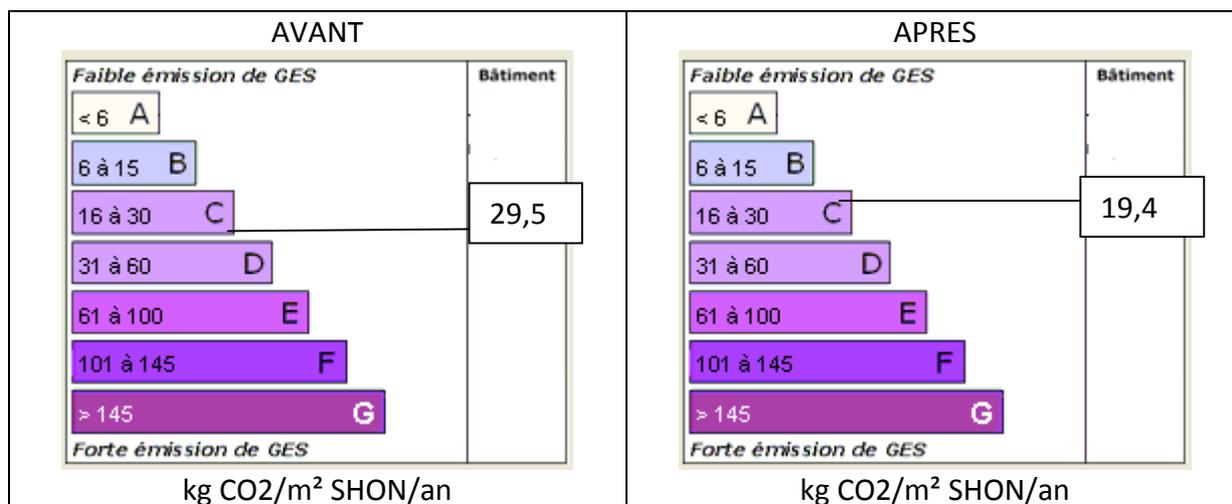
Investissement total avec PV : 490 000 € HT ou 102 € HT/m²
Economies financières : 25 856 € HT/an
TRB : 19 ans.

Les étiquettes énergétiques et environnementales sont reportées ci-dessous à titre indicatif et correspondent à l'année de référence 2008. Elles montrent les valeurs constatées et attendues si toutes les préconisations sont réalisées.

Classement énergétique :



Classement environnemental :



	Gaz	Electricité
SHON = 4 400 m ²		
Consommation EF* (kWh/an)	442 322	175 309
Consommation EP* (kWh/an)	442 322	452 297
Consommation EP* (kg CO2/an)	103 503	37 993

1.5 Bâtiment C – DDCCRF

La Cité Administrative est un site datant du 19^{ème} siècle. Ce site a subi des rénovations importantes, notamment par la création d'un réseau de chaleur pour la cité administrative et la construction de bâtiments sur les site.).

Le bâtiment C étant ancien (acquis par les services administratifs de l'état en 1947, mais le bâtiment daterai du 19^{ème} siècle), des rénovations importantes ont été réalisées, comme l'isolation de la toiture, le traitement contre les insectes xylophages et l'humidité, ou encore le raccordement au réseau de chaleur, le remplacement de toutes les fenêtres,

La puissance de la chaufferie centrale alloué à ce bâtiment est estimé à environ 51 kW.

Des PAC fonctionnant au R22 de petites puissances électriques (7,8 kW au total) alimentent le réseau des unités intérieures qui soufflent de l'air climatisé pour obtenir une température de consigne dans les bureaux en période estivale.

Au niveau de l'électricité spécifique, seul le pôle informatique est optimisé par le remplacement des écrans cathodiques.

Des améliorations sont réalisables sur l'enveloppe du bâti et les consommations électriques les plus importantes : informatique, PAC et éclairage.

Pour la faisabilité solaire photovoltaïque, la toiture ne permet pas l'installation car elle est orienté à l'Est et à l'Ouest, deux orientations rédhibitoires pour l'intégration de capteurs.

☐ Gisements d'économies d'énergies :

N°	Préconisation	Economie estimée				TRB (An)
		Coût estimé (€ HT)	(kWh EF/an)	(€ HT/an)	(KWh CUMAC)** (T CO2/an)*	
1	Actions comportementales, sensibilisation par un responsable Energie – Environnement	Non Quantifiable				
2	Formation du personnel	Non Quantifiable				
3	Informatique : utilisation Energy Star + écrans plats sur tous les postes (p.192)	460	4 142	298	Action non standardisée 0,4	1,5
4	Réduction des problèmes d'étanchéité des ouvrants (p.185)	100	800	28	Action non standardisée 0,2	3,6
5	Variation de vitesse su la tourelle d'extraction (p.190)	200	452	33	Action non standardisée 0,04	6,2
6	Isolation de la toiture à pans (p.34)	5 000	18 578	650	352 500 BAT-EN-06 4,4	7,7
7	Isolation intérieure des murs extérieurs (p.180)	28 000	32 123 2 400	1 300	1 980 000 BAT-EN-02 7,7	21,5
8	Optimisation des sources d'éclairage (remplacement) (p.191)	5 825	3 346	241	44 980 BAT-EQ-03/09 0,3	24,3
9	Remplacement des PAC au R22 (p.188)	12 000	3 412	246	Action non standardisée 0,3	48,8

* : avec 1 kWh EF gaz = 0,234 kg CO2 et 1 kWh EF électrique = 0,084 kg CO2

** : les calculs ont été effectués à l'aide du guide « Le guide des CEE » - Mémento du club C2E de l'ATEE pour les actions standardisée

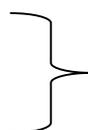
bleu : action sur le pôle électrique

rouge : action sur le pôle thermique

noir : action sur les deux pôles (électrique et thermique) en simultanéité ou actions sur le pôle eau.

Economies totales attendues sur les préconisations ciblant seulement le bâtiment C (hors parties communes : chaufferie centrale) :

- gaz : 51 501kWh/an ou 40 %
- Electricité : 13 752 kWh/an ou 26 %
- CO2 : 13,3 T Co2/an ou 38,4 %



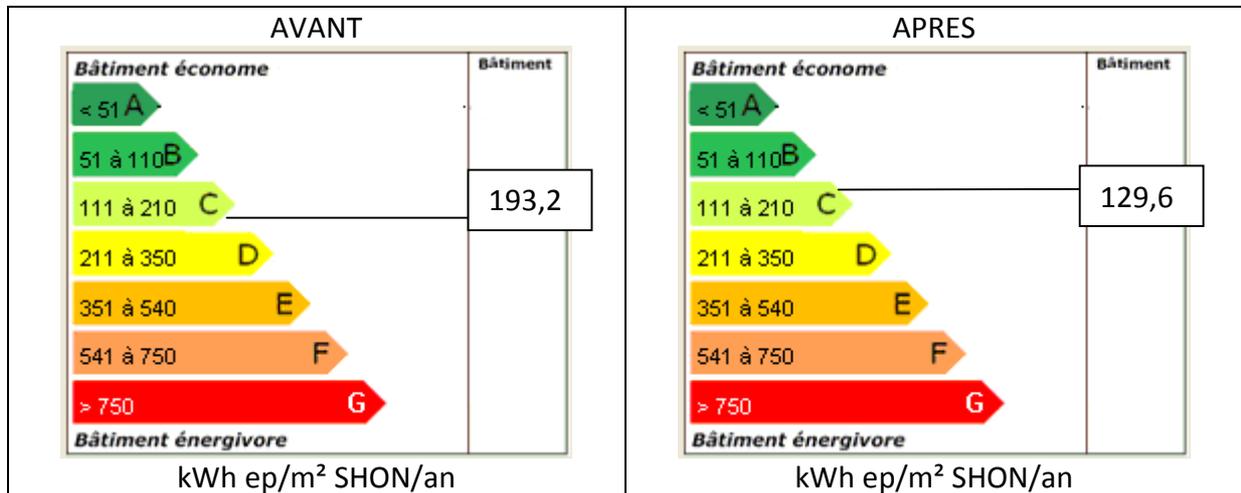
Investissement total : 51 635 € HT soit 44 € HT/m² du bâtiment C (hors PV)

Economies financières : 2 796 € HT/an

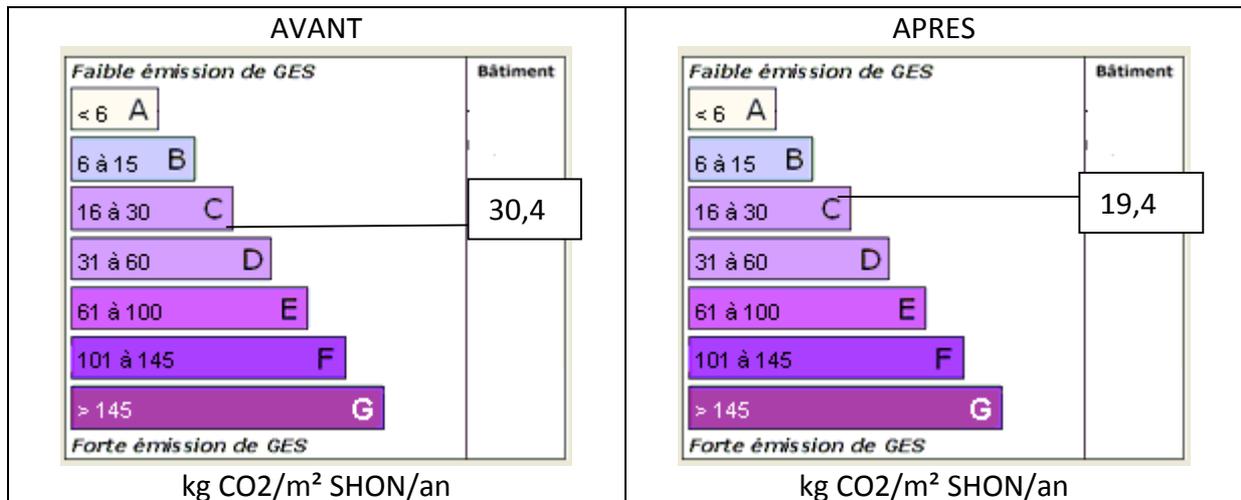
TRB : 18,4 ans.

Les étiquettes énergétiques et environnementales sont reportées ci-dessous à titre indicatif et correspondent à l'année de référence 2008. Elles montrent les valeurs constatées et attendues si toutes les préconisations sont réalisées.

Classement énergétique :



Classement environnemental :



SHON = 450 m²	Gaz	Electricité
Consommation EF* (kWh/an)	129 011	52 259
Consommation EP* (kWh/an)	129 011	134 828
Consommation EP* (kg CO2/an)	30 189	11 326

1.6 Bâtiment D – DRIRE

La Cité Administrative est un site datant du 19^{ème} siècle. Ce site a subi des rénovations importantes, notamment par la création d'un réseau de chaleur pour la totalité des bâtiments de la cité administrative.

Le bâtiment est ancien (construction du XIX^{ème} siècle, acquis par les services administratifs en 1947) et a fait l'objet d'une rénovation, comme le changement d'une partie des menuiseries, le raccordement au réseau de chaleur et le traitement contre l'humidité.

La puissance de la chaufferie centrale allouée à ce bâtiment est estimée à environ 42 kW.

Au niveau de l'électricité spécifique, le pôle informatique, l'un des plus consommateurs, est en partie optimisé par le remplacement d'écrans cathodiques. L'éclairage, pôle le plus consommateur, peut être optimisé.

L'enveloppe du bâti peut être améliorée en installant de l'isolation en priorité dans les combles et certaines menuiseries, n'assurant plus une étanchéité et une isolation convenables.

☐ Gisement d'économies d'énergies :

N°	Préconisation	Economie estimée				TRB (An)	
		Coût estimé (€ HT)	(kWh EF/an)	(€ HT/an)	(KWh CUMAC)** (T CO2/an)*		
1	Actions comportementales, sensibilisation par un responsable Energie – Environnement (p.31)	Non Quantifiable					
2	Formation du personnel (p.46)	Non Quantifiable					
3	Optimisation des sources d'éclairage (remplacement) (p.41)	1 594	2 062	148	30 290 BAT-EQ-04/09	0,2	10,7
4	Variation de vitesse sur la VMC (p.38)	75	219	16	780 BAT-TH-12	0,05	6
5	Informatique : utilisation Energy Star + écrans plats sur tous les postes (p.44)	80	1 246	97	Action non standardisée	0,1	0,9
6	Isolation de la toiture à pans (p.34)	5 000	7 647	268	369 000 BAT-EN-06	1,7	18,6
7	Isolation intérieure des murs extérieurs (p.33)	7 500	6 139	215	527 500 BAT-EN-02	1,4	34,9
8	Remplacement des vitrages (p.37)	7 800	587	20	61 200 BAT-EN-04	0,09	390

* : avec 1 kWh EF gaz = 0,234 kg CO2 et 1 kWh EF électrique = 0,084 kg CO2

** : les calculs ont été effectués à l'aide du guide « Le guide des CEE » - Mémento du club C2E de l'ATEE pour les actions standardisée

bleu : action sur le pôle électrique

rouge : action sur le pôle thermique

noir : action sur les deux pôles (électrique et thermique) en simultanéité ou actions sur le pôle eau.

Economies totales attendues sur les préconisations ciblant seulement le bâtiment D (hors parties communes : chaufferie centrale) :

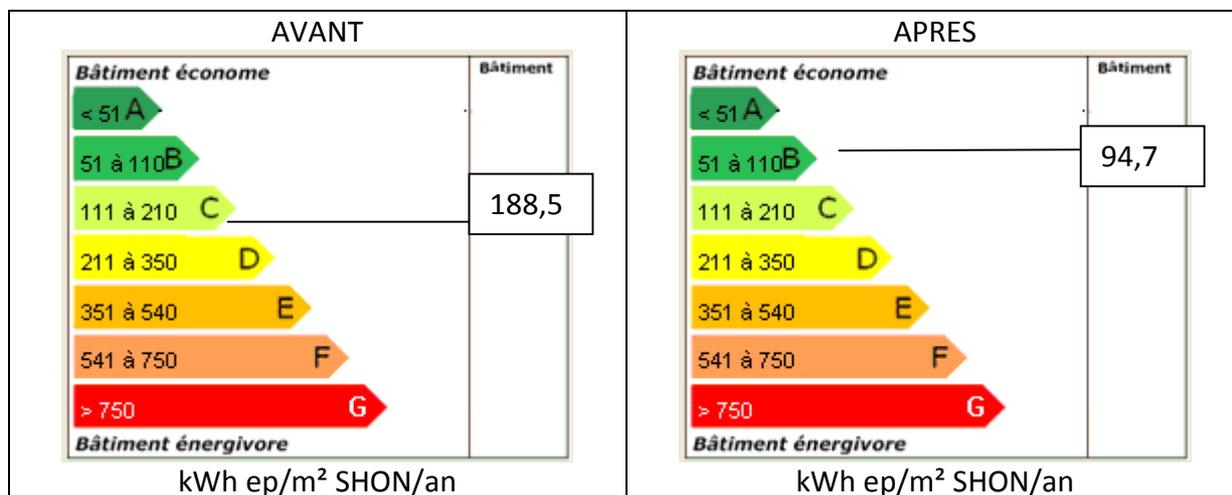
- gaz : 14 373kWh/an ou 63 %
- Electricité : 3 527 kWh/an ou 38 %
- CO2 : 3,6 T Co2/an ou 60 %



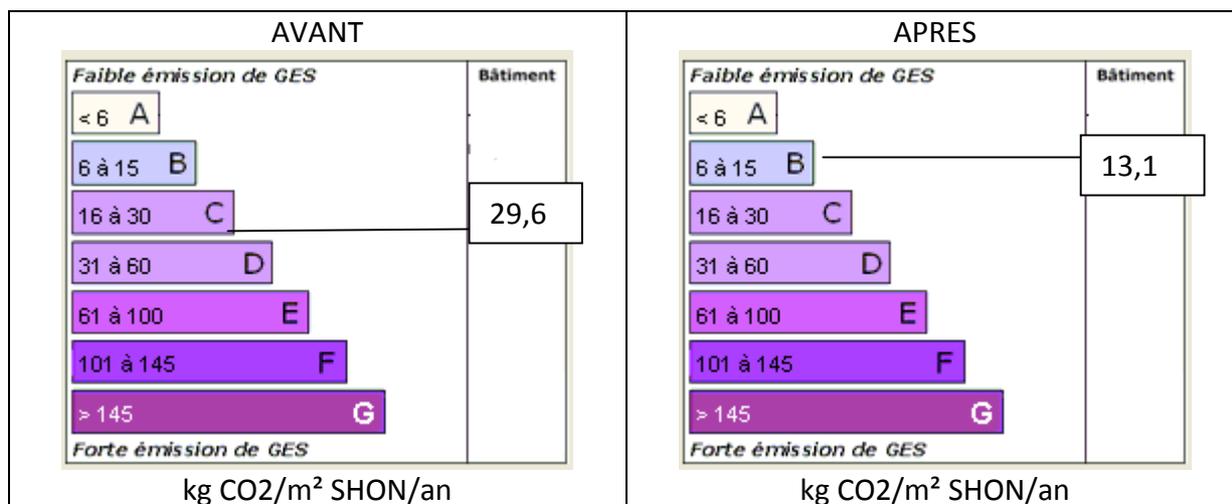
Investissement total : 22 049 € HT soit 90 € HT/m² du bâtiment D.
Economies financières : 750 € HT/an
TRB : 29.6 ans.

Les étiquettes énergétiques et environnementales sont reportées ci-dessous à titre indicatif et correspondent à l'année de référence 2008. Elles montrent les valeurs constatées et attendues si toutes les préconisations sont réalisées.

Classement énergétique :



Classement environnemental :



SHON = 247 m²	Gaz	Electricité
Consommation EF* (kWh/an)	22 761	9 220
Consommation EP* (kWh/an)	22 761	23 788
Consommation EP* (kg CO2/an)	5 326	1 998

1.7 Bâtiment I – DDVS

Le bâtiment accueillant la Direction Départementale des Services Vétérinaires, construit en 1961, a évolué dans son utilisation. Jusqu'en 1995, une partie du rez-de-chaussée était utilisée par un laboratoire d'autopsie (d'où la présence d'une chambre froide) et une partie du premier étage était utilisé par un laboratoire vétérinaire.

De nombreuses rénovations ont été réalisées, comme le changement de vitrage, l'isolation des combles, ou encore la réfection des systèmes d'alimentation électrique.

L'état général du bâti est moyen car celui-ci a été construit avant la première Réglementation Thermique, il n'est aucunement isolé et les murs extérieurs présentent de nombreuses pathologies (fissures, trous, etc. ...). Cela occasionne des déperditions thermiques importantes via les murs (29 %). A contrario, la toiture est très bien isolées grâce à 20 cm de laine de verre posés en 2004.

La production de froid est assurée par des pompes à chaleur dont les plus anciennes fonctionnent au R22. Ce fluide frigorigène devenant interdit en 2012, celles-ci devront être remplacées dans les prochaines années.

Au niveau de l'électricité spécifique, l'informatique est le pôle le plus consommateur (34 % de la consommation totale), bien qu'il soit en partie optimisé grâce au remplacement des écrans cathodiques par des écrans LCD. Il est suivi de près par l'éclairage (24%) qui est en partie optimisé par la présence d'ampoules basse consommation de 18 W. Finalement, la production de froid (19 %) à l'aide des pompes à chaleur mentionnées ci-dessus, est le troisième pôle le plus consommateur.

Au niveau des consommations d'eau, presque tous les sanitaires possèdent des chasses d'eau économes, mais aucun matériel hydro-économe n'est installé sur les robinets des lavabos afin de diminuer les consommations.

☐ Gisements d'économies d'énergies :

N°	Préconisation	Coût estimé	Economie estimée				TRB
		(€ HT)	(kWh EF/an)	(€ HT/an)	(KWh CUMAC)**	(T CO2/an) *	(An)
1	Actions comportementales, sensibilisation par un responsable Energie – Environnement (p.32)	Non Quantifiable					
2	Formation du personnel (p.52)	Non Quantifiable					
3	Suppression du groupe froid à eau glacée (p.44)	0	2 880	207	Action non standardisée	0,2	0
4	Informatique : utilisation Energy Star + écrans plats sur tous les postes (p.48)	510	6 732	485	Action non standardisée	0,6	1,1
5	Action sur la consommation d'eau froide (p.50)	102	33.2m ³	81	Action non standardisée	/	1,3
6	Variation de vitesse sur la VMC (p.41)	75	365	26	975 BAT-TH-12	0,03	2,9
7	Optimisation des sources d'éclairage (remplacement) (p.41)	4 400	4 662	335	282 900 BAT-EQ-01/03/09	0,4	13,1
8	Isolation des murs extérieurs (p.34)	19 000	17 873	625	632 500 BAT-EN-02	4,2	30,4
9	Mise en place de contact à feuillure (p.37)	2 500	112 630	8 22	Action non standardisée	0,009 0,14	83,3
10	Remplacement des vitrages (p.38)	7 500	1 277	45	61 200 BAT-EN-04	0,3	167
11	Remplacement des climatisations fonctionnant au R22 (p.42)	5 000	226	16	Action non standardisée	0,02	312

* : avec 1 kWh EF gaz = 0,234 kg CO2 et 1 kWh EF électrique = 0,084 kg CO2

** : les calculs ont été effectués à l'aide du guide « Le guide des CEE » - Mémento du club C2E de l'ATEE pour les actions standardisée

bleu : action sur le pôle électrique

rouge : action sur le pôle thermique

noir : action sur les deux pôles (électrique et thermique) en simultanéité ou actions sur le pôle eau.

Economies totales attendues sur les préconisations ciblant seulement le bâtiment B (hors parties communes : chaufferie centrale) :

- gaz : 19 780 kWh/an ou 31 %
- Electricité : 14 977 kWh/an ou 58 %
- CO2 : 5,9 T Co2/an ou 30 %

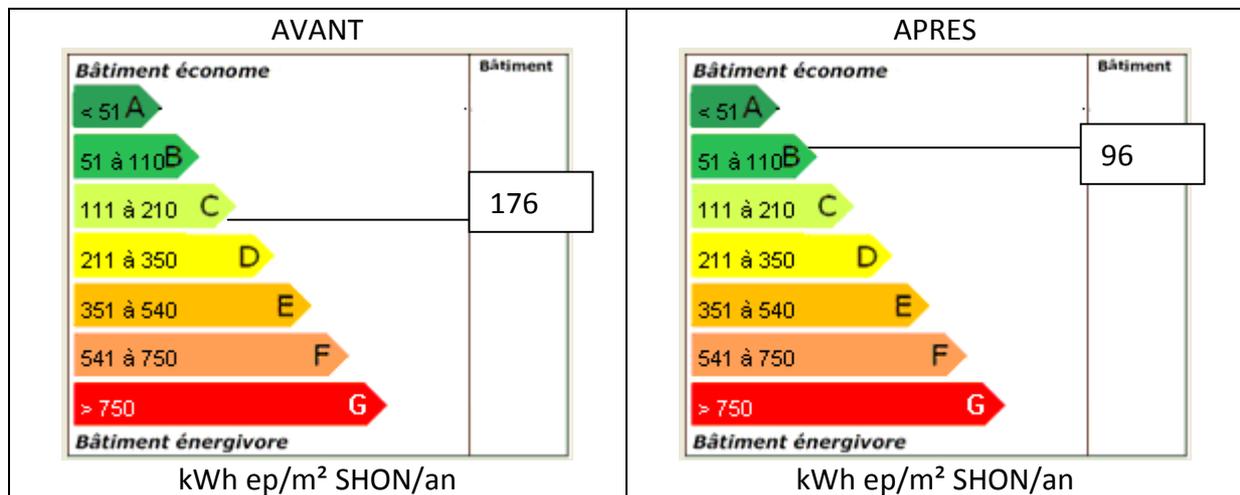


Investissement total : 39 087 € HT soit 57,2 € HT/m² du bâtiment I.

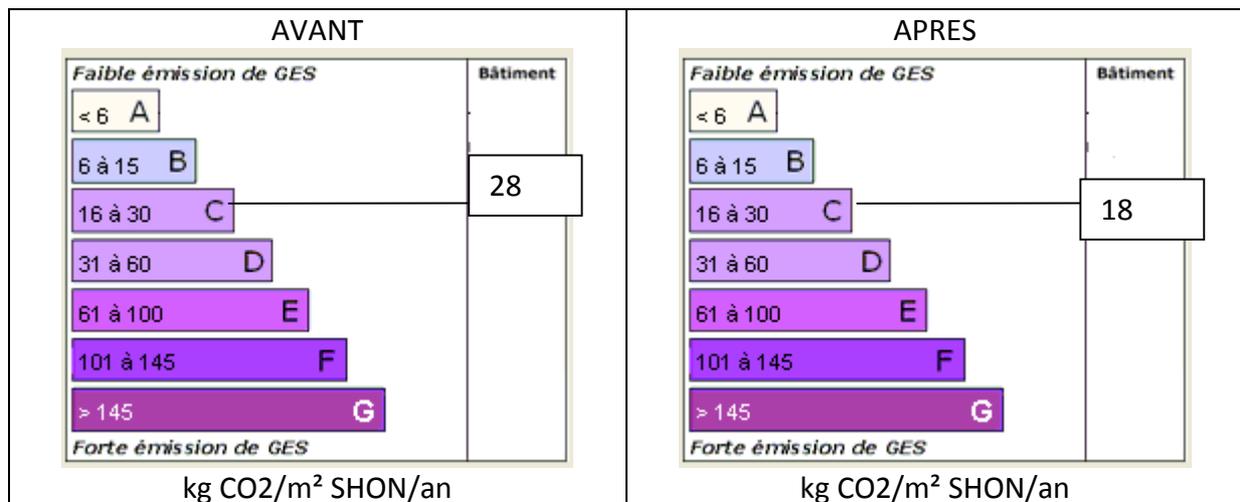
Economies financières : 1 858 € HT/an
TRB : 32,5 ans.

Les étiquettes énergétiques et environnementales sont reportées ci-dessous à titre indicatif et correspondent à l'année de référence 2008. Elles montrent les valeurs constatées et attendues si toutes les préconisations sont réalisées.

Classement énergétique :



Classement environnemental :



SHON = 730 m²	Gaz	Electricité
Consommation EF* (kWh/an)	62 939	25 495
Consommation EP* (kWh/an)	62 939	65 777
Consommation EP* (kg CO2/an)	14 728	5 525

PARTIE COMMUNE – Cité Lacuée Agen

2 Présentation du site

2.1 Données générales

Adresse
Cité Administrative 3 rue René Bonnat 47 000 AGEN
Visite : 21 au 25 janvier 2010

Tableau 1 Liste des intervenants

Contacts		Nom	Tél	Mail
Responsables	Adjoint du chef de la cellule Aménagement et Bâtiment Durable	M. Palazy	05 53 69 32 43	daniel.palazy@equipement-agriculture.gouv.fr
	Gestion Cité Administrative	M. Marty	06 72 80 79 16	-
	Entretien Cité Administrative	M. Combaco	06 58 17 78 02	-
Auditeurs	APAVE	J. Hettiet	06 15 01 49 46	julien.hettiet@apave.com
	APAVE	V. Martin	06 15 01 51 72	Vincent.martin@apave.com
	APAVE	A. Prudhomme	-	-
	APAVE	R. Léger	-	-
Exploitant	DAVID	M. David	06	-

Tableau 2 Données patrimoine

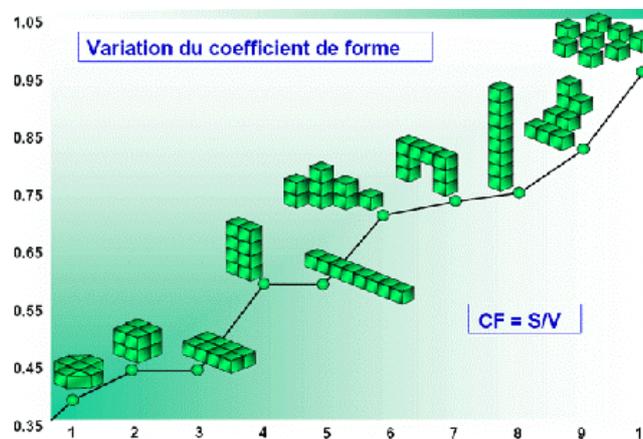
Données sur le patrimoine	
Type	Bureaux
Nombre de bâtiments	5 bâtiments (A, B, C, D et I)
Année de construction	Du milieu de 19eme siècle (B, C et D), 1961 pour le A et 1963 pour le I
Année de rénovation	La chaufferie a été rénové en 1996 + remplacement des vitrage en 1997, ainsi que certaines couvertures à différents moments
SHON (m ²)	8 137 m ²
Nombre d'employés	225 employés
Horaires de fonctionnement	Employés : 09h00 - 17h00 (avec pause déjeuner d'une heure) sur 260 jours/an
	Public : Formations occasionnelles + visiteur (09h00 – 12h00 et 14h00 - 17h00)
Type d'énergie :	Electricité (informatique, éclairage, climatisation,...) Gaz (chauffage)

2.2 Description

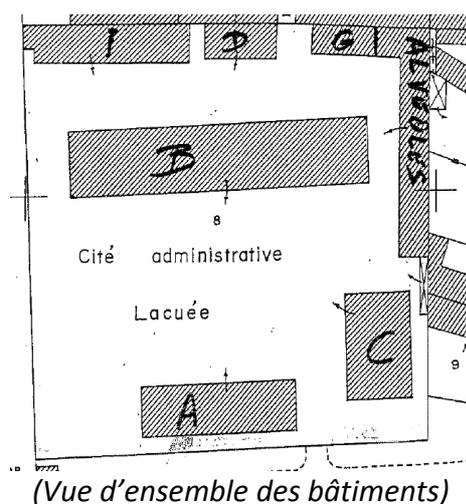
Les bâtiments ont des années de construction qui varient du 19^{ème} siècle à 1960. C'est un bâtiment à usage tertiaire.

Plus le facteur de compacité est grand, plus il y a de surfaces déperditives, plus il y a de pertes par les parois. La forme la plus optimale est la sphère : c'est le volume géométrique qui a le facteur de compacité le plus petit. Ainsi plus le bâtiment ressemble à une sphère, moins il y a de pertes. C'est pourquoi, à volume égal, un immeuble consomme moins que plusieurs petites maisons individuelles.

Le graphique ci-dessous illustre la compacité de géométries types. Pour un bâtiment de 1000 m², il convient de ne pas dépasser un ratio S/V (Surface/Volume) de 0,65 (soit +12% par rapport à une sphère).



(source : Energetech)



C'est pour cela qu'il vaut mieux construire des bâtiments de forme simple afin d'éviter les problèmes de compacité.

De même, il est recommandé d'éviter les décrochements sur les façades (ex : loggia, balcons, acrotères, ...), car ils sont solidaires de la structure du bâtiment, ils agissent comme les ailettes de refroidissement d'un moteur : ce sont des ponts thermiques redoutables.

La forme du site est optimisée. En effet, le rapport S/V = 0,27.

Voici la répartition surfacique du site qui permettra de déterminer la part des consommations gaz de chaque bâtiment :

	S chauffée (m ²) *	Ratio (%)	Consommation Gaz (kWh/an)	Consommation Electrique (kWh/an)
Bâtiment D	247	2.8%	22 761	9 220
Bâtiment I	683	7.6%	62 939	25 495
Bâtiment B	4 800	53.7%	442 322	179 172
Bâtiment C	1 400	15.7%	129 011	52 259
Bâtiment A	1 808	20.2%	166 608	67 488
Total Cité administrative :	8938	100.0%	823 641	333 634

* : Surfaces mesurées lors des visites ne prenant en compte que les bâtiments et non les services.

Voici l'historique des rénovations et des constructions de la cité administrative :

- ❑ **1947 : Acquisition de l'ancienne caserne militaire d'Agen (correspond aux bâtiments B, C et D)**
- ❑ **1 951 : Fin de la restructuration et aménagement des locaux**
- ❑ **1961 : Construction du bâtiment A**
- ❑ **1963 : Construction du bâtiment D**
- ❑ **Rénovation 1995 :**
 - Couvertures et isolation toitures : bâtiments C et D
 - Couvertures toitures : bâtiments B et I (problème d'amiante)
- ❑ **Rénovation 1997 :**
 - Chaufferie centrale gaz (au lieu du fioul) à condensation
 - Renforcement du plancher du bâtiment I par IPN
 - Quasi totalité des menuiseries SV aluminium du site ont été remplacées par du doubles vitrage PVC
 - Toutes les centrales incendie ont été remplacées et la sécurité a été renforcée (badgeuse + vidéo surveillance)
 - Mise en place de laine de verre sur les toitures, hormis le bâtiment A
- ❑ **Rénovation 2009 :**
 - Raccordement au réseau des eaux usées
 - Stores extérieurs en tissu pour tous les ouvrants

Tous les bâtiments couvrent une surface hors œuvre nette de 8 938 m² pour une surface au sol d'environ 2 490 m² (les plans fournis par le MOA n'étant pas entièrement cotés, le métré a été réalisé par nos soins à l'aide d'un mètre laser).

Les services accueillent 225 employés/jour. Lors des visites, le comportement du personnel présent était relativement simple, chaque personne étant au poste lui incombant. A noter toutefois l'éclairage de quelques bureaux alors que ceux-ci étaient non occupés.

Voici la répartition du nombre d'employés en fonction des bâtiments du site :

	Nombre d'employés
Bâtiment D	5
Bâtiment I	28
Bâtiment B	118
Bâtiment C	22
Bâtiment A	52
Total Cité administrative :	225

Au niveau des cafetières et autres productions d'eau chaude alimentaire, nous retrouvons la majorité des appareils éteints.

La maintenance est réalisée par la société David.

Les besoins de ce site sont :

- Le chauffage,
- La climatisation,
- Le renouvellement d'air,
- La production d'eau chaude sanitaire,
- l'éclairage.

Contrats / fournisseurs :

- Électricité : Electricité de France
Tarif Jaune version Utilisations Longues avec Heures Pleines / Heures Creuses
(HC : 22h00 – 06h00)
Puissance souscrite de 132 kVA
- Gaz : Gaz de France
Tarif B2S
- Eau : Véolia.

Consommations d'énergies et coûts globaux annuels :

Nous prendrons comme référence pour l'électricité, le gaz naturel et l'eau l'année 2008, qui est la plus représentative des consommations et des usages énergétiques actuels. Pour l'eau, le bâtiment A possède son propre compteur. Par contre, pour le gaz et l'électricité, des ratios de surfaces ont été appliqués sur la Cité Administrative puisqu'il n'y avait pas de compteur divisionnaire dans chaque bâtiment. Le ratio qui a été utilisé est de 2 332/8 137 = 28,66 % de la SHON totale de la Cité Administrative).

- Consommations globales de l'ensemble des bâtiments du site :

- Pour l'électricité :
 - Consommation 2008 : 333 364 kWh, soit 29 909,66 € TTC, on obtient un coût de 0,09 € TTC/kWh ou 72,1 € HT/MWh.
 - Consommation 2007 : 315 078 kWh, soit 28 797,41 € TTC, on obtient un coût de 0,092 € TTC/kWh ou 73,5 € HT/MWh.
 - Consommation 2006 : 341 389 kWh, soit 30 277,56 € TTC, on obtient un coût de 0,089 € TTC/kWh ou 71,3 € HT/MWh.
 -
- Pour le gaz naturel :
 - Consommation 2008 : 823 641 kWh, soit 36 324,44 € TTC, on obtient un coût de 0,044 € TTC/kWh ou 35 € HT/MWh.
 - Consommation 2007 : 747 476 kWh, soit 31 955,03 € TTC, on obtient un coût de 0,043 € TTC/kWh ou 34,4 € HT/MWh.
 - Consommation 2006 : 862 333 kWh, soit 34 459,28 € TTC, on obtient un coût de 0,04 € TTC/kWh ou 32,2 € HT/MWh.
- Pour l'eau :
 - Consommation 2008 : 1 556 m³/an, soit 4 707,46 € TTC/an, on obtient un coût de 3,02 € TTC/m³ ou 2,43 € HT/m³.
 - Consommation 2007 : 2 020 m³/an, soit 6 067,20 € TTC/an, on obtient un coût de 3 € TTC/m³ ou 2,41 € HT/m³.
 - Consommation 2006 : 2 212 m³/an, soit 6 311,10 € TTC/an, on obtient un coût de 2,85 € TTC/m³ ou 2,3 € HT/m³.

- Conclusion :
 - Pour l'électricité, on constate une augmentation annuelle faible du prix du kWh (1 % sur 3 ans). Concernant les consommations, on constate une très diminution entre 2006 et 2007 (- 8,5 %) alors que les consommations ont ré augmentées entre 2007 et 2008 (+ 5,6 %).
 - Pour le gaz naturel, on constate que les consommations ne sont pas régulières. Comme pour l'électricité, en 2007 celles-ci sont inférieures aux deux autres années (- 15,4 % par rapport à 2006). 2008 a également été une année moins énergivore en gaz que 2006, avec une chute des consommation de 4,5 %. On remarque de plus une hausse du coût du gaz, puisque le prix au MWh a augmenté de 9,3 %.
 - Pour l'eau, on s'aperçoit que la consommation est stable depuis 2006. Quant au prix de l'eau, celui ci a subi une croissance de 6 % sur 3 ans.

Synthèse des consommations d'énergies et coûts globaux annuels :

Désignation	Consommation Energie finale				Coût	
	kWh/an	TEP/an	T CO2/an	%	€ TTC/an	%
Electricité	333 634	280,5	28	28,8	29 909,66	42,2
Gaz naturel	823 641	63,4	192,7	71,2	36 324,44	51,2
Eau	1 556				4 707,46	6,6
Total		343,9	220,7	100	70 941,56	100

Note : 1 kWh EF électrique correspond à 0,84 TEP et 0,084 kg de CO₂,
1 kWh EF gaz correspond à 0,077 TEP et 0,234 kg de CO₂.

Ratios énergétiques :

Pour les hypothèses suivantes :

DJU moyen sur 30 ans = 2 083°C/an ; Nombre de salariés : 225 ; Surface chauffée = 9 135 m²

- Énergie électrique : 36,5 kWh EF/m²/an ou 1 483 kWh EF/salarié/an,
- Gaz : 90,2 kWh EF/m²/an ou 395,4 kWh EF/DJU/an ou 3 660 kWh EF/salarié/an,
- Eau : 6,9 m³/salarié/an ou 0,17 m³/m²/an.

Collecte de renseignements :

Nous avons demandé au responsable du service technique les éléments suivants, lors du diagnostic :

- Plans de masses : **obtenus**,
- Plans architecturaux : **obtenus**,
- Relevés et factures d'eau, d'électricité et de gaz : **obtenus**,
- Le droit de prendre des photos : **accordé**.

Voici les gisements potentiels en terme de substitution d'énergie :

Approvisionnement énergétique	Faisabilité	Commentaires
Solaire thermique	oui	Possibilité sur les bâtiments A et B mais les besoins du site sont trop faibles pour un investissement onéreux
Solaire photovoltaïque	oui	A l'étude dans le rapport : intéressant pour les bâtiments A et B
Bois énergie	oui	Possible mais nécessite la réquisition d'une grande surface au sol .
Eolien	non	Pas de gisement + si hors ZDE (Zone Développement Eolien) : pas de rachat EDF, ni permis de construire
Réseau de chaleur	oui	C'est le cas actuellement
Chaufferie à condensation	oui	A l'étude dans le rapport
Géothermie (eau/eau)	non	Surface de captage potentiel peu suffisante par rapport aux besoins et fonction de l'investissement (chauffage au sol + forage)
Hydraulique	non	Pas de gisement et difficultés de mise en place
Cogénération	non	Pas de gisement proche et difficultés de mise en place : Investissement + placement géographique de la chaufferie

3 Les installations climatiques

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des installations de chauffage et de climatisation. Elles seront présentées sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux caractéristiques techniques des équipements de production, distribution, régulation et émission. L'appréciation visuelle de l'état lors de la visite est notée également sur une échelle de couleur en pied de page.

3.1 Chaufferie gaz

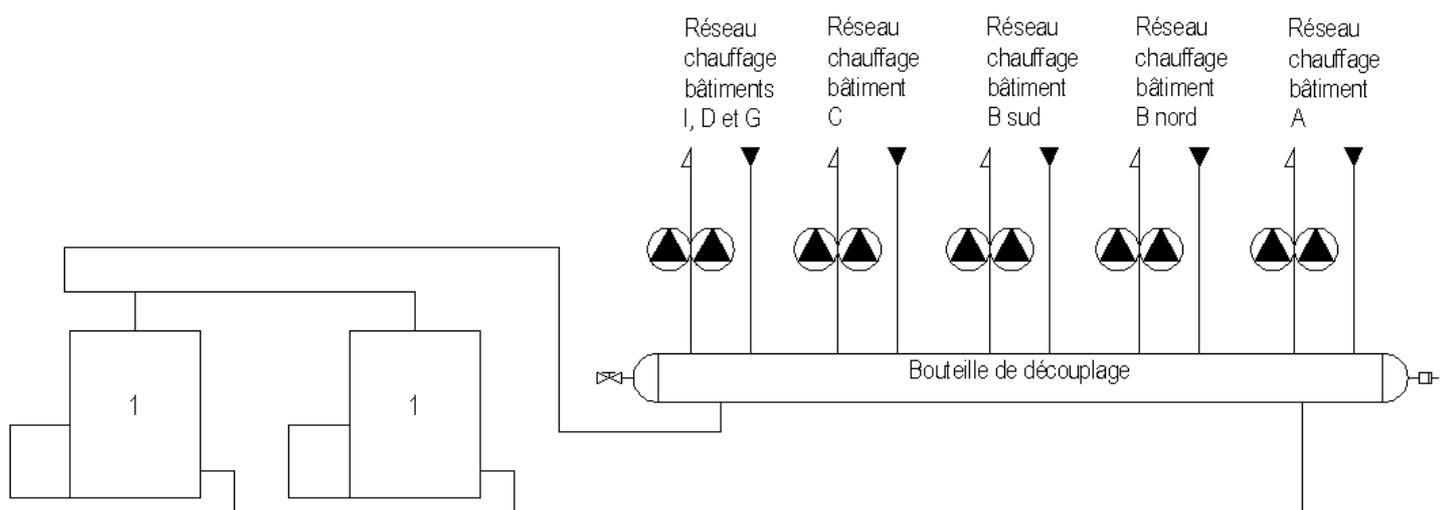
3.1.1 Généralités

La production de chaleur est assurée par une chaufferie centralisée, fonctionnant au gaz naturel, pour l'ensemble des bâtiments administratifs de la cité.

Pour palier aux besoins de tous les bâtiments, nous retrouvons dans cette chaufferie 2 chaudières à condensation identiques.

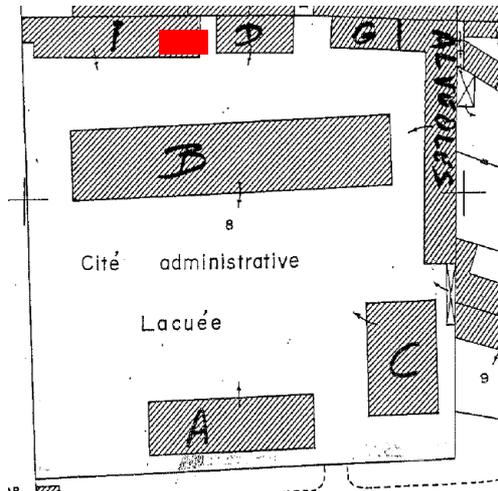
ATTENTION : Actuellement la chaufferie est équipée de compteur d'énergie (qui mesurent la température, l'énergie et les consommations d'eau). Ces compteurs sont installés sur le général du réseau et sur chaque réseau (pour chaque bâtiment). Mais les compteurs ne fonctionnent plus car les piles aux Lithium qui les alimentent sont usées. L'entreprise de maintenance DAVID ne les a pas changé car le MOA ne l'a pas demandé.

Ces compteurs sont à remettre en service et à relever périodiquement.



Chaque départ de réseau de chauffage alimente un bâtiment ou une partie de bâtiment différent. Dans les bâtiments en question, nous retrouvons des sous-stations. Les tuyauteries d'alimentation des sous-stations passent sous terre.

La chaufferie centrale est localisée dans le bâtiment I : DDSV :



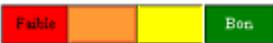
	SHON (m ²)	Ratio (%)	Puissance assignée (kW)
Bâtiment D	370	4.5%	42
Bâtiment I	729	9.0%	82
Bâtiment B	4256	52.3%	481
Bâtiment C	450	5.5%	51
Bâtiment A	2332	28.7%	264
Total Cité administrative :	8137	100.0%	920

La chaufferie est arrêtée en période estivale.

3.1.2 Production et distribution de chauffage

3.1.2.1 Chaufferie centralisée

Le chauffage du bâtiment est assuré par deux chaudières gaz à condensation sur une boucle de tickelmann pour facilité l'équilibrage des réseaux, installées en 1997 :

Désignation	N°1	N°2
Marque	VISSMANN	VISSMANN
Modèle	VERTOMAT V8B46	VERTOMAT V8B46
Puissance	13 - 460 kW	13 - 460 kW
Rendement (%)	92 % *	92 % *
Année	1997	1997
Brûleur à air pulsé	WEISHAUPT G3 1 – E 80 – 550 kW 1997	WEISHAUPT G3 1 – E 80 – 550 kW 1997
Photo		
Efficacité énergétique	Condensation	Condensation
Régime de température du réseau (°C)	Haute température (80 / 70 °C)	Haute température (80 / 70 °C)
		

* Voici l'analyse de combustion pour permettre de vérifier leur bon fonctionnement (18/01/2010) :

Désignation	Chaudière 1	Chaudière 2
Teneur en O2 (%)	8,1	3,8
Teneur en CO2 (%)	12,4	9,7
Teneur en CO (ppm)	18	31
Température de l'air (°C)	11	12
Température des fumées (°C)	62	70
Rendement de combustion (%)	90	97,2

Comme on peut le voir la société de maintenance (DAVID) arrive à conserver des rendements corrects.

Voici les différents départs en chaufferie pour les réseaux de distribution du site :

- Réseaux radiateurs bitubes en fontes équipés de robinets thermostatiques datant de 1997 (la durée de vie d'un tel robinet est de 10 ans, passer cette période, il ne régule plus rien),

Voici la composition des réseaux de chauffage :

Tableau 3 Caractéristiques des réseaux de chauffage

Réseau primaire	
Au niveau des départs chaufferie	
Pompe aller	6 pompes : <ul style="list-style-type: none"> - GRUNDFOS (double) : UPE40-120 (variation de vitesse) de 45 à 500 W → Circuit radiateur des bâtiments I/D/G - GRUNDFOS (double) : UPE40-120 (variation de vitesse) de 45 à 500 W → Circuit radiateur du bâtiment C - GRUNDFOS (double) : UPE40-120 (variation de vitesse) de 45 à 500 W → Circuit radiateur du bâtiment B (Sud) - GRUNDFOS (double) : UPE40-120 (variation de vitesse) de 45 à 500 W → Circuit radiateur du bâtiment B (Nord) - GRUNDFOS (double) : UPE40-120 (variation de vitesse) de 45 à 500 W → Circuit radiateur du bâtiment A - SALMSON : SCX10-40 (V1) de 135 W → Retour chaudières - 2 Surpresseurs : SALMSON : VME 307-T3 de 1,14 kW.
Vanne 3 voies montée en mélange	6 vannes 3 voies montée en répartition (1/réseau): Johnson et Control / VA7242-1001
Type de régulateur GTC	Johnson et Control / METASYS
Etat du matériel	VARIATION DE VITESSE
	



(Pompes des départs réseaux)



(régulateur de la chaufferie)

Les pompes, les vannes 3 voies et la régulation se situent dans en chaufferie.

La chaufferie est installée en sous sol du bâtiment I. Il est important de souligner que le local de la chaufferie n'est pas isolé et donc cela induit des pertes de chaleur.



Voici une photo des sursesseurs permettant l'alimentation des bâtiments éloignés de la production. Pour exemple, on remarque que pour le bâtiment A (le plus éloigné de la chaufferie), nous avons un écart (une perte) de 26 °C entre la chaufferie et la sous station du bâtiment :

- Température de départ chaufferie : 75 °C
- Température en sous station : 54 °C.

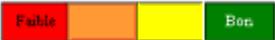
De plus un problème d'étanchéité des conduits de fumées amène la condensation de celles-ci au sol, ce qui provoque une inondation de la chaufferie.



ATTENTION : en chaufferie le départ du réseau bâtiment D/ G/ I n'est pas calorifuger sur toute sa longueur, soit 22 m.

3.1.2.2 Chaufferie de la loge

Le chauffage de la loge est assuré par une chaudière gaz et un seul réseau radiateur fonctionnant par thermosyphon :

Désignation	N°1
Marque	IDEAL STANDART
Modèle	ALTAIS 1001 / 16 STR
Puissance	17 kW
Rendement (%)	- *
Année	1996
Brûleur à air pulsé	intégré
Photo	
Efficacité énergétique	Vétuste
Régime de température du réseau (°C)	Haute température (90 / 70 °C)
	

* Pas pu être réalisée lors de la visite.

La chaufferie est installée en sous sol du bâtiment C.



ATTENTION : en chaufferie le départ du réseau n'est pas calorifuger, soit environ 20 m.

3.1.2.3 Sous station du bâtiment A

Le réseau du bâtiment A est distribué par une sous-station de 1997 composée d'une bouteille de découplage pour séparer le réseau hydraulique en deux parties :

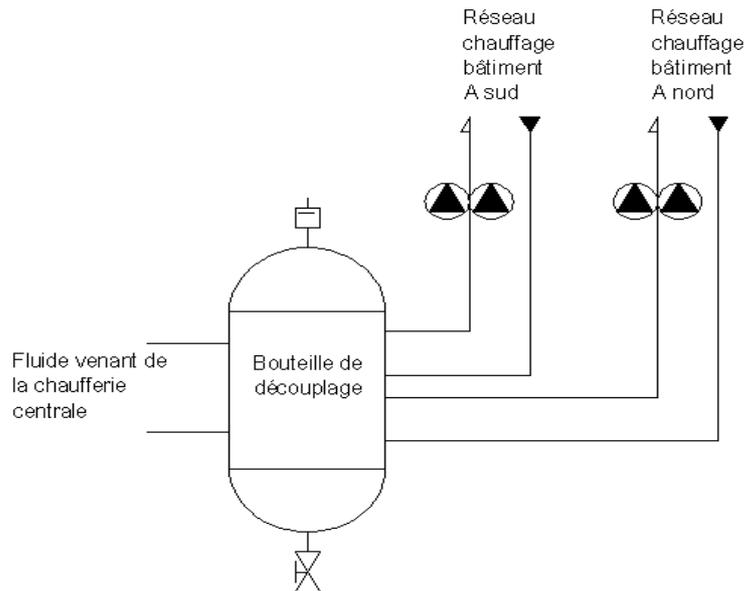
- partie sud
- partie nord.



La distribution de chaleur se fait par le biais de radiateur en fonte.

Ces radiateurs sont disposés en allège de fenêtre, ce qui augmente les pertes thermiques.

Voici le synopsis de la sous station :

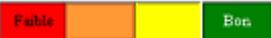


La température de départ du réseau « Bâtiment A » au niveau de la sous station, est de : 54 °C.

La température de retour du réseau « Bâtiment A » au niveau de la sous station, est de : 40 °C.

Par rapport à la chaufferie centrale, nous avons une perte calorifique en ligne de 23 °C. Cette chute de température est due à la longueur du réseau enterré qui alimente toute les sous-stations.

Tableau 4 Caractéristiques de la sous station

	Réseau primaire
	Au niveau des départs chaufferie
Pompe aller	4 pompes : - GRUNDFOS (simple) : UPE 40-120 (variation de vitesse) de 45 à 500 W → Circuit radiateur des bâtiments I/D/G
Vanne 3 voies montée en mélange	2 vannes 3 voies montées en répartition (1/réseau): Johnson et Control / VA7242-1001
Etat du matériel	VARIATION DE VITESSE
	

Le calorifuge de cette sous-station est correct.

La sous station est situé au rez-de-chaussée de la cage d'escalier Est du bâtiment.

3.1.3 La régulation commune aux bâtiments du chauffage

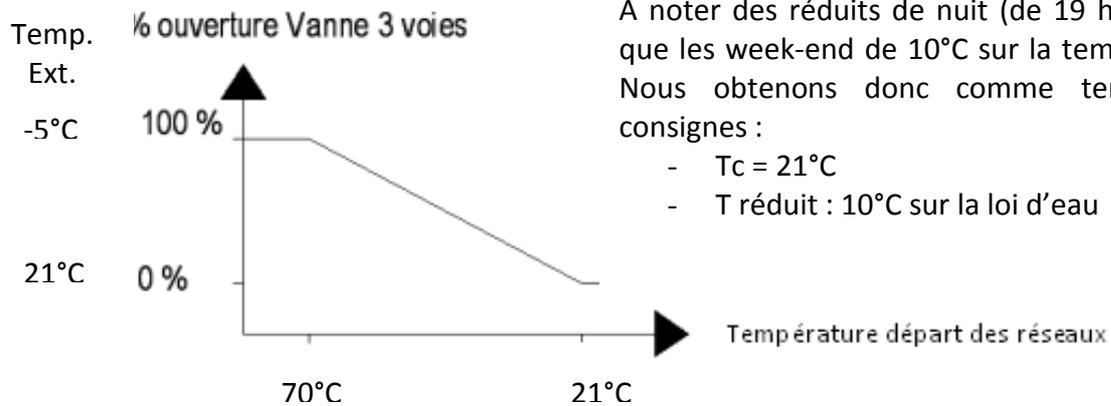
❖ En chaufferie centrale :

La régulation est réalisée tout d'abord au niveau des chaudières, de façon proportionnelle aux besoins par le biais des brûleurs modulants et du réglage des débits d'air. Puis les vannes 3 voies montées en répartition sur les départs des réseaux permettent de moduler le débit d'eau chaude en fonction des besoins réels du site.

La régulation est réalisée en fonction de la température de départ des réseaux et de la température extérieure.

La variation de vitesse sur les pompes permet de moduler les débits d'eau en fonction de besoins et donc les puissances de pompes sont proportionnels aux appels calorifiques des bâtiments.

Voici la courbe de régulation des vannes 3 voies :



A noter des réduits de nuit (de 19 h 30 à 7 h) ainsi que les week-end de 10°C sur la température d'eau. Nous obtenons donc comme températures de consignes :

- $T_c = 21^\circ\text{C}$
- T réduit : 10°C sur la loi d'eau

❖ Pour la chaufferie de la loge :

La régulation est réalisée en fonction de la température ambiante avec une action en tout ou rien au niveau du brûleur.

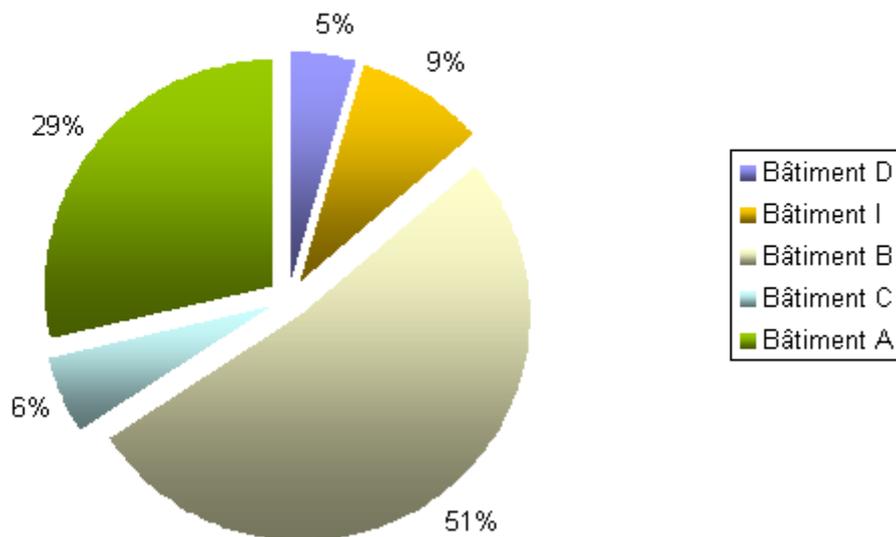
❖ Pour la chaufferie de la loge :

La régulation est réalisée par les vannes 3 voies montées en répartition sur chacun des réseaux (Nord et Sud). Cette régulation est fonction de la température ambiante.

3.1.4 Répartition des consommations de gaz

Il existe un seul type de consommation de gaz : chauffage des bâtiment, mais plusieurs types de bâtiments :

Répartition des consommations de gaz entre les bâtiments



La consommation thermique est réalisée en grande partie par le bâtiment B (qui est le plus important en terme de surface). En effet c'est le plus déperditif et le plus important en taille et en volume de tous.

Voici la répartition des consommations de gaz entre tous les bâtiments :

	SHON (m ²)	Ratio (%)	Consommation (kWh/an)	Ratio surfacique de conso. (kWh/m ² /an)
Bâtiment D	370	4.5%	37452	101.2
Bâtiment I	729	9.0%	73791	101.2
Bâtiment B	4256	52.3%	430800	101.2
Bâtiment C	450	5.5%	45550	101.2
Bâtiment A	2332	28.7%	236049	101.2
Total Cité administrative :	8137	100.0%	823641	101.2

On remarque que les ratio surfaciques sont égaux, car la répartition énergétique a été réalisée en fonction des surfaces à chauffer de chaque bâtiment.

4 Bilan sur la maintenance des installations

La maintenance des installations a été confiée à la société DAVID. L'agent de maintenance est M. David.

Le contrat de maintenance prend en compte :

- le P2 : Contrat de conduite et de petit entretien : l'exploitation, la conduite et la maintenance préventive systématique (dépannages et réparation selon conditions) des installations, ainsi que la gestion et l'assistance technique au MOA
- le P3 pour la partie chauffage.

L'intéressement est pris en compte dans le contrat de maintenance.

Installations prises en compte dans le contrat P2 :

- Production de chaleur (chaufferie),
- Productions froid,
- Productions ECS : température de départ réseau : 55°C à + ou – 5°C,
- Chauffage des bâtiments (du 15 Septembre au 31 Mai) température de consigne à 19 °C à +/- 2°C (conformément au décret 79.907 publié au JO du 22/10/79) avec réduit de nuit de 3°C de 20 h à 8 h et réduit de week-end de 4 °C. Saison de chauffe définie du 1^{er} Octobre au 15 Mai,
- Climatisation et rafraîchissement des locaux avec comme consigne : – 5°C par rapport à la température extérieure. Saison de climatisation définie du 1^{er} Juin au 30 Septembre ,
- Ventilation des bâtiments (remplacement des filtres, dépannage matériel, ...),
- Désenfumage,
- Distribution hors réseaux (réglage de l'équilibrage des ventilo-convecteurs, ...).

Installations prises en compte dans le contrat P3 (en option acceptée):

- Production de chaleur (chaufferie),
- Chauffage des bâtiments,

La maintenance réalisée nous paraît en accord avec les objectifs du contrat.

Nous signalons qu'il serait judicieux d'ajouter la clause de nettoyage des réseaux et des bouches d'extraction, de la ventilation sur le contrat de maintenance. Cela diminuerait les pertes de charges qui n'ont pas été prises en comptes lors du dimensionnement des ventilateurs, afin de les rendre plus pérennes dans le temps.

De plus, il nous paraît important de mettre une clause d'intéressement sur le contrat de maintenance, car le prestataire sera ainsi plus enclin à optimiser les installations énergétiques.

5 Propositions d'actions

5.1 Régulation

Une régulation est un dispositif permettant de maintenir la température d'un local, d'un bâtiment, à une valeur constante définie par l'utilisateur.

La température extérieure variant, les besoins en chauffage ou en climatisation d'un bâtiment ne sont pas constants.

Ils varient, par ailleurs, en fonction du type d'activité et des périodes d'occupation propres à chaque pièce ainsi que des éventuels apports de chaleur gratuits dont celles-ci peuvent bénéficier : ensoleillement, appareils ménagers, présence humaine, etc.

La réglementation thermique impose un mode de régulation pour assurer le confort et réaliser des économies d'énergie.

Ainsi en évitant les variations de températures, on évite le surplus de démarrage des systèmes de production, le matériel est moins sollicité et on fait des économies énergétiques et financières non négligeables.

Rappelons qu'un degré de moins sur la température intérieure des locaux représente une économie d'énergie potentielle d'environ 7 %.

Actuellement le bâtiment est régulé pour une température avoisinant les 21 °C, mais aucune sonde ambiante n'est installée.

L'avantage du réseau bitube du bâtiment est de maintenir une température de départ constante sur le réseau de chaque radiateur, donc on peut tous les réguler séparément.

L'utilisation de robinets thermostatiques neufs, en remplacement des robinets thermostatiques actuels qui sont vétustes, serait judicieuse pour améliorer la régulation.

Les robinets thermostatiques sont des organes de régulations à part, ils sont équipés :

- ❖ D'une sonde de température,
- ❖ D'un volant de réglage manuel de la consigne,
- ❖ D'un poussoir qui réagit en fonction des deux premiers composants.

Le robinet thermostatique prend en compte les différents apports en compte pour maintenir une température constante dans les locaux. Ce qui est le cas avec les apports solaires qui sont très importants sur la façade Sud.

Attention : la durée de vie d'un robinet thermostatique à son plus haut rendement est de 10 à 12 ans, après le matériel décline en efficacité pour devenir obsolète.

La température de consigne est trop élevée, car elle est de 21 °C, sachant que l'on peut la diminuer à 19°C, l'inertie du bâtiment le permettra amplement.

Le réglage des programmeurs doit être réalisé par l'exploitant après avoir vérifié les horaires exacts d'occupation des différents locaux. Ce réglage peut être approché par tests successifs ou par la pose momentanée d'enregistreurs afin de suivre au mieux l'effet des arrêts et remises en températures des locaux.

Ce réglage dépendra également de la surpuissance disponible, de l'inertie des locaux, des charges internes...

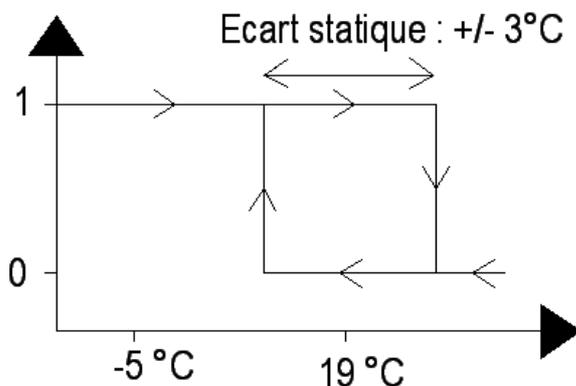
Le démarrage peut être réalisé avant l'arrivée des occupants tandis que l'arrêt peut se faire avant leur départ.

Voici ce que pourrait donner les régulations des réseaux de chauffage :

Température de réduits de nuits et week-ends : 16 °C pour les réseaux Nord.

- Période de réduits de nuit : de 19 h à 6h,
- Période de week-end : vendredi 19 h au lundi 6h.

Régulation des pompes et brûleurs



Réaliser des arrêts de réduits de nuits et week-ends sur les brûleurs et les circulateurs.

- Période de réduits de nuit : de 19 h à 6h,
- Période de week-end : vendredi 19 h au lundi 6h
- Période estivale : de Juillet à Août.

On obtiendrait une économie d'environ 15 % sur les consommations de chauffage.

Analyse de la préconisation :

- Consommation de chauffage du bâtiment : 823 641 kWh/an
- Facteur d'économies énergétiques : 15 %
- Economies énergétiques : 15 % x 823 641 = 123 546 kWh/an
- Tarif du gaz en 2008 : 0,035 € HT/kWh
- Economies financières : 0,035 x 123 546 = 4 324 € HT/an

- Investissement pour les robinets thermostatiques : 15 200€ HT
- Investissement pour le réglage de la régulation : 2 000 € HT (Pour le raccordement de deux sondes de températures ambiantes dans chacun des bâtiments)
- Investissement total : 17 200 € HT
- Economie financière totale : 4 324 € HT
- TRB : 3,5 ans.

Certificats d'économies d'énergies pour les robinets thermostatiques : Durée de vie de la préconisation 12 ans

268 521 kWh CUMAC*

- : Action BAT-TH-04.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

5.2 Calorifugeage



Des problèmes de calorifuges ont été détectés sur les différents réseaux de climatisation : les calorifuges sont en très mauvais état en toiture.

Pour remédier à ces problèmes, il suffit de calorifuger les canalisations des installations de chaud d'au moins 25 mm de polystyrène extrudé.



Le calorifuge désigne et qualifie divers isolants thermiques, en particulier ceux utilisés pour éviter les déperditions calorifiques des équipements de chauffage, canalisations et gaines : coquilles de mousse ou bourrelets d'isolation des tuyauteries, enveloppes isolantes des ballons échangeurs, en feutre, liège, mousses plastiques, laine minérale, laine de roche, laine de verre, etc...

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées au calorifugeage estimées à : 3 % des consommations liées aux productions de chaud : 24 709 kWh/an
- Economies financières liées au calorifugeage estimées à : 865 € TTC/an (0,035 € HT/kWh)
- Investissement global (pour environ 42 m de canalisations) : 820 € TTC
- Temps de retour global : > 1 an.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 20 ans
113 400 kWh CUMAC*

- : Action BAT-TH-06.

Gènes occasionnées par la préco. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

Bâtiment A – Cité Lacuée Agen

6 Description des éléments du bâti

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des parois. Ils seront présentés sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux coefficients thermiques. Lors de la visite, l'appréciation visuelle de l'état général est également notée sur une échelle de couleur (voir pied de page).

6.1 La structure du bâtiment A

Le bâtiment a été construit en 1955, et du point de vue du bâti aucune rénovation n'a été effectuée hormis le remplacement des vitrages par du 4/12/4 PVC en 2002 et la création d'un hall d'accueil en 1994. Le bâtiment est vétuste.



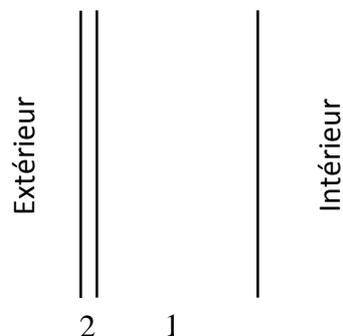
Composition des murs extérieurs (1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème}) :

Les murs ne sont pas isolés. Le mur en lui-même est composé de 25 cm de béton banché et d'une couche de crépis, comme le montre le schéma ci-après.

(façade mur extérieur du bâtiment)

Légende :

- 1 - Béton banché (25 cm)
- 2 - Crépis (1 cm)



Composition des murs du rez-de-chaussée :



ouvrants (ex : sas d'entrée).

Initialement un parking, le rez-de-chaussée a été récupéré pour être transformé en bureaux. Pour cela ont été ajoutés un bardage aluminium avec des baies vitrées. Ce choix technologique est source d'inconfort thermique (sentiment de paroi froide) : en effet, on a des surchauffes en été, ainsi que des déperditions importantes en hiver, donc des surconsommations énergétiques.

Aucun isolant n'est installé (menuiserie aluminium sans rupteur de ponts thermiques avec simple vitrage). De plus, il existe de gros défauts d'étanchéité au niveau des ouvertures des

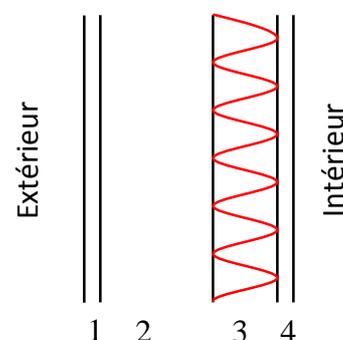
Composition des murs de l'accueil :



Construit en 1994, ces murs sont isolés à l'aide de 10 cm de laine minérale, ce qui est satisfaisant. Ils ont une épaisseur totale de 32,8 cm. Ces murs ont une surface faible comparée aux autres murs, donc leur importance sera faible sur les déperditions totales.

Légende :

- 1 – Enduit extérieur (1,5 cm)
- 2 – Béton (20 cm)
- 3 – Laine de roche (10 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$)
- 4 – BA13





Ouvrants :

Il existe trois types différents de fenêtre PVC double vitrage 4/12/4. La plupart (140 d'entre elles) ont 8 carreaux. Un petit nombre (3 en bout de bâtiment, au niveau de l'escalier principal) ont 6 carreaux. Enfin une fenêtre de petite dimension est présente en RdC. Toutes sont en vitrage clair, et les menuiseries sont posées en nu intérieur.



Il existe une unique fenêtre en aluminium simple vitrage sans rupteur de ponts thermiques de 4 mm d'épaisseur au RdC. Elle est également posée en nu intérieur.

Nous avons remarqué pendant la visite que les fenêtres PVC possédaient des stores extérieurs en tissu. Ceux-ci sont en résille de couleur blanc cassé. Une couleur trop foncée occasionne une absorption du rayonnement solaire et ensuite une surchauffe par les parois vitrées intérieures, donc la couleur claire utilisée est un bon choix. Aucune casquette solaire ou équipement de ce genre n'a été remarqué.



A signaler également dans l'escalier principal la présence de carreaux de verre de 10 cm d'épaisseur.

On trouve également des parois opaques en verre au RdC à intervalle régulier.

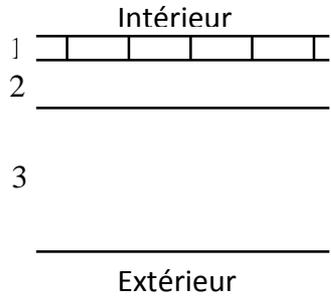
La porte d'entrée principale est en aluminium avec double vitrage sans rupteur de ponts thermiques, d'épaisseur 4/6/4.

La bâtiment possède également une porte pleine en fer sur la façade ouest.

Planchers :

Le plancher bas sur terre plein du bâtiment est constitué d'une dalle et d'une chape en béton, sans isolation datant de la rénovation de 1970 (bâtiment construit avant la RT 1988) :

- Légende :**
- 1 – Revêtement de sol
 - 2 - Chape béton (5cm)
 - 3 - Dalle béton (15 cm)



Le plancher intermédiaire interviendra également dans nos calculs, puisque celui du 3^{ème} donne sur un local non chauffé (les combles). Celui-ci n'est pas isolé, il est constitué de 20 cm de béton.

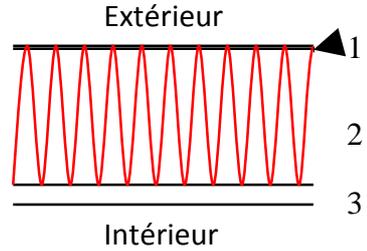


Vue de la toiture

Toitures :

Le bâtiment dispose d'une toiture inclinée composée de tuiles en terre crue sur charpente bois, sans isolation, comme l'illustre la photo ci-contre.

L'accueil ajouté en 1994 possède une toiture terrasse en bac acier isolée par 20 cm de laine de roche, comme le montre le schéma ci-dessous. Un important défaut d'étanchéité a été constaté dans cette toiture, comme le montre la photo ci-après.



- Légende :**
- 1 – Plaque acier
 - 2 – Laine de roche (20 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$)
 - 3 – Faux plafond

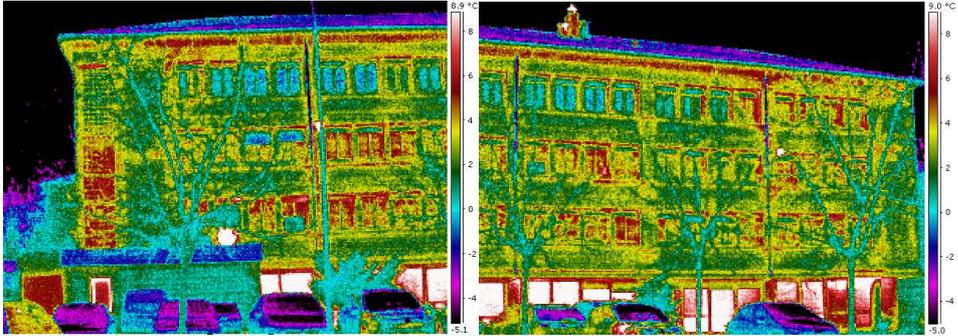


Défaut d'étanchéité

6.2 Prises de vue infra-rouge

Données sur le matériel utilisé	
Marque et type de la caméra	FLIR Sytems / ThermaCAM P60
Objectif	36 mm
Résolution spectrale	LW (8 à 12 μ m)
Résolution spatiale	320x240
Gamme de température	-40°C à + 1500°C.
Exactitude	$\pm 2^\circ\text{C}$ ou $\pm 2\%$ de la lecture
Certificat d'étalonnage	N°V0903-21802594 du 26/03/2009 (réalisé par FLIR Systems France)

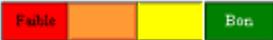
Données météorologiques	
Date d'intervention	19/01/2010 entre 7H00 et 9H00
Condition	Conditions difficiles mais tolérables. Ciel partiellement couvert avec un léger vent et une humidité importante.
Température extérieure début d'intervention	1,8°C (à 7H10)
Température extérieure fin d'intervention	3,1°C (à 8H05)
Hygrométrie	87% (à 7H10) – 77% (à 8H10)
Température intérieure	
Commentaire	Le site présente de nombreux végétaux à proximité immédiate du bâti, créant des parasites sur les thermogrammes. D'autre part, une grande partie des murs extérieurs est composée de vitrages avec des plaques EMERIT au niveau des allèges. Les vitrages et ces plaques, ont un fort coefficient de réflexion et un faible coefficient d'émissivité ne permettant pas de juger comparativement leurs réactions thermiques avec les autres matériaux visionnés. Malheureusement, la qualité des thermogrammes de l'extérieur des bâtiments, est relativement médiocre. Toutefois, nous avons pu déterminer des anomalies thermiques.

Photographie	
Thermographies	
<p>Commentaires :</p> <p>Prise de vue de la façade Nord, côté gauche du bâtiment.</p> <p>Nous n'avons pu réaliser de thermogramme avec un recul suffisant et sans objet végétal, sur un autre angle. Ces thermogrammes présentent ainsi des parasites (arbres), rendant la clarté des images thermographiques moyennes. Toutefois, nous pouvons observer des irrégularités thermiques sur plusieurs zones :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au niveau de la cage d'escalier (à gauche). - au niveau des planchers intermédiaires et haut. - au niveau des encadrements des ouvertures. - Au niveau de la tourelle d'extraction. 	

6.3 Déperditions des bâtiments

Tableau 5 Caractéristiques des parois

Type	Nature	Surface* (m ²)	U (W/m ² °C)	Eff. Energ.	Commentaire
Ossature	Poutres et poteaux béton	-	-	-	-
Murs extérieurs étages	mur béton (25 cm : $\lambda = 2,3$ W/m ^{°C}) + crépis (1 cm)	721	3,6		Isolation inexistante
Murs accueil	BA13 ($\lambda = 0,25$ W/m.°C) + laine de roche (10 cm, $\lambda = 0,04$ W/m.°C) + béton (20 cm :: $\lambda = 2,3$ W/m.°C)	16,1	0,35		Récents, isolation suffisante
Plancher Bas non isolé	Dalle et chape béton (20 cm : $\lambda = 2$ W/m.°C) + revêtement de sol (1 cm)	474	3,2		Manque d'isolation
Plancher intermédiaire	Dalle et chape béton (20 cm : $\lambda = 2,3$ W/m.°C) + revêtement de sol (1 cm)	440	4,41		Isolation inexistante
Toiture	Tuile terre crue (2 cm : $\lambda = 1,1$ W/m.°C) + bois de charpente (20 cm : $\lambda = 0,23$ W/m.°C)	586	6,6		Isolation inexistante
	Bac acier : Plaque acier + laine de roche (20 cm : $\lambda = 0,04$ W/m.°C)	32,3	0,2		Isolation suffisante
Vitrages	Alu simple vitrage RdC	0,7	5,5		Mauvaises performances
	Murs RdC vitrés : Aluminium + verre sans RPT	119	4,8		Sentiment de paroi froide important
	4x12x4 PVC verres clairs	271	2,7		Isolation correcte
	Carreaux verre escalier	22,1	2		Performance moyenne
	Paroi verre RdC	11,5	3,2		Basses performances
Portes d'entrée	Porte pleine fer, sans vitrage, (épaisseur 4 cm)	5,8	3,5		Infiltrations d'air
	Porte vitrée aluminium	5	2,5		Infiltrations d'air



* : A partir des plans fournis par le MOA et ayant réalisé un métré des bâtiments, notamment pour les cotes des vitrages.

Hypothèses de température :

- Température extérieure de base : - 5°C
- Température hall : 21°C (température de consigne)
- Température du sol : 10°C
- Température des locaux non chauffés : 16°C

Nous obtenons une déperdition surfacique totale de 200,3 kW environ.

Tableau 6 Caractéristiques des ponts thermiques

Type	Nature	Longueur* (m)	ψ (W/m ² °C)	Eff. Energ.	Commentaire
Périmètres planchers intermédiaires	Plancher béton sur murs béton	98	0,95		Isolation intérieure faible sans gestion des ponts thermiques
Périmètres plancher bas	Plancher bas sur terre plein	105,3	0,20		Isolation intérieure faible sans gestion des ponts thermiques
Vitrages RdC	Aluminium + simple vitrage	281	0,12		
Angles sortants**	Murs béton non isolés	48	0,24		Isolation intérieure nulle sans gestion des ponts thermiques
Ouvrants	Embrasure des ouvrants / façades	886	0,12		Isolation nulle sans gestion des ponts thermiques + pose en nu intérieur des parois vitrées
	Porte en fer	7,5	0,12		
	Porte vitrée	6,5	0,12		
Divers	Cloisons intérieures / façade	Estimé à 5 % du total des ponts thermiques			Isolation intérieure faible sans gestion des ponts thermiques



* : N'ayant pas eu la possibilité d'obtenir des plans avec des côtes fiables, nous avons réalisé un mètre au mètre laser. Nous estimons :

- Hauteur d'un étage : environ 2,70 m,
- Périmètre d'un étage : 98 m.
- Périmètre au sol : 105,3 m.

** : les angles sortants/entrants correspondent aux angles du bâtiment.

Les ponts thermiques représentent environ 6,4 kW.

En ce qui concerne les déperditions par renouvellement d'air, nous partons d'une estimation qui est d'environ (en moyenne) 0,6 volume par heure, soit 2 905 m³/h.

Nous obtenons donc une déperdition estimée à 25,7 kW.

Voici la répartition des consommations :

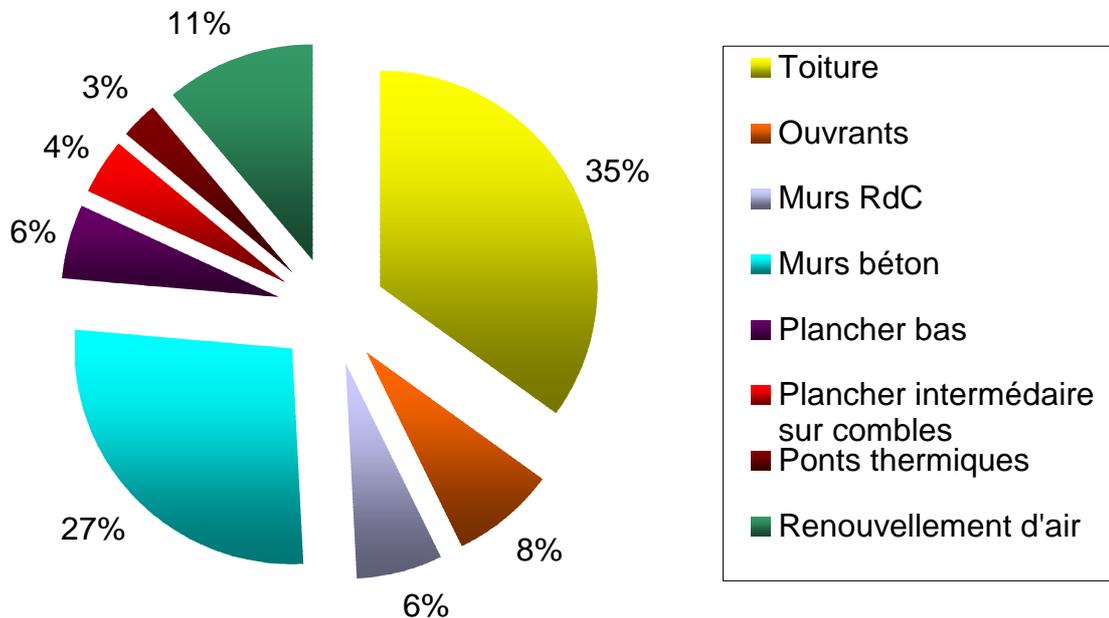
Désignation	Déperditions (kW)	Ratio (%)
Parois	206,7	88,9 %
Renouvellement d'air	25,7	11,1 %
Total chauffage	232,4	100 %

Il faut aussi souligner que le calcul des déperditions correspond au calcul le plus défavorable pour le bâtiment, c'est à dire pour une température de base extérieure de -5°C .

De plus, si nous affectons un coefficient de surpuissance de 20 % (c'est le cas en France, afin de palier à des températures très froides et pour permettre un appel de puissance plus important lors de la mise en chauffe des bâtiments), nous obtenons 279 kW sur les 186 kW maximales admissibles par les chaudières (ratio de 20,2 % sur les 920 kW de la chaufferie de la Cité Administrative). Nous sommes donc en sous puissance par rapport aux besoins maximaux du bâti (sous estimation de 33,3 %).

La cité administrative Lacuée dispose d'une même chaufferie pour couvrir les besoins des 5 bâtiments. Nous tirerons donc des conclusions quant à la déperdition des bâtiments et la puissance des chaudières dans une partie commune pour les 5 bâtiments.

Répartition des déperditions



Les déperditions les plus importantes sont liées à la toiture (plus d'un tiers). En effet, elles représentent près d'un tiers des pertes de chaleur totales du site. Cela est dû à l'absence totale d'isolation. En effet, la tuile est posée directement sur la charpente bois.

Les murs en béton (étages et hall d'accueil) arrivent en seconde position, avec 27 % des déperditions. Certes, le mur de l'accueil est récent et correctement isolé, mais celui-ci a une très faible surface déperditive. Par contre, les murs des étages ne sont aucunement isolés, et comme de plus leur surface est importante, ils sont une cause majeure de déperditions.

Le renouvellement d'air suit, avec 11 % des pertes thermiques. Cela est dû aux problèmes d'infiltration d'air importants et d'autres défauts d'étanchéité (fissures, trous, ...).

En ce qui concerne les ouvrants, la qualité des vitrages étant globalement correcte (double vitrage PVC en grande majorité), même si la surface de vitrage est importante, les déperditions associées sont faibles (8 % du total).

Le plancher bas ainsi que le mur du rez-de-chaussée viennent ensuite avec 6 % des pertes de chaleur. L'isolation par l'intérieur accroît le rôle des ponts thermiques puisque ceux-ci sont plus nombreux que lors d'une isolation par l'extérieur. Quant aux murs du RdC, ceux-ci sont constitués de simple vitrage avec menuiserie aluminium sans rupteur de ponts thermiques. Ces surfaces sont donc très déperditives.

Le plancher intermédiaire, non isolé, donnant sur les combles est responsable à hauteur de 4 % des pertes de chaleur. Les ponts thermiques sont responsables de 3 % des déperditions. Celui-ci n'est pas isolé non plus.

7 Les installations climatiques

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des installations de chauffage et de climatisation. Elles seront présentées sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux caractéristiques techniques des équipements de production, distribution, régulation et émission. L'appréciation visuelle de l'état lors de la visite est notée également sur une échelle de couleur en pied de page.

7.1 Chaufferie gaz

La chaufferie fonctionne au gaz naturel. Elle est commune à l'ensemble de la Cité Administrative (exceptée la loge du concierge). L'étude des installations de cette sous station a donc été regroupée dans la partie commune.

7.2 Le traitement d'air

7.2.1 Généralités

Le traitement d'air est assuré par différents pôles :

- la ventilation (VMC),
- diverses pompe à chaleur (PAC) air/air, au nombre de 17.

7.2.2 Description des installations de renouvellement d'air

La ventilation des locaux est assurée par l'intermédiaire d'un caisson d'extraction (VMC) alimenté par des bouches installées à divers endroits du service, notamment près des toilettes. Elle date de la construction du bâtiment.

❖ VMC :



Tourelle d'extraction de la VMC

Marque : ?*

Type : ?*

Année : 1955

Débit d'extraction : 1 000 m³/h**

Nombre : 1

Puissance : 125 W

Temps de fonctionnement : 7 884 h/an***

Consommation électrique : 986 kWh/an.

* : Accès au caisson d'extraction impossible.

** : Pour 8 bouches d'extraction à 125 m³/h et une tourelle, d'après Aldes).

*** : M. Marty nous a informé que la VMC est coupée environ 10 % du temps.

Consommation totale pour le traitement de l'air : 986 kWh/an.

7.2.3 Production de froid et usages

On retrouve 17 pompes à chaleur pour la climatisation de certains bureaux de la DDAF, ainsi que pour le local serveurs.

	<p>Les productions de froid individuelles sont assurées par des PAC air/air.</p> <p>Les groupes frigorifiques évacuent leur chaleur par le biais de condenseurs à air.</p> <p>Les PAC sont régulées par le biais d'une sonde intérieure sur laquelle on fait varier la consigne avec une commande sur l'unité intérieure.</p> <p>De nombreuses PAC sont vétustes et/ou les calorifuges extérieurs sont très abîmés (surtout pour les PAC anciennes).</p>
--	--

Tableau 7 : Caractéristiques des PAC

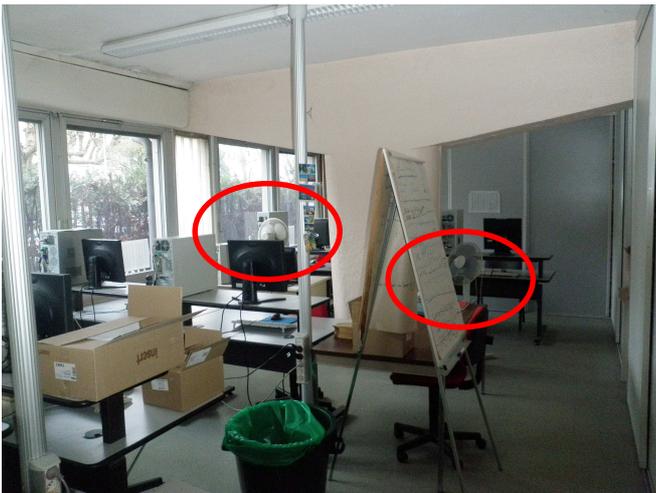
Marque	Type	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)	Fluide frigorigène
Mitsubishi Electric	MU-12 RV	2	1,2	640	1 536	R22
	MU-A07 YV	1	0,7	640	448	R410 A
	SUH-1.6VR2	1	1,3	640	863	R22
	MU-07 NV	3	0,7	640	1 344	R22
	MU-18 NV	3	1,7	640	3 264	R22
Carrier	38GL-08A 703 FC 40	1	0,8	640	512	R22
	38GL-6-703 EC 40	1	0,7	640	448	R22
Airwell	GC 24 F	1	2,8	640	1 792	R22
	ML 9	2	1,0	640	1 280	R22
Hitachi	RAC-18GH4	1	1,6	2 920 (serveur)	4 672	R410A
	RAS2RVRNE	1	1,3	2 920 (serveur)	3 708	R410A
CONSOMMATION TOTALE PAC (kWh/an)					19 833	

 PAC fonctionnant au R22

* Temps de fonctionnement estimés en fonction des usages (28/05/09):

- Pour les bureaux : 4 mois/an avec coupure le week-end : 1/3 (temps de fonctionnement du compresseur) du temps, soit 640 h/an,
- Pour les serveurs et sous répartiteurs: toute l'année en appoint : 1/3 (temps de fonctionnement du compresseur) donc nous partons sur un temps de fonctionnement de 2 920 h/an.

❖ Divers :



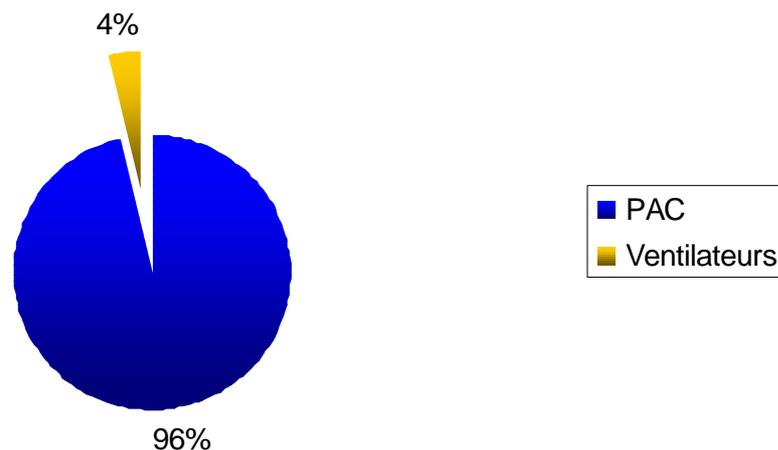
Nous avons aussi recensé des ventilateurs individuels de 30W. Nous en avons dénombré 35.

Nous obtenons donc une puissance de 1,05 kW, durant environ ¼ de l'année (période estivale), soit 730 h/an. Cela nous donne une puissance de 767 kWh/an.

Bilan des productions de froid ou de rafraîchissement :

Nous obtenons une consommation électrique de froid totale de : 20 600 kWh/an, soit 11,5 kWh/m²/an. Voici la répartition des consommations liées aux productions de froid :

Répartition des consommations liées aux productions de froid



On remarque donc que les climatiseurs installés dans les bureaux génèrent la quasi totalité du froid nécessaire (96 %), les ventilateurs n'étant là qu'en appoint.

Il est important de noter que les installations de froid utilisant du R22, fluide frigorigène hautement polluant, seront interdites à l'utilisation d'ici 2012 ; d'autre part dès 2010, il sera difficile d'utiliser du R22 recyclé. Donc d'ici 2012, les climatisations fonctionnant au R22 devront être remplacées par des installations dont le fluide frigorigène est moins polluant. Or 55,5 % de la puissance fournie par les climatiseurs vient de ceux fonctionnant au R22.

Il n'est pas envisageable de conserver les installations au R22 existantes et de remplacer le fluide par un autre, car avec le nouveau fluide, nous obtiendrions une perte d'efficacité de l'ordre de 30 % sur chaque machine traitée. En effet les compresseurs sont optimisés pour l'emploi du R22 et non pour les autres fluides. Avec cette perte d'efficacité, la puissance froid des différentes productions au R22 passerait de 11,0 à 7,7 kW, ce qui est nettement insuffisant face aux besoins actuels.

De plus, il est important de souligner le fait que le matériel est vétuste de part son année d'installation.

7.3 Les productions Thermiques électriques

Il existe deux types de productions thermiques électriques sur le site :

- Des radiateurs d'appoint,
- Des ballons ECS.

❖ Radiateurs d'appoint électriques :



Il existe quelques radiateurs électriques d'appoint dans les bureaux. Ceux-ci sont de différentes puissances, et recensés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Caractéristiques des radiateurs électriques d'appoint

Marque	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)
?	1	1	240	240
?	1	2	240	480
?	1	0,5	240	120
Consommation Totale (kWh/an)				840

* : Temps de fonctionnement : 2h/jour durant les 6 mois de la saison de chauffe, soit 240 h/an.

❖ Production ECS :

Tout d'abord, la production ECS est électrique par l'emploi de plusieurs ballons d'eau chaude sanitaire.



Il existe dans les bâtiments 3 productions électriques individuelles, qui servent sur des points de puisage spécifiques dont l'utilisation d'eau chaude est requise.

Les productions ECS sont installées dans les sanitaires.

* : Temps de fonctionnement estimé à :

- Energie nécessaire pour passer 50 litres de 10°C à 60°C :
 $4,18 \times 50 \times (60 - 10) = 10\,450 \text{ kJ}$
- Energie instantanée produite par le préparateur :
 $1,2 \times 3\,600 = 4\,320 \text{ kJ}$
- Temps de fonctionnement : $10\,450 / 4\,320 = 2,42 \text{ heures/jour}$, soit 883 h/an.

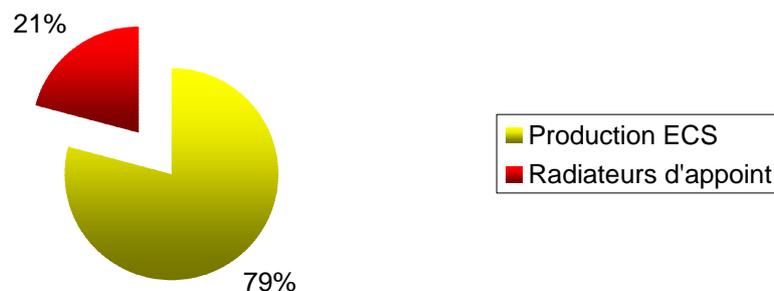
Tableau 9 : Caractéristiques des productions électriques individuelles d'ECS

Marque	Nombre	P élec./u (kW)	Capacité (litres)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)
ATLANTIC	3	1,2	50	883	3 179

❖ Bilan des productions électriques :

Nous obtenons une consommation électrique totale de : **4 019 kWh/an**, soit 2,24 kWh/m²/an. Voici la répartition des consommations liées aux productions électriques :

Répartition des consommations thermiques électriques



8 Equipements liés à l'électricité spécifique

8.1 L'éclairage

La puissance installée dans le bâtiment est de 28,2 kW soit un ratio de 15,7 W/m² (soit environ 15,8 W/m² installés pour les bureaux et d'environ 5 W/m² installés pour les circulations). Nous avons enregistré 5 % des points lumineux allumés pour des locaux non occupés. Nous estimons à environ 35,8 % le nombre de points lumineux ne fonctionnant plus et 9 % le taux d'éclairages non allumés durant les périodes d'occupation des locaux. Nous obtenons donc un ratio de 45 % de sources d'éclairage à ne pas prendre en compte dans les consommations associées au pôle. Cette répartition a été réalisée lors de la visite sur site.

Les circulations, les archives et les bureaux sont principalement équipés de tubes fluorescents de 58 W montés en châssis de 2.

La gestion de l'éclairage se fait manuellement ; en effet des tubes sont tout simplement retirés des châssis (par exemple 2 tubes fluorescents au lieu de quatre) afin de diminuer les puissances appelées et donc les consommations.

Il n'y a pas de détection dans le bâtiment, tous les interrupteurs sont manuels et les couloirs restent allumés en continu.

Lors des visites, des mesures d'éclairage ont été effectuées à l'aide d'un luxmètre au niveau des postes de travail :

- pour un bureau avec éclairage au sud : 358 lux (pour un temps extérieur couvert)
- pour un bureau sans éclairage au sud : 50 lux (pour un temps extérieur couvert)



Les bâtiments sont principalement équipés de tubes fluorescents de 58 W montés par 2 avec des déflecteurs en aluminium, en grande majorité, voire des tubes fluorescents de 18 W montés par 4 avec des déflecteurs en aluminium (tous les tubes fluorescents sont des tubes T8), et des ampoules halogènes de 20 W comme lampes de bureaux pour certaines zones de travail.



Les couloirs sont principalement équipés d'éclairage fluorescent de 58 W (10 tubes fluorescents par couloir).

L'éclairage extérieur comporte principalement des lampadaires de 0,3 kW avec horloge.

Tous les éclairages fonctionnent durant les heures ouvrées ; aucune autre gestion de l'éclairage n'existe sur le site.

Tableau 10 : éclairage présent sur le site

Désignation	Nombre	Puissance (W)	Tps de fct (h/an)*	Total (kWh/an)
ECLAIRAGE INTERIEUR				
Tubes fluocompacts T8	426	58	715	17 666
Tubes fluocompacts T5	48	18	715	618
Ampoules incandescentes	19	60	260	296
Ampoules incandescentes	3	40	260	31
Ampoules BC de bureau	1	11	260	3
Ampoules BC de bureau	2	9	260	5
Halogènes de bureau	1	300	260	78
Halogènes de bureau	4	100	260	104
Halogènes de bureau	29	20	260	151
ECLAIRAGE EXTERIEUR				
Halogènes	3	300	420	378
Total (kWh/an)				19 330

* : Temps de fonctionnement moyen estimé sur une base de 5 h/jour pendant 260 jours ouvrés (il est lié au manque de système de gestion en place) : soit 1 300 h/an.

- pour la partie bureaux/circulations :
 - o les bureaux représentent environ 96 % des points lumineux : $1\,300\text{ h/an} \times 0,95$
 - o les circulations sont allumées constamment représentent environ 4 % des points lumineux : $1\,300\text{ h/an} \times 0,05$
- pour les lampes de bureau : temps estimé à 1 h/jour ouvré, soit 260 h/an
- pour l'éclairage extérieur : 4 h 30/jour en hiver (06h00 – 08h00 et 17h00 – 19h30), soit 420 h/an.

Moyenne estimée à : 1 300 h/an, or nous avons déterminé la part d'éclairage ne fonctionnant pas ou plus, soit 45 %, donc le temps moyen de fonctionnement est de 715 h/an.

Il serait judicieux de remplacer les sources d'éclairage incandescentes et halogènes restantes en vue d'optimiser ce pôle de consommations. Il est aussi conseillé d'installer des détecteurs dans les sanitaires et dans les circulations, car le ratio de puissance est très important.

8.2 Informatique

Tous les bureaux sont équipés d'ordinateurs.

D'après le récapitulatif du matériel informatique relevé par nos soins durant la visite, nous obtenons diverses typologies de matériels :

- ordinateurs portables,
- unités centrales avec écrans cathodiques (15 " et 19"),
- unités centrales avec écrans LCD (15 " , 17 " et 19"),
- Divers : serveurs informatiques, imprimantes,...

Nous estimons à environ 40 % les ordinateurs non utilisés sur la globalité du site (salles de formation peu occupée, congés des employés). Là encore, ce ratio a été quantifié lors des visites.

Le système de d'économies d'énergie Energy Star est installé sur les ordinateurs. De plus, les employés éteignent leurs appareils en fin de journée.

Les serveurs informatiques quant à eux fonctionnent en continu.



Les serveurs ont une intensité globale de : 2,6 A et une tension de 400 V

Nous obtenons pour un cos phi de 0,92, une puissance de 0,96 kW, pendant 8760 h/an, soit une consommation de : 8 382 kWh/an.



(Ordinateurs dans un bureau)



(Photocopieur)

Tableau 11 : informatique présent dans le bâtiment

Désignation	Nombre	Conso en fct moyen (kWh/ordi/an)*	Total (kWh/an)
Unités centrales + écrans LCD 15"	3	289	867
Unités centrales + écrans LCD 17"	60	320	19 200
Unités centrales + écrans LCD 19"	23	340	7 820
Unités centrales + écrans cathodiques 15"	2	370	740
Unités centrales + écrans cathodiques 19"	1	450	450
Ordinateurs portables	3	53	159
Imprimantes et fax	24	147	3 528
Photocopieurs	5	681	3 405
		Total (kWh/an)	36 169
40 % de non utilisation			
		Conso. réelle (kWh/an)	21 700

* : Ces ratios de consommation informatique sont issus d'une campagne de mesure effectuée par le cabinet Enertech. Elle est disponible sur leur site internet.

La consommation totale liée à l'informatique est de : 21 700 kWh/an.

8.3 Les équipements annexes

8.3.1 Ascenseurs

	<p style="text-align: center;">ASCENSEURS</p> <p>Marque : ?</p> <p>Le reste est inconnu, car nous n'avons pas pu avoir accès à la machinerie.</p>
--	--

8.4 Electricité spécifique ou divers

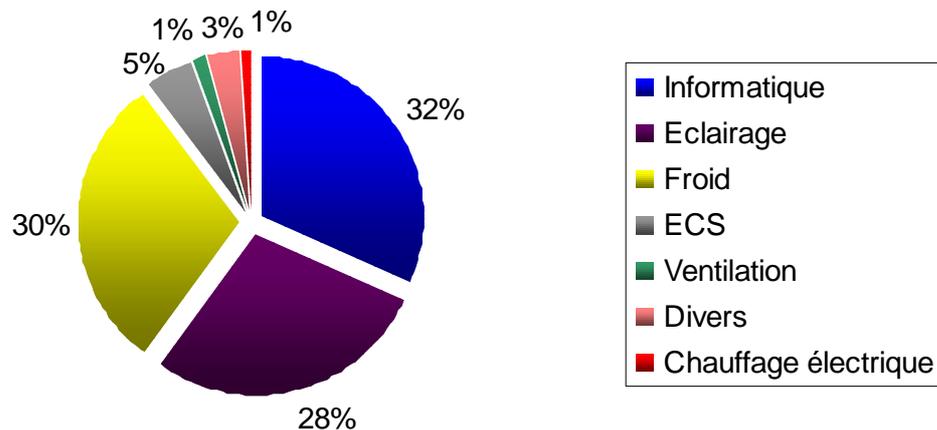
L'électricité spécifique correspond à 3,0 % des consommations électriques du bâtiment principal, soit une consommation de : 2 052 kWh/an.

Nous considérons dans ce chapitre :

	<ul style="list-style-type: none"> - les process spécifiques, - le désenfumage, - la domotique, - les sous répartiteurs, - les utilités et oublis électriques (cafetières et bouilloires : environ 10, réfrigérateurs, distributeurs, vidéo-projecteur, ...), - ...
---	---

9 Bilan des consommations d'électricité

Répartitions des consommations électriques



Le bâtiment affiche une consommation électrique moyenne estimée à 67 394 kWh/an (37,6 kWh/m²SHON) nécessaire aux différents besoins du bâtiment (climatisation, éclairage, ECS, ...).

On remarque que l'informatique représente le plus gros pôle de consommation électrique avec 32 % des consommations totales. Effectivement, le serveur est particulièrement énergivore, et de plus les postes informatiques sont nombreux.

La production de froid arrive en seconde position des consommations électriques constatées, avec 30 % de la consommation totale. La quasi totalité (96 %) est à imputer aux différentes pompes à chaleur, dont 55,5 % fonctionnent au R22, et seront donc à remplacer.

L'éclairage vient ensuite, il correspond à 28 % des consommations électriques. On note un nombre important de sources lumineuses, qui plus est fortement consommatrices en majorité (tubes fluorescents 58 W). De plus aucune gestion du parc éclairage (temps de fonctionnement, ...) n'est présente dans le bâtiment.

Ensuite le divers et l'ECS et représentent respectivement 5 % et 3 % des consommations électriques. Le divers ne peut être modifié que sur les temps d'utilisation (ex : bien arrêter une cafetière après emploi), mais sa plus grosse part est fixe (domotique, armoires électriques, réseaux télécoms, ...). Quant aux productions thermiques électriques, on ne peut pas influencer énormément sur celles-ci.

Pour le divers, il est judicieux de privilégier l'utilisation d'appareils moins énergivores lors des remplacements de matériel.

La ventilation et le chauffage électrique ne représentent qu'1 % chacun des consommations électriques totales.

10 Bilan des consommations d'eau

Les consommations de l'année de référence sont de 431 m³/an.
 Nous estimons donc une consommation de : 0,24 m³/m²/an.

Divers postes de consommation existent :

- les sanitaires :

Les sanitaires sont soit équipés de réservoirs type simple chasse (6 l) ou de WC avec boutons poussoirs et de lavabos type lave mains. Les besoins sont principalement liés à l'utilisation d'eau froide, seuls deux ballon d'ECS étant présents.



Les WC sont équipés de boutons poussoirs avec des chasses d'eau de 6 l.

Ils permettent donc des économies d'eau par rapport à des matériels plus conventionnels.

En effet le volume de chasse est de 6 litres au lieu de 10.



Les lavabos sont équipés de robinets traditionnels ayant comme débit : 0,2 l/s.

Tableau 12 : récapitulatif des équipements consommateurs d'eau froide et évaluation des consommations

ZONE	WC (6 l)	Eviers classiques	Lavabos classiques	Poste d'eau
Nombre total	13	1	7	1
Conso moyenne annuelle en m ³	203*	68**	65***	37,4****

* : pour une occupation des locaux par 52 personnes/jour (qui vont 2,5 fois/jour au WC : 2 fois/j pour les hommes et 3 fois/j pour les femmes)), durant 260 jours ouvrés et un débit de 6l/usage

** : pour une occupation des locaux par 52 personnes/jour, lavage vaisselle pour le personnel (10 personnes) qui mange sur place (10 litres par usage).

*** : pour une occupation des locaux par 52 personnes/jour (qui vont 2,5 fois/jour au WC (lavage de mains), durant 260 jours ouvrés et un débit de 2l/usage pour les sanitaires.

**** : nettoyage : Pour une utilisation de 0,2 h/Jour, et un débit de 0,2 l/s.

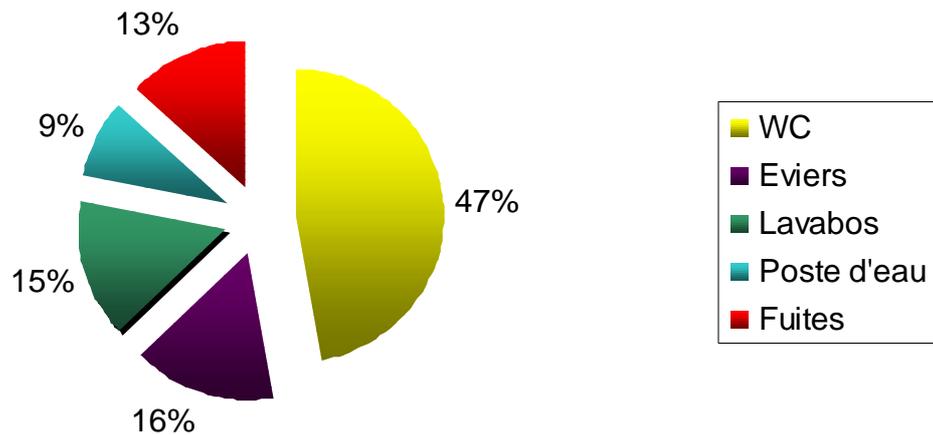
Les sanitaires représentent environ 336 m³/an.

Nous avons repéré des WC et des lavabos qui fuyaient (ex : WC). Certaines fuites sont continues, d'autres sont du goutte à goutte.

Nous obtenons le volume de fuites d'eau par différence : $431 - (336 + 37,4) = 57,6 \text{ m}^3/\text{an}$.

Nous obtenons les répartitions suivantes :

Répartition des consommations d'eau



Nous remarquons que la consommation d'eau principale est due aux sanitaires, dont les WC (47 %), qui sont équipés de chasse d'eau économiques, ainsi que les lavabos (15 % des consommations), non équipés de mousseurs.

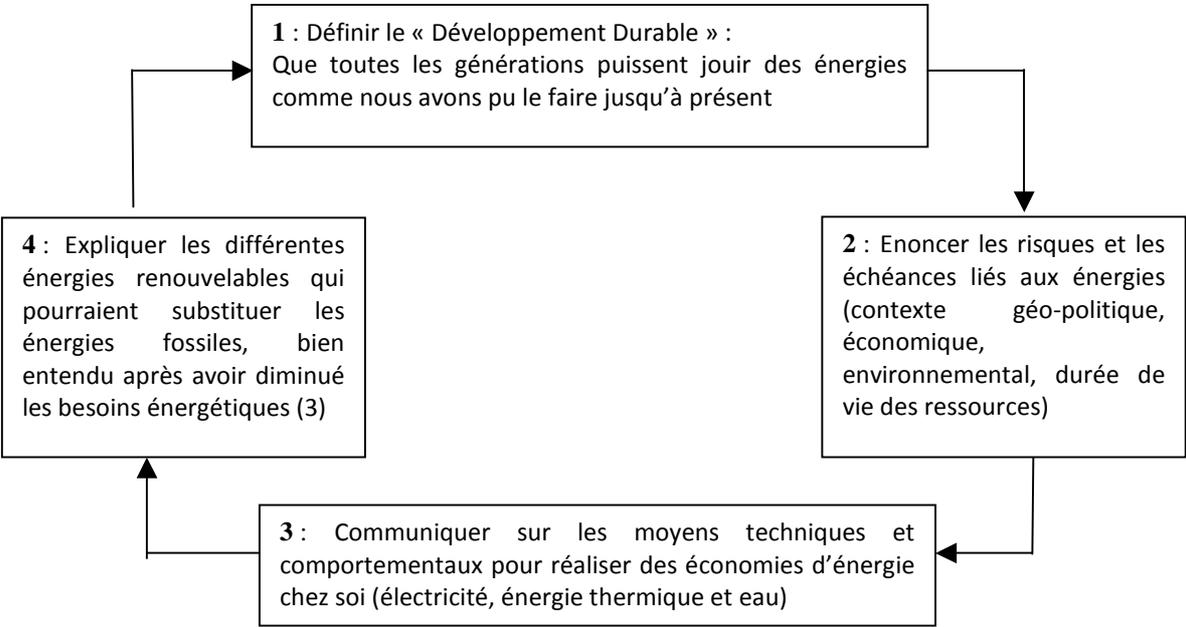
Viennent ensuite les lavabos (16 %), qui ne sont pas équipés de mousseurs qui diminueraient les besoins en eau.

Nous retrouvons, en suivant, les fuites d'eau (13 %), qui sont des consommations totalement inutiles. Les fuites viennent probablement de robinets dont les joints sont vétustes ou bien de WC laissant passer un faible débit de chasse en continu.

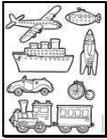
L'eau utilisée pour le nettoyage des locaux n'est quant à elle responsable que de 9 % des consommations totales.

11 Propositions d'actions

11.1 Responsable Energie

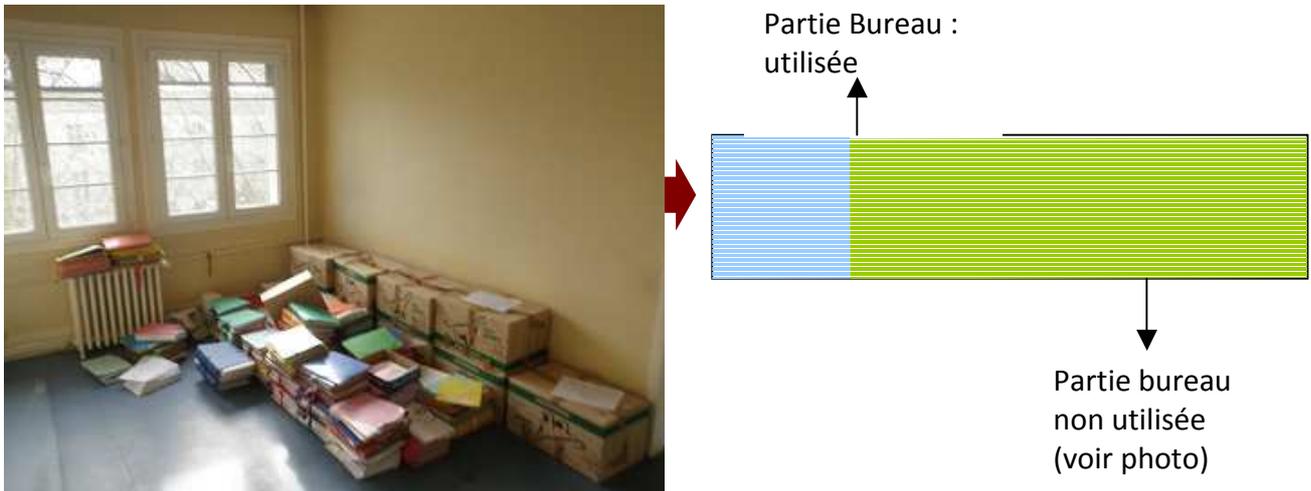
Responsable « ENERGIE »	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des consommations énergétiques • Sensibilisation du personnel 	
Description	
 <pre> graph TD 1["1 : Définir le « Développement Durable » : Que toutes les générations puissent jouir des énergies comme nous avons pu le faire jusqu'à présent"] --> 2["2 : Enoncer les risques et les échéances liés aux énergies (contexte géo-politique, économique, environnemental, durée de vie des ressources)"] 2 --> 3["3 : Communiquer sur les moyens techniques et comportementaux pour réaliser des économies d'énergie chez soi (électricité, énergie thermique et eau)"] 3 --> 4["4 : Expliquer les différentes énergies renouvelables qui pourraient substituer les énergies fossiles, bien entendu après avoir diminué les besoins énergétiques (3)"] 4 --> 1 </pre>	
Mise en œuvre	
Voici différentes mises en œuvre possibles : <ul style="list-style-type: none"> ▪ mettre des autocollants et afficher des papiers concernant le gaspillage (pour éveiller les consciences) ▪ donner à chaque salarié un ratio de consommation qui peut lui être attribué (consommations d'eau et d'énergie finale ramenées au nombre d'employés) pour lui montrer qu'il a une empreinte sur les consommations de l'établissement. ▪ Penser à sensibiliser les employés sur ce qui peut être réalisé chez eux, car s'ils prennent de bonnes habitudes à la maison, celles-ci se répercuteront sur le lieu de travail. ▪ Utiliser l'outil de suivi réalisé par l'APAVE pour permettre au responsable « Energie » de toujours connaître l'évolution des consommations en fonction des travaux ou des restructurations réalisables. 	
Résultats d'analyse	
Une bonne sensibilisation permettra aux salariés de mieux se comporter au niveau énergétique (on peut atteindre une diminution de 5 % des consommations globales des établissements avec ce type de procédé).	

Voici des éléments, à ajouter à une fiche de bonne pratique :

Qu'est-ce que je peux faire ?	Consommation par agent
<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer les éclairage énergivores par des ampoules à basse consommation - Afficher un Diagnostic de Performance Energétique (DPE). - Nous mettons à votre disposition une installation pour les réunions à distance (visioconférence) - Eteindre la lumière en quittant une pièce (bureaux, toilettes...) : mieux vaut la détection au comportementalisme - Eteindre chaque soir les ordinateurs, les écrans, les imprimantes, les photocopieurs... : préférer un gestionnaire et une coupure générale des ordinateurs au comportementalisme - Emprunter les escaliers plutôt que les ascenseurs : privilégier les descentes par les escaliers et les montées par les ascenseurs (plus simple pour le comportement) - Chauffer ou climatiser en fermant les portes et les fenêtres de la pièce. - Limiter les déplacements professionnels inutiles en voiture. - Envisager le co-voiturage quand cela est possible. - Diminuer les température de consigne de chauffage et de climatisation (1°C = 7 % d'économies sur le chauffage et 3 % sur la climatisation). 	<p style="text-align: center;">Energie</p>  <p style="text-align: center;">17,3 KWh (électricité et gaz) par agent par jour en moyenne (260 j ouvrés/an)</p> <p style="text-align: center;"><u>Electricité :</u> 5,0 kWh/pers/jour</p> <p style="text-align: center;"><u>Gaz :</u> 12,3 kWh/pers/jour</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous installons des mousseurs sur la robinetterie - Fermer les robinets quand on n'a pas l'utilité de l'eau. : il vaut mieux mettre des robinets presto (qui limite le temps d'écoulement de l'eau à 10 secondes) - Signaler les fuites d'eau à SVP Logistique. <p>c'est aussi valable pour les personnes ayant accès aux productions.</p>	<p style="text-align: center;">Eau</p>  <p style="text-align: center;">31,9 litres d'eau (sanitaire, de chauffage) par jour en moyenne par agent (260 jours ouvrés/an)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Veiller à l'état du parc des imprimantes et tendons vers des consommables éco-labellisés. - N'imprimer que lorsque cela est indispensable ou en Recto verso si cela est possible. - Garder les feuilles inutilisées en verso et faire des blocs brouillons au façonnage. - Eviter les tirages en trop grande quantité et leur stockage - Réutiliser les chemises et les dossiers en carton. 	<p style="text-align: center;">Papier</p>  <p style="text-align: center;">40 kg par agent par an, soit plus de 17 ramettes de papier A4, en moyenne pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous réparons au lieu de jeter. - Nous faisons recycler : <ul style="list-style-type: none"> - les ordinateurs : récupération des métaux nobles ou envoi dans les pays du tiers monde - les déchets : attention aux différents types de déchets, si métaux : OK, si fluide frigorigène, voir directement avec les organismes affiliés à leur récupération, autres en fonction - le papier - Trier les éléments à jeter dans les corbeilles en respectant les compartiments alimentaires et papier. 	<p style="text-align: center;">Déchets</p>  <p style="text-align: center;">300 kg de déchets par agent et par an pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous achetons des véhicules moins polluants : < 110 g CO2/an, au dessus il n'y a pas d'intérêts - Nous facilitons les transports en train grâce à des cartes d'abonnements - Nous développons nos installations de visio conférences - Développer le covoiturage pour les déplacements en mission et/ou domicile-travail - Privilégier des moyens de transports en commun dès que cela est possible - Déployer les réunions dématérialisées 	<p style="text-align: center;">Transports</p>  <p style="text-align: center;">3 500 km par agent et par an pour ce type d'usage</p>

11.2 Diminution des volumes chauffés

Une partie de dernier étage n'est pas occupée actuellement, du fait des changements de services en cours. Cette partie Est du bâtiment est chauffée pour une utilisation quasi nulle :



Auparavant cette partie du site abritait des bureaux, mais actuellement elle est devenue des locaux vides ou des archives.

Pour la mise en place de cette préconisation, il suffit de couper l'alimentation des radiateurs fontes concernés.

L'étage en question a pour surface environ 450 m², la zone non occupée (couleur verte) représente un deux tiers de surface du niveau. Donc on estime le rapport de surface chauffé inutilement à 300 m², soit sur la globalité des consommations de chauffage du bâtiment à 16,7 %.

Analyse de la préconisation :

- Surface qui doit être supprimée des besoins de chauffage : 300 m² sur les 1 753 m², soit environ 16,7 % de la surface.
- Consommation de chauffage globale estimée à : 166 608 kWh/an.
- Economie énergétique de chauffage : 27 824 kWh/an
- Tarif du gaz : 0,035 € HT/kWh
- Economie financière de chauffage : 974 € HT/an
- Investissement estimé à : 0 € TTC (compris dans le contrat de maintenance)
- Temps de retour : 0 ans.

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

11.3 Enveloppe

Comme nous avons pu le remarquer, il existe des surconsommations de chauffage et de climatisation (surchauffes estivales importantes) liées au manque d'isolation des bâtiments, l'année de construction du bâtiment étant antérieure à la première Réglementation Thermique.

Ces préconisations seront calculées sans action sur la régulation du bâtiment, donc on garde comme écart de température les 26 °C de l'état des lieux.

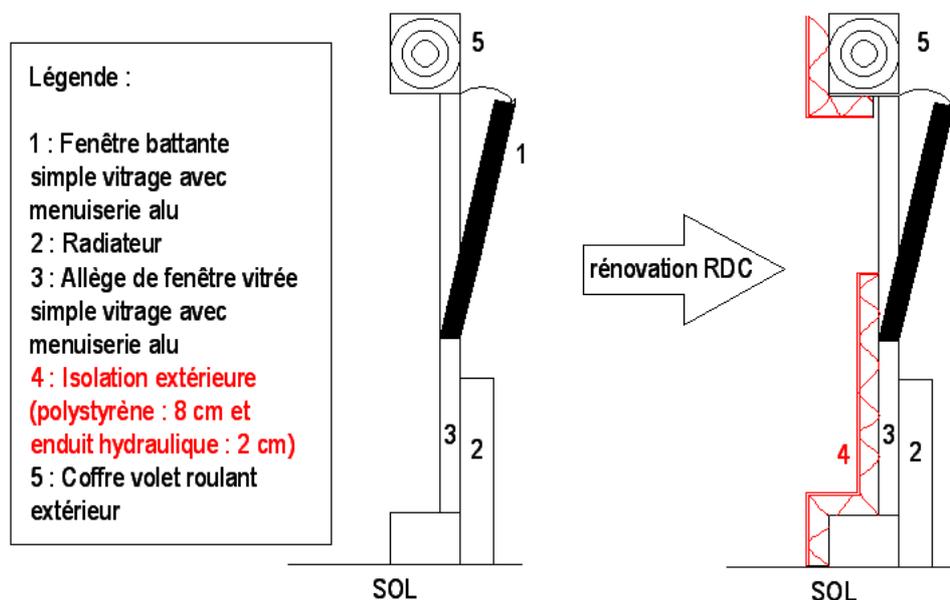
❖ Création d'allèges sur les surfaces vitrées du RdC :

Nous préconisons une isolation par l'extérieur des allèges des parois vitrées du bâtiment. Le choix de l'isolation extérieure est lié à la facilité de mise en œuvre de la préconisation. En effet, les travaux peuvent être réalisés tout en conservant le personnel dans les locaux.

Voici la préconisation qui nous semble la plus adaptée :

Afin de diminuer la surface des vitrages il serait intéressant de construire une allège. Cela va consister à construire une paroi (coté extérieur) devant la partie basse des vitrages (sur environ 1,10 m de hauteur). Ce mur sera constitué d'une couche d'isolant et d'un enduit extérieur pour protéger l'isolation des conditions météorologiques.

Surface d'allège à créer : environ 54,4 m² (46 % des vitrages aluminium du RdC).



Il est important que l'isolation par l'extérieur couvre le rebord de fenêtre afin d'éviter la création de ponts thermiques. De même pour la partie haute de la fenêtre, l'isolant doit revenir jusqu'au rideau en tissu.

ATTENTION : Lors de l'isolation, il est très important de mettre le pare vapeur de l'isolant côté extérieur du bâtiment. Cela permet à l'humidité de traverser la paroi.

Pour le calcul du temps de retour sur investissement, notre choix s'est porté sur un système d'isolation rigide (8 cm de polystyrène) avec un enduit hydraulique correspondant à l'architecture actuelle du site.

Estimation des économies réalisables :

- Déperditions par les parois vitrées RdC qui seront remplacées par les allèges avant isolation : 46 % des 9 983 kWh/an, soit 4 593 kWh/an
- U parois vitrées RdC avant travaux : 5,5 W/m².°C
- U parois vitrées RdC après travaux : 3,6 W/m².°C } **Facteur d'économies : 92 %**
- Déperdition par les murs RdC après isolation : 4 226 kWh/an
- Economie sur les déperditions par les murs RdC : 4 522 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/an
- **Economies financières : 158 € HT/an**

Coût de l'investissement :

- Construction des allèges 3 000 € HT.
- Temps de retour brut : 19 ans

Le temps de retour de cette préconisation est important, mais le sentiment de paroi froide au rez-de-chaussée va être nettement amoindri, ce qui va occasionner une amélioration du confort.

**Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
59 840 kWh CUMAC***

* : Action BAT-EN-05.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

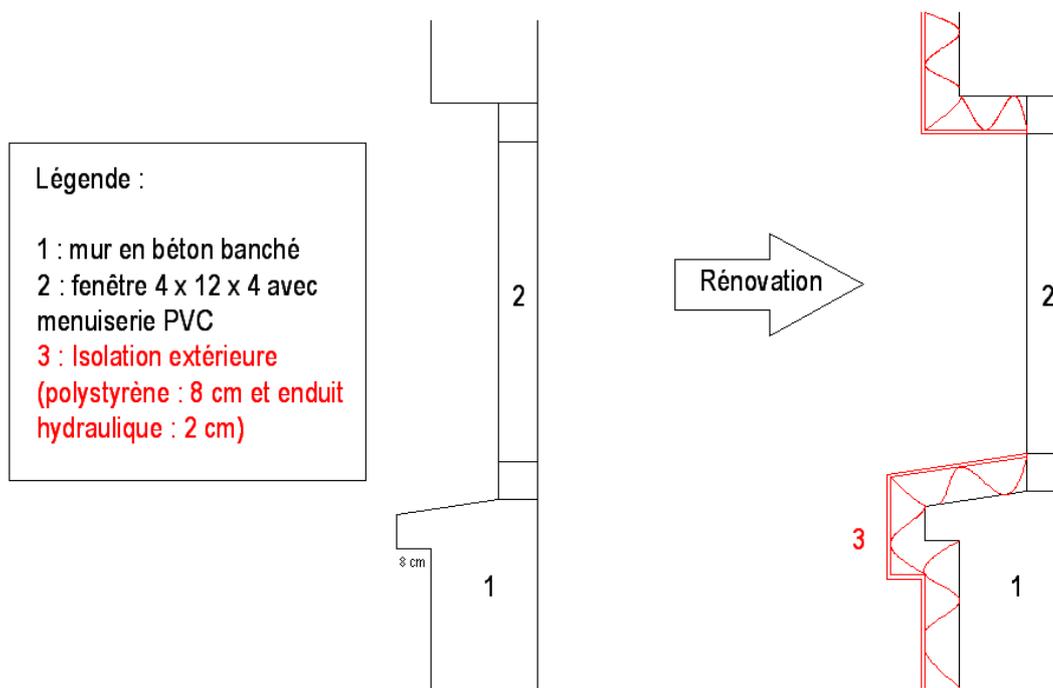
Isolation des murs extérieurs :

L'application de l'isolation extérieure au niveau de cette partie du mur extérieur se fera plus aisément que pour le RDC, mais au niveau des rebords de fenêtre, il faudra tout de même penser à faire des renvois d'isolant.

Nous préconisons une isolation par l'extérieur du bâtiment. C'est la solution la plus simple à mettre en place, d'autant que la rénovation peut être réalisée sans que les employés ne soient forcés de déménager.

Les avantages de l'isolation par l'extérieur sont :

- pas d'affaissement de l'isolant dans le temps car celui-ci est rigide
- meilleure isolation thermique que par l'intérieur
- plus de surface habitable
- protège le bâtiment contre l'environnement extérieur (permettra de supprimer tous les problèmes de fissures)
- conserve l'inertie des parois (cela permet de diminuer la température intérieure lors des fortes chaleurs sans avoir recours à des climatisations).



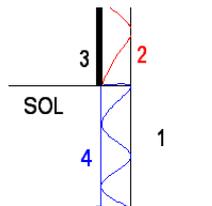
Remarque : penser à une pente de 2 % pour l'écoulement des eaux pluviales sur les rebords de fenêtre. Pensez à isoler les retours de fenêtres pour éviter la création de ponts thermiques importants



Attention :

- Il faudra avancer les gouttières pour pouvoir poser l'isolant extérieur et son enduit.
- Les luminaires extérieurs devront eux aussi être avancés.

Voici les points importants à vérifier dans la mise en place de l'isolation des murs au niveau des planchers bas :



Légende :

- 1 : mur en béton banché
- 2 : Isolation de 10 cm rigide avec une conductivité thermique $< 0,038 \text{ m} \cdot \text{°C/W}$
- 3 : Enduit hydraulique extérieur
- 4 : Isolation des soubassements (il faut creuser une tranchée sur 30 cm de profondeur autour du bâtiment avec du floamglass = isolant imperméable)

Pour l'isolation extérieure, nous préconisons l'emploi d'isolant rigide (fibre de bois ou polystyrène) ($\lambda < \text{ou} = 0,038 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$) avec un enduit hydraulique, l'avis technique existe pour l'obtention des assurances décennales. Les avis techniques sont des documents édités par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) qui informent sur un produit qui satisfait la réglementation, son emploi et sa durabilité dans le temps.

Estimation des économies réalisables :

- Déperditions par les murs avant isolation : 44 921 kWh/an
- Déperditions par les ponts thermiques avant isolation : 4 991 kWh/an
- U murs avant travaux : 3,6 W/m².°C
- U murs après travaux : 0,42 W/m².°C } **Facteur d'économies : 88 %**
- Suppression des ponts thermiques : 90 %
- Déperdition par les parois après isolation : 5 390 kWh/an
- Déperditions par les ponts thermiques après isolation : 499 kWh/an
- Economie sur les déperditions par les parois : 39 531 kWh/an
- Economie sur les ponts thermiques par les parois : 4 492 kWh/an
- Economie totale : 44 023 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/an
- **Economies financières : 1 540 € HT/an**

Coût de l'investissement :

- Isolation extérieure (sont compris l'isolant, la préparation du mur, l'enduit de finition, les vis, les acrotères, le floamgalass, l'échafaudage et la main d'œuvre) d'épaisseur 100 mm : 50 700 € HT (pour surface d'environ 676 m²).
- Temps de retour brut : 32,9 ans.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
744 040 kWh CUMAC*

* : Action BAT-EN-05.

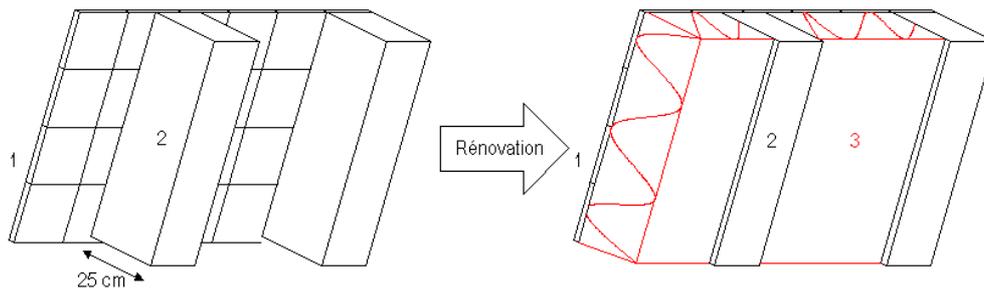
Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

De plus, grâce à cette préconisation, des économies notables seront également réalisées sur les consommations électriques. En effet, l'isolation extérieure des murs va permettre d'éviter des surchauffes du bâtiment en été et ainsi limiter l'utilisation de la climatisation. Il est par contre difficile de chiffrer cette économie.

❖ Isolation de la toiture:

Pour l'isolation de la toiture, nous préconisons une isolation entre chevrons avec des panneaux de fibre de bois de 24 cm d'épaisseur ($\lambda = 0,039 \text{ W/m}^\circ\text{C}$). Cette épaisseur d'isolant semble la plus intéressante pour le projet de rénovation. L'isolation sera réalisée entre les chevrons car les combles accueillent les archives des services du bâtiment. Une isolation en comble perdue, moins coûteuse, est donc proscrite.

Cela permettra de diminuer le phénomène de surchauffe et on diminuera de façon efficace les pertes de chaleur liées à ce pôle. Là encore, des économies importantes peuvent être réalisées sur la climatisation, mais difficilement chiffrables.



Légende :

- 1 : Tuiles
- 2 : Charpente
- 3 : Isolation en panneaux de fibre de bois (24 cm)

ATTENTION : Lors de l'isolation, il est très important de mettre le pare vapeur de l'isolant côté extérieur du bâtiment. Cela permet à l'humidité de traverser la paroi.

Estimation des économies potentiellement réalisables :

- Déperditions par les toitures avant isolation (la toiture représente 35 % des déperditions) : 58 231 kWh/an
- U toitures avant travaux : $6,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- U toitures après travaux : $0,15 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ } **Facteur d'économies : 98 %**
- Déperditions par les toitures après isolation : 1 165 kWh/an
- Economies sur les déperditions de chauffage : 57 066 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
- Economies liées au chauffage : 1 997 € HT/an.

Coût de l'investissement :

- Isolation de la toiture : 24 000 € HT (pour une surface d'environ 586 m²)
- Temps de retour brut : 12 ans.

**Certificats d'économies d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
893 420 kWh CUMAC***

* : Action BAT-EN-07.

Gènes occasionnées par la précé. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

❖ Les vitrages

- Réduire les défauts d'étanchéité à l'air des ouvrants:

En effet, comme nous le signalons dans l'état des lieux, des problèmes de fuites d'air se sont créés dans le temps. Le renouvellement d'air étant un poste de déperditions non négligeable, il est important de colmater ces fuites d'air par des joints d'étanchéité aux niveaux des portes vitrées en contact avec l'extérieur .

Première étape de l'isolation : améliorer l'étanchéité de la fenêtre par la pose de joints de calfeutrement : cela peut de plus diminuer l'intensité des bruits extérieurs au mieux de 10 dB.

- les joints en mousse : pour calfeutrer tous types de support, isole et protège portes et fenêtres.

- les mastics : joint d'isolation et de calfeutrement des portes fenêtres et baies vitrées contre l'eau, l'air et le bruit sur tous supports

Les matériaux qui devront être utilisés doivent résister à une hygrométrie élevée sous peine de détérioration. C'est ce qui se passe actuellement avec les joints des ouvrants déjà mis en place.

Estimation des économies potentiellement réalisables :

- Déperditions par le renouvellement d'air : 18 301 kWh/an (11 % des déperditions),
- Facteur d'économies énergétiques sur le renouvellement d'air : 2 %, soit 366 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
- Gain économique : 13 € HT/an
- Investissement : 100 € HT
- Temps de retour brut : 7,7 ans

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la précé. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

- Remplacement des vitrages actuels du RdC :

Le simple vitrage aluminium actuel est d'une part vétuste (il date de 1970) et d'autre part il a de mauvaises performances thermiques. Il est donc important de le remplacer. La durée de vie des vitrages est estimée à 35 ans.

Le fait de remplacer cette surface de vitrage va augmenter le coefficient d'isolation du bâtiment, d'où une diminution des déperditions. De fait cela va entraîner une baisse de la consommation électrique (moins de besoins de climatisation) et une diminution des besoins de chauffage. De plus la sensation de paroi froide va être nettement amoindrie, donc le confort des occupants sera amélioré.

Nous préconisons le remplacement des parois simple vitrage par des vitrages 4 x 16 x 4 (4 mm de verre, 16 mm d'air, 4 mm de verre) avec des menuiseries PVC (pour rester dans l'architecture du site : les ouvrants remplacés ont été munis de menuiseries PVC) .

ATTENTION : il est recommandé de mettre en place les ouvrants sur le nu intérieur à la place des châssis actuels.

Gains sur les déperditions :

- Consommations liées au vitrage du RdC (représentent 6 % des déperditions) : 9 983 kWh/an
- U vitrages avant travaux : 5,5 W/m².°C
- U vitrages après travaux : 2 W/m².°C
- Economies énergétiques liées au remplacement du vitrage : 6 353 kWh/an
- Economies énergétiques sur les ponts thermiques (avec emploi de rupteurs : 90 %) liées au remplacement du vitrage : 0,9 x 686 = 617 kWh/an
- Economies énergétiques totales liées au remplacement du vitrage : 6 970 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
- Gain économique : 244 € HT/ans
- Investissement : 38 000 € HT pour environ 119 m²
- Temps de retour brut : 156 ans

Facteur d'économies : 64 %

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
362 916 kWh CUMAC*

* : Action BAT-EN-04.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

Grâce au remplacement de ces parois vitrées, la sensation de paroi froide sera très nettement amoindrie comparativement aux parois existantes. De plus, des économies seront réalisées tant en consommation de chauffage qu'en climatisation. Cette seconde économie est toutefois difficilement chiffrable.

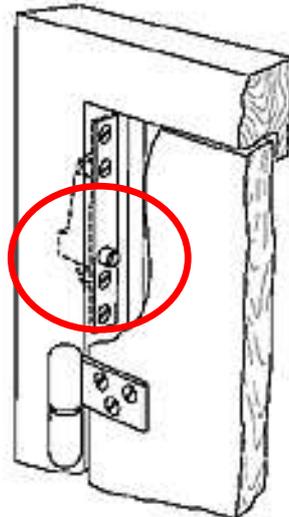
- Mise en place de contact à feuillure pour vérification des fermetures d'ouvrants :

Ayant remarqué lors des visites que certains ouvrants restaient ouverts, il nous paraît judicieux de mettre en place des contacts à feuillures sur les fenêtres. Ces contacts seraient reliés à la loge du gardien, qui serait informé qu'une ou des fenêtres sont ouvertes. Il pourrait ainsi aller fermer les ouvrants concernés.

Contact à feuillure encastré dans le dormant.

Ces contacts à feuillures sont discrets.

Ils sont reliés à la loge du gardien par le biais d'une armoire électrique qui donne les informations sur une interface graphique (ordinateur).



Utilisation possible

Analyse de la préconisation :

- Consommation électrique de climatisation du bâtiment : 19 833 kWh/an
- Consommation de chauffage lié aux ouvrants : 13 310 kWh/an,
- Facteur d'économie énergétique pour la climatisation et le chauffage : 5 %
- Economie énergétique de climatisation et de chauffage : $0,05 \times 19\ 833 + 0,05 \times 13\ 310 = 1\ 657$ kWh/an
- Tarif électrique : 0,072 € HT/kWh et tarif gaz : 0,035 € HT/kWh
- Economie financière de climatisation et de chauffage : 64 € HT/an
- Investissement estimé à : 15 000 € HT
- Temps de retour : 94,7 ans.

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la précé. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

11.4 Régulation

Une régulation est un dispositif permettant de maintenir la température d'un local, d'un bâtiment, à une valeur constante définie par l'utilisateur. La température extérieure variant, les besoins en chauffage ou en climatisation d'un bâtiment ne sont pas constants.

Ils varient, par ailleurs, en fonction du type d'activité et des périodes d'occupation propres à chaque pièce ainsi que des éventuels apports de chaleur gratuits dont celles-ci peuvent bénéficier : ensoleillement, appareils ménagers, présence humaine, etc.

La réglementation thermique impose un mode de régulation pour assurer le confort et réaliser des économies d'énergie.

Ainsi en évitant les variations de températures, on évite le surplus de démarrage des systèmes de production, le matériel est moins sollicité et on fait des économies énergétiques et financières non négligeables.

Rappelons qu'un degré de moins sur la température intérieure des locaux représente une économie d'énergie potentielle d'environ 7 %.

Actuellement le bâtiment est régulé à 21 °C.

La sous station du bâtiment permet une régulation par façade : une zone côté nord et une côté sud. Cela permet une meilleure optimisation de la température de chauffe, en fonction des apports solaires.

Toutefois, l'utilisation de robinets thermostatiques serait judicieuse pour améliorer la régulation.

Les robinets thermostatiques sont des organes de régulations à part, ils sont équipés :

- ❖ D'une sonde de température,
- ❖ D'un volant de réglage manuel de la consigne,
- ❖ D'un poussoir qui réagit en fonction des deux premiers composants.

Le robinet thermostatique prend en compte les différents apports pour maintenir une température constante dans les locaux. Ce qui est le cas avec les apports solaires qui sont très importants sur la façade Sud.

Attention : la durée de vie d'un robinet thermostatique à son plus haut rendement est de 10 à 12 ans, après le matériel décline en efficacité pour devenir obsolète.

La température de consigne est trop élevée, (21 °C), sachant que l'on doit assurer 19°C dans les locaux, d'après le CHSCT (Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail).

Le réglage des programmeurs doit être réalisé par l'exploitant après avoir vérifié les horaires exacts d'occupation des différents locaux. Ce réglage peut être approché par tests successifs ou par la pose momentanée d'enregistreurs afin de suivre au mieux l'effet des arrêts et remises en températures des locaux.

Ce réglage dépendra également de la surpuissance disponible, de l'inertie des locaux, des charges internes...

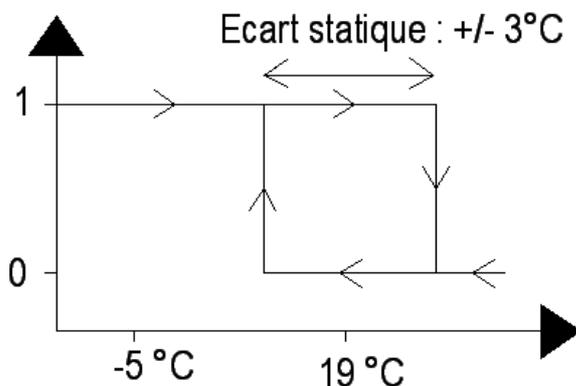
Le démarrage peut être réalisé avant l'arrivée des occupants tandis que l'arrêt peut se faire avant leur départ.

Voici ce que pourrait donner les régulations des réseaux de chauffage :

Température de réduits de nuits et week-ends : 16 °C.

- Période de réduits de nuit : de 19 h à 6h,
- Période de week-end : vendredi 19 h au lundi 6h.

Régulation des pompes et brûleurs



Réaliser des arrêts de réduits de nuits et week-ends sur les brûleurs et les circulateurs.

- Période de réduits de nuit : de 19 h à 6h,
- Période de week-end : vendredi 19 h au lundi 6h
- Période estivale : de Juillet à Août.

On obtiendrait une économie d'environ 25 % sur les consommations de chauffage .

Analyse de la préconisation :

- Consommation de chauffage du bâtiment : 166 376 kWh/an
- Facteur d'économies énergétiques : 25 %
- Economies énergétiques : 25 % x 166 376 = 41 594 kWh/an
- Tarif du gaz en 2008 : 0,035 € HT/kWh
- Economies financières : 0,035 x 41 594 = 1 456 € HT/an

- Investissement pour les robinets thermostatiques : 5 000 € HT
- Investissement pour le réglage de la régulation : 0 € HT (compris dans le contrat de maintenance de l'exploitant)
- Investissement total : 5 000 € HT
- TRB : 3,4ans.

Certificats d'économies d'énergies pour les robinets thermostatiques : Durée de vie de la préconisation 12 ans

78 892 kWh CUMAC*

* : Action BAT-TH-04.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

11.5 Variation de vitesse

Les équipements de ventilation sont équipés parfois d'une programmation mais les horaires ne correspondent pas toujours au taux d'occupation réel du bâtiment augmentant ainsi les dépenses énergétiques. La commande par horloge est bien adaptée pour le contrôle des zones à occupation constante et à intermittence régulière (bureaux).

Sachant que les locaux sont occupés pendant une période de 8h à 18h en moyenne hors week-ends, il faut optimiser au mieux le temps de fonctionnement de ces équipements.

Pour du conditionnement d'air ou du renouvellement d'air en zone sèche, on coupera la ventilation en période d'inoccupation. Par contre pour de l'extraction en zones humides (toilettes, ...), il est préférable de diminuer le débit (petite vitesse) afin d'éviter des problèmes d'odeur en cas de coupures prolongées.

Par contre, une surventilation nocturne peut être bénéfique afin de décharger le bâtiment des calories emmagasinées en période estivale.

C'est pour cela que la variation de vitesse est intéressante, car elle coupera l'alimentation des moteurs (pompes ou ventilateurs) et ajustera les débits en fonction des besoins réels.

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées à la variation de vitesse sur la ventilation estimées à : 329 kWh/an (*on diminue d'un tiers le fonctionnement de la ventilation : 7 h/nuit*) $P = 0,125 \text{ kW}$
- Economies financières liées à la variation de vitesse estimées à : 24 € HT/an (0,072 €/kWh)
- Investissement global pour réguler la VMC : 200 € HT
- Temps de retour global : 8,3 ans.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 10 ans
Ventilateurs : 975 kWh CUMAC*

- : Action BAT-TH-12

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

11.6 Remplacement des climatisations fonctionnant au R22

Suite au décret JORF n°158 du 10 Juillet 2007 concernant le R22 et sa disparition, la DDEA doit envisager, d'ici 2012, de remplacer ses climatisations fonctionnant au R22.

Il est impossible de changer uniquement le fluide frigorigène car le nettoyage du compresseur est complexe, de plus on aurait une baisse d'efficacité de l'ordre de 30 % sur chaque machine.

A titre indicatif, pour 1°C d'air climatisé en moins, on permet une économie de 3%.

Les climatisations à remplacer sont en rouge dans le tableau :

Marque	Type	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)	Fluide frigorigène
Mitsubishi Electric	MU-12 RV	2	1,2	640	1 536	R22
	MU-A07 YV	1	0,7	640	448	R410 A
	SUH-1.6VR2	1	1,3	640	863	R22
	MU-07 NV	3	0,7	640	1 344	R22
	MU-18 NV	3	1,7	640	3 264	R22
Carrier	38GL-08A 703 FC 40	1	0,8	640	512	R22
	38GL-6-703 EC 40	1	0,7	640	448	R22
Airwell	GC 24 F	1	2,8	640	1 792	R22
	ML 9	2	1,0	640	1 280	R22
Hitachi	RAC-18GH4	1	1,6	2 920 (serveur)	4 672	R410A
	RAS2RVRNE	1	1,3	2 920 (serveur)	3 708	R410A
CONSOMMATION TOTALE PAC (kWh/an)					19 833	

 PAC fonctionnant au R22

Cela représente 14 pompes à chaleur.

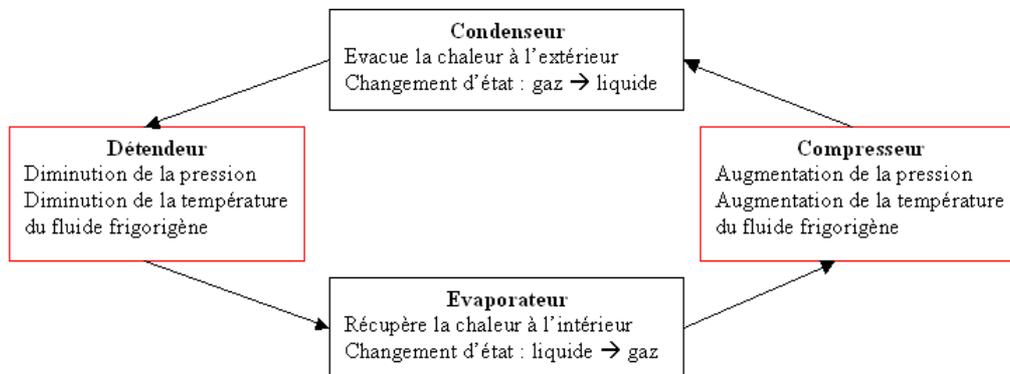
Voici les éléments d'une pompe à chaleur :



Voici les composants d'un split :

- en haut : l'unité intérieure (évaporateur)
- en bas à gauche : télécommande de régulation
- en bas à droite : l'unité extérieure (condenseur)

Voici le fonctionnement d'un système frigorifique :



Il est très important de remplacer le matériel actuel par des appareils de classe A, voir A+ ou A++. En effet, ils seront ainsi beaucoup plus efficaces. Nous préconisons l'emploi de matériel fonctionnant au fluide frigorigène R134a, fluide utilisé pour des applications de froid positif (au dessus de 0 °C). Le remplacement du matériel permettra d'obtenir des Coefficients de Performance (COP) plus important et donc les consommations électriques seront diminuées. Le COP pourrait atteindre 3,7 au lieu des 3,3 actuels.

Il est important, dans la maintenance, de penser à améliorer l'environnement du condenseur : S'assurer que le condenseur n'est pas placé dans un environnement propice au recyclage de l'air (sous un auvent,...). Cela se vérifie aisément : la température de l'air d'aspiration est alors bien supérieure à la température ambiante.

Les mesures proposées engendrent une réduction de la température de condensation, ce qui abaisse le niveau de pression à la sortie du compresseur, et donc diminue le travail de celui-ci et l'énergie qu'il consomme.

Analyse de la préconisation :

- Consommation de climatisation assurée par les 14 PAC à remplacer : 11 018 kWh/an
- Facteur d'économie énergétique : 40 % (différence de COP moyen : 3,7 (COP PAC récentes optimisées) – 2,5 (COP moyen pour matériel vétuste) = 1,2.
- Economie énergétique : 4 407 kWh/an
- Tarif de l'électricité en 2008 : 0,072 € HT/kWh
- Economie financière : 317 € HT/an
- Investissement estimé à : 35 000 € HT (fourniture et main d'œuvre).
- Temps de retour : 110 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Le remplacement des climatisations demande une étude complémentaire plus approfondie mais va s'avérer nécessaire dans un court délai.

Gènes occasionnées par la précé. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

11.7 Eclairage

L'éclairage est un pôle très peu optimisé dans le bâtiment.

Il faut pour diminuer les consommations électriques liées à l'éclairage :

- remplacer les ampoules à incandescence par des basses consommations de 11 W,
- mettre une minuterie sur le TGBT coupant l'éclairage de tout le bâtiment lors des inoccupations (22 h – 5 h),
- Mise en place de détection dans les sanitaires et les circulations,
- Utiliser les kits de rénovation rétrolux afin de remplacer les tubes T8 de 18 W par des tubes fluorescents T5 de 14 W et les tubes de 58 W par des tubes T5 de 35 W pour les mêmes luminosités.

Luminaire en place	Kit de rénovation adapté
1x18W + ballast ferromagnétique	1x14W + ballast électronique
1x36W + ballast ferromagnétique	1x28W + ballast électronique
1x58W + ballast ferromagnétique	1x35W + ballast électronique
4x18W + ballast ferromagnétique	4x14W + ballast électronique

Le passage à de l'éclairage fluorescent plus performant (ballasts et tubes) permet d'économiser jusqu'à 40% d'énergie.

Le changement de luminaire doit s'intégrer dans une politique globale de rénovation des espaces intérieurs sinon les économies ne suffisent pas à rentabiliser l'opération.

Le kit de rénovation RETROLUX permet de transformer un éclairage muni de tubes fluorescent T8 avec ballasts ferromagnétiques en luminaire performant constitué d'un tube T5, d'un ballast électronique (qui améliore le cos phi) et d'un réflecteur en aluminium.

Les kits existent pour 1, 2 ou 4 tubes.

Voici leurs mises en place :



1 : on enlève le tube existant

2 et 3 : on met le kit rétrolux (T5 + ballast électronique)

Les avantages de l'utilisation de tubes T5 par rapport au T8 :

- augmentation de la durée de vie,
- allumage instantané,
- meilleur rendu des couleurs.

De plus, nous devons signaler : La Commission de l'environnement du Parlement européen s'est prononcée en février 2009 à une large majorité en faveur du retrait progressif des ampoules à incandescence. Ce qui est prévu sous réserve d'approbation définitive :

- retrait des ampoules de 100 watts au 1er septembre 2009 ;
- retrait des ampoules de 75 watts en septembre 2010 ;
- les 60 watts pour septembre 2011 et les dernières (25 et 40 watts) pour 2012.

COMBIEN DE WATTS? – ÇA C'EST LA QUESTION!



Ampoules à incandescence	Ampoules économie d'énergie
25 Watts	5 Watts
40 Watts	7 Watts
60 Watts	11 Watts
75 Watts	15 Watts
100 Watts	20 Watts

Nous préconisons l'emploi de 11 W, plutôt que des ampoules basse consommation de 7 W, afin de conserver le nombre de lumens (lm : capacité d'éclairage des sources lumineuses : lux/m²). En effet une ampoule incandescente de 40 W produit environ 600 lm contre 420 lm pour une basse consommation de 7 W. Le modèle 11 W permet d'atteindre 660 lm, donc ce choix correspond mieux aux besoins lumineux des pièces desservies (stockage et WC).

Il est vrai que la mise en place d'un allumage par détection de présence, va limiter fortement le temps de fonctionnement des sources lumineuses fluorescentes et donc diminuer leurs durées de vie. Ce type d'éclairage a une meilleure durée de vie sur des utilisations longues plutôt qu'intermittentes. La durée de vie de ses sources lumineuses est alors divisée par un facteur 4. Or leur temps de vie moyen, en condition normale, est d'environ 8 000 h/an, soit 2 000 h/an pour des usages intermittents (facteur 4).

Aujourd'hui une source lumineuse incandescente a un temps de vie de 1000 h/an, donc même en utilisation intermittente, et de courtes durées, les éclairages fluorescents auront une durée de vie supérieure à l'incandescence.

Attention aux déchets : *Petit déchet dangereux. Traitement spécifique (Mercure, Krypton 85 radioactif dans certains starters).*

L'investissement concernant la minuterie est de : 40 € HT.

Economie et investissement sur l'éclairage					
Type	Nombre	Economies/sources (W)	Tps de fct (h/an)	Economies (kWh/an)	Investissement (€ HT)
Incandescentes (remplacement des 60 W par des 11 W)	19	49	260	242	185
Incandescentes (remplacement des 40 W par des 11 W)	3	29	260	23	30
Détections Circulations et sanitaires avec horloge intégrée (pour minuterie)	28	Estimé à 30 % des consommations totales de l'éclairage de ces parties		6 290	3 750
Kits de rénovation Rétrolux pour 18 W et 58 W	426 48	58 – 35 = 23 18 – 14 = 4	715	7 143	9 000
Total				13 698	12 965

Faisabilité de la préconisation :

- Economies totales sur le pôle éclairage : 13 698 kWh/an
- Economies financières estimées à : 986 € HT/an (0,072 € HT/kWh)
- Investissement global : 13 000 € HT
- Temps de retour global : 13,2 ans.

Le temps de retour est long car l'investissement prend en compte tout les tubes fluorescents, sachant qu'une bonne partie n'est pas utilisée (environ 40 %) ou est déjà défectueuse. De plus les économies sont peu importantes du fait que les consommations de ce pôle sont faibles. Il faut quand même noter qu'avec ces préconisations, 42 % d'économies sont réalisées sur le pôle éclairage, ce qui est important.

Certificats d'économies d'énergies :

- pour détection + horloge : Durée de vie de la préconisation 10 ans
73 700 kWh CUMAC*
- pour le remplacement des tubes T8 en T5 : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
167 625 kWh CUMAC*
- pour le remplacement des ampoules à incandescence par lampes fluorescentes sans automatisme : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
15 400 kWh CUMAC*

* : Action BAT-EQ-01, BAT-EQ-02, BAT-EQ-03 et BAT-EQ-09.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

11.8 Informatique

Plusieurs solutions existent :

- mise en place du logiciel libre Energy Star (www.energystar.gov), qui est un gestionnaire de veilles.

Pour savoir de quel gestionnaire d'énergie est muni un ordinateur, il faut se rendre dans le menu gestion des paramètres d'alimentation. Pour ce faire, depuis le bureau, on clique sur :

- Démarrer
- Paramètres
- Panneau de configuration
- Option d'alimentation

Si les délais paramétrables proposés sont écran, arrêt des disques durs, veille et veille prolongée, le gestionnaire est ACPI (dernière génération de gestionnaire d'énergie disponible : type Energy Star). Si l'option veille prolongée n'est pas proposée, il s'agit d'une version antérieure.

Si on veut réduire efficacement les consommations d'énergie tout en maintenant des temps de remise en marche raisonnables, les délais conseillés sont les suivants:

- Ecran : 10 minutes
- Veille (unité centrale) : 20 minutes
- Veille prolongée (unité centrale) : 60 minutes

Si le temps de sortie de l'état d'hibernation est suffisamment court, on pourra réduire le temps de passage dans cet état à 20 minutes. Il est conseillé de continuer à éteindre chaque jour son ordinateur, non pour des raisons de réduction de consommation (les puissances appelées en hibernation et à l'arrêt sont en général identiques) mais pour lui permettre de redémarrer quotidiennement et donc d'éviter des blocages intempestifs du système.

Des délais plus courts peuvent même être paramétrés (par exemple 5 minutes pour l'écran et 10 minutes pour l'unité centrale). L'économie afférente n'est pas négligeable. Cependant, si on veut que cette mesure soit acceptée, il faudra en parallèle sensibiliser les usagers à la nécessité de réduire leur consommation énergétique. Sans aucune explication, cette mesure pourra être rejetée car vécue comme inconfortable.

Pour les ordinateurs qui sont munis d'un gestionnaire de veille de génération antérieure à ACPI, on paramètrera le passage en veille uniquement de l'écran (délai : 10 minutes). En effet, la gestion d'énergie de l'unité centrale n'est pas suffisamment fiable pour généraliser son utilisation.

Il faut toujours garder en mémoire que le réglage des paramètres de gestion de l'énergie dépend essentiellement de la façon dont l'ordinateur est utilisé.

- mise en place d'une horloge sur le TGBT avec actions sur toutes les imprimantes et photocopieurs. La plupart des appareils de bureautique continuent de fonctionner inutilement au cours de la nuit (21 heures à 6 heures). On pourrait commander leur fonctionnement grâce à cette horloge, qui couperait l'alimentation des appareils de 21 h à 6 h du matin.
- continuer à changer les écrans cathodiques par des écrans plats (il ne reste cependant que 3 écrans cathodiques). Des ordinateurs portables pourraient également être envisagés, puisque ceux-ci sont encore moins consommateur que l'ensemble unité centrale + écran LCD.

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées à l'utilisation d'Energy star : 120 kWh/poste/an soit 6 624 kWh/an sur les consommations électriques,
- Economies liées au remplacement des écrans cathodiques : 68 kWh/écran/an soit 204 kWh/an sur les consommations électriques,
- Economies liées à la mise en place de coupures sur les armoires électriques pour les photocopieurs : 263 kWh/photoc./an soit 1 315 kWh/an sur les consommations électriques,
- Investissements :

Coût des préconisations informatiques			
Désignation	Coût (€ HT/unités)	Nombre	Coûts total (€ HT)
Energy Star	0	92	0
Horloge	40	4	160
Ecrans	190	3	570
		Total	730

- Economie énergétique totale : 8 359 kWh/an
- Economies financières (0,072 € HT/kWh) : 602 € HT/an
- Temps de retour global : 1,2 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

11.9 Consommation d'eau froide

Nous encourageons la DDAF à installer du matériel hydro-économe sur les points de puisage de lavabos.

Il s'agit de mettre en place des mousseurs sur chaque bec de robinets pour diminuer les débits d'eau sur les puisages aux lavabos et aux éviers. Ces mousseurs permettent une économie de 30 % en insufflant 30 % d'air dans le jet d'eau par le biais d'un joint torique.



ATTENTION : Il faut prévoir de les remplacer tous les 6 mois pour écarter tout risque de légionellose.

Il est important de supprimer les fuites, signalées en état des lieux. Il suffit pour cela de régler le problème des lavabos fuyards . Nous ne pouvons chiffrer cette préconisation car lors de la visite nous n'avons pu déterminer la provenance du volume de fuites total.

Investissement			
Désignation	Nombre	Prix HT unitaire (€)	Prix total HT (€)
Mousseurs	8	17*	136
		Total	136

* : prix unitaire d'un mousseurs = 9,5 € HT, mais nous en changeons deux fois par an, soit un investissement de 17 € TTC/an/lavabos.

En ce qui concerne les économies d'eau :

- Consommation initiale des lavabos et de l'évier : 133 m³/an
- Consommation après maîtrise de l'énergie : 93,1 m³/an
- Economie d'eau sur les lavabos et l'évier : 39,9 m³/an, soit 30 % d'économies
- Prix de l'eau : 3,25 € TTC/m³ ou 2,43 € HT/ m³
- Economie financière : 97 € HT/an
- Investissement des appareils hydro-économes : 136 € HT
- Temps de retour brut : 1,4 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

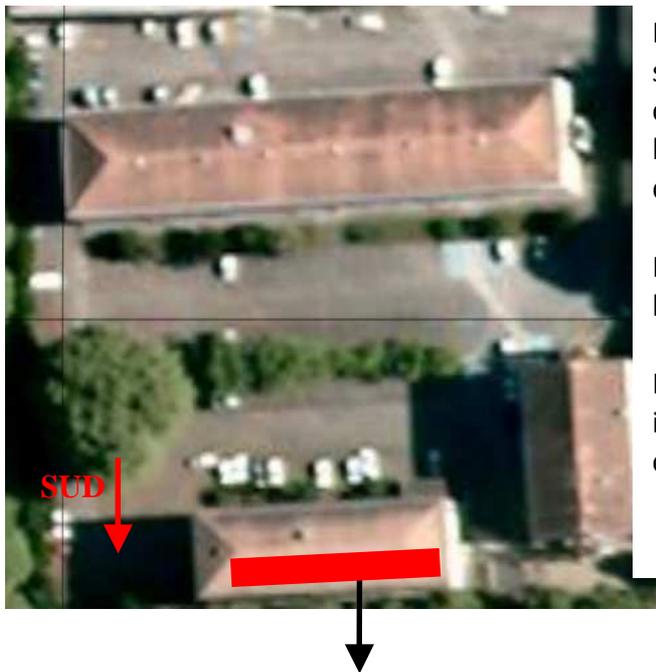
Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

11.10 Formation du personnel

FORMATION DU PERSONNEL	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur entretien des infrastructures • Aspects sécurité mieux pris en compte 	
Description	
<p>Dans nombre d'établissements, des problèmes d'habilitation électrique sont présents. En effet du personnel non électricien est souvent confronté à des problèmes liés à l'électricité et dépanne des installations sans être pour autant habilité.</p> <p>Nous mettons l'accent sur ces habilitations électriques, indispensables pour des interventions en toute sécurité.</p> <p>De plus le personnel peut effectuer des tâches ne correspondant pas à sa qualification (ex : un peintre peut faire de la plomberie).</p> <p>Il serait souhaitable de former ce personnel qui est multi-tâches afin d'obtenir du travail exécuté dans les règles de l'art.</p> <p>En outre, une sensibilisation aux économies d'énergies du personnel technique est recommandée pour apporter des connaissances supplémentaires par exemple sur l'étanchéité à l'air, l'éclairage, l'utilisation de peinture adaptée (pour diminuer la consommation d'électricité par l'entremise de l'éclairage), etc. ...</p>	
Résultats d'analyse	
<p>On évite par ces formations et habilitations des problèmes de sécurité ou de malfaçons éventuelles.</p>	

12 Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque

Pour de la revente d'électricité produite à partir du solaire photovoltaïque, il est recommandé d'intégrer au bâti les capteurs solaires pour bénéficier du tarif de rachat optimal : 0,42 € HT/kWh produit, et ainsi obtenir un temps de retour le plus rapide possible.



Notre choix d'installation des capteurs se porte sur la partie de toiture exposée au Sud et ne comportant pas de masques lointains (hormis le lycée situé en face, qui est relativement bas et donc ne forme pas de masque gênant).

Nous disposons donc d'une surface disponible de l'ordre de 240 m².

Le fait que les capteurs soient posés avec une inclinaison de 30° (horizontale), conduit à un coefficient de structure 0,67.



Voici la façade Sud, on remarque des masques importants avec les arbres à feuilles caduques situés devant et dépassant la hauteur du bâtiment. Pour la faisabilité photovoltaïque, l'élagage des arbres au niveau de la toiture permet de supprimer l'effet de masque temporaire.

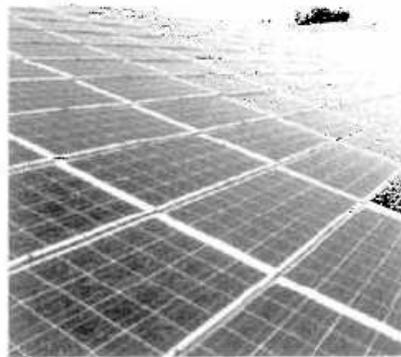
Attention : Il ne faut pas couper les arbres, mais juste les élaguer car sinon nous perdrons la protection solaire du bâtiment.

L'installation des capteurs photovoltaïques permet l'implantation de 240 m² de toiture (120 W/m² : ratio de puissance en fonction de la surface de toiture disponible ADEME) soit 28,8 kW.

Pouvant bénéficier sur Agen d'une production de 1 150 kWh/kW installée pour du panneaux en silicium monocristallin (: rendement de 12,5 %) et d'un coefficient de structure de 0,67, nous obtenons une production de l'ordre : 22 190 kWh/an.



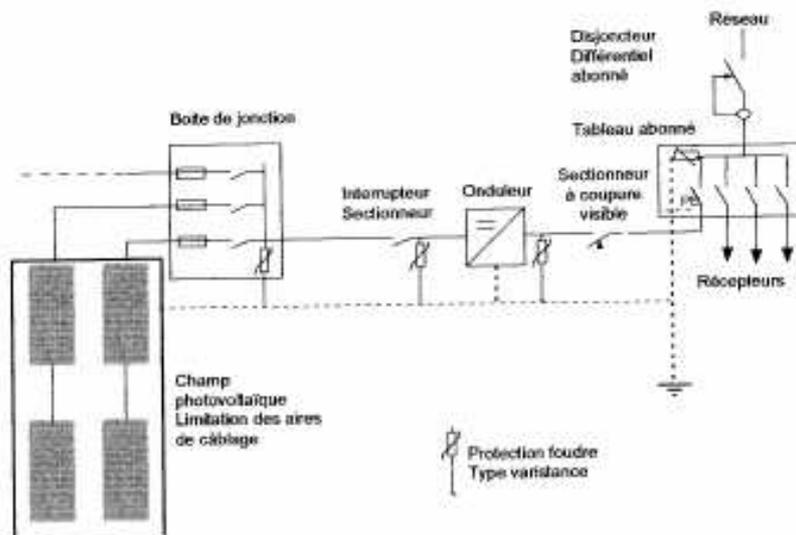
Pose en toiture inclinée
(tuiles, ardoises,...)



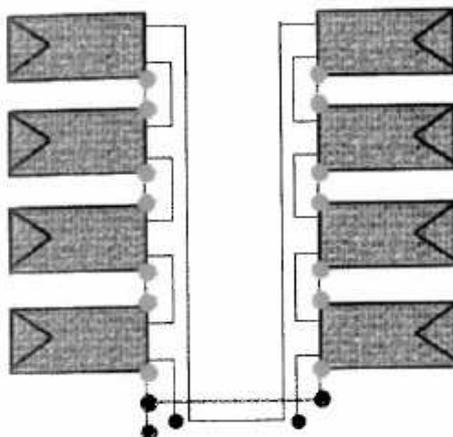
Voici l'exemple d'une installation solaire photovoltaïque installée sur la partie de toiture sélectionnée. L'intérêt de ce type de capteurs est qu'ils sont légers et donc ne nécessitent aucune étude de structure.

Cette pose peut bénéficier de la prime intégration toiture définie par : l'arrêté du 10 Juillet 2006.

Voici le synopsis de l'installation photovoltaïque et de sa protection anti-foudre :



Voici le type de raccordement des panneaux entre eux :



13 – Bon câblage : limitation des aires de boucles induites

Faisabilité de la préconisation :

Production solaire photovoltaïque possible estimée à (selon source : ADEME) : 22 190 kWh/an,

- Revente financière possible estimées à : 9 320 € HT/an (tarif de rachat : 0,42 € HT/kWh)
- Economies environnementales : (0,097 kg CO2/kWh/an pour l'électricité produite par du PV) : 2 152 kg CO2/an.
- Investissement global pour 240 m² de capteurs amorphes : 171 500 € HT
- Temps de retour global : 18,4 ans (hors subvention). Il faut savoir que l'installation est garantie 25 ans à 80 % de son rendement.

ATTENTION : A noter que le tarif de rachat diminuera de 10 % tous les 1^{er} janvier.

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Production d'électricité d'origine renouvelable - Bilan environnemental intéressant - Vente de l'électricité - Assurance de conservation du rendement de production (chute du rendement inférieure ou égale à 20 %) pendant 25 ans 	<ul style="list-style-type: none"> - Montage de dossier de rachat d'électricité, par le fournisseur : délai long - maintenance des capteurs (nettoyage) - investissement

Bâtiment B – Cité Lacuée Agen

13 Description des éléments du bâti

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des parois. Ils seront présentés sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux coefficients thermiques. Lors de la visite, l'appréciation visuelle de l'état général est également notée sur une échelle de couleur (voir pied de page).

13.1 La structure du bâtiment B

Le bâtiment a été récupéré par la cité administrative en 1947, quelques rénovations internes ont été effectuées sur le site (déplacement de cloisons, Traitement contre les insectes xylophages, ...).

L'état général du bâtiment est plutôt bon mais présente des pathologies à quelques endroits de l'enveloppe dues aux intempéries et à la corrosion de certains matériaux.



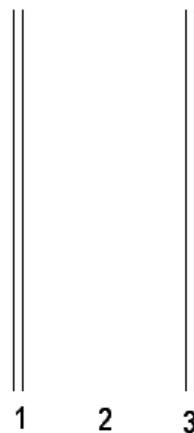
(façade extérieure du bâtiment)



(Exemple de pathologies du bâtiment)

Composition des murs extérieurs bâtiment : XIXème siècle

Sur la photo de la façade, on remarque que les murs sont constitués d'une composition simple :



Légende :

- 1 : Enduit à la chaux extérieur
- 2 : Murs en pierre de taille
- 3 : Enduit plâtre intérieur

L'épaisseur de pierre est de 65 cm



Ouvrants :

L'ensemble des bâtiments dispose de menuiseries PVC et du double vitrage 4 x 12 x 4. On observe que les vitrages sont des vitres claires sans protection solaire de type couche basse émissivité ou casquette solaire.

Il est important de signaler que la surface vitrée donnant sur l'orientation Sud est relativement importante, surtout quant on sait que les bureaux au Sud sont quasiment tous climatisés à cause des surchauffes estivales. La part du vitrage présente au Sud est de l'ordre de 44 %.

Nous dénombrons du simple vitrage aluminium sur les portes vitrées des sorties de secours.

Du simple vitrage bois est à dénombrer pour la composition des portes d'entrée du public en façade Sud.



Sur le bâtiment, les vitrages sont posés en nu intérieur ce qui accentue la création des ponts thermiques liés aux menuiseries.

Nous notons aussi l'emploi de stores en résille de couleur blanc cassé posés en extérieur des locaux le long des façades vitrées. La couleur claire est un choix judicieux par rapport à la couleur sombre car le rayonnement solaire est plus réfléchi et donc les apports solaires sont moindres.

C'est la seule protection solaire adoptée par les bâtiments, qui a été mise en place en 2009.

Planchers bas :



Le plancher bas sur terre plein est constitué d'une dalle et chape en béton, sans isolation (au vu de l'année de construction).

Les revêtements de sol sont plastique.

Légende :
1 : Revêtement de sol plastifié
2 : Plancher béton



(Plancher bas non isolée)

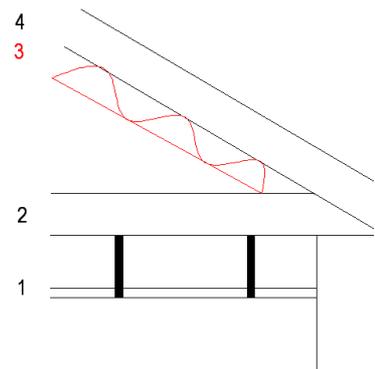
Toitures :



Le bâtiment dispose d'une toiture à pans en terre cuite isolée par de la laine minérale entre chevrons (conductivité thermique : $0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) :

Légende :

- 1 : Faux - plafond en plâtre
- 2 : Plancher bois
- 4 : Isolation existante en laine de verre (10 cm pour un λ de $0,038 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)
- 4 : Tuiles en terre cuite

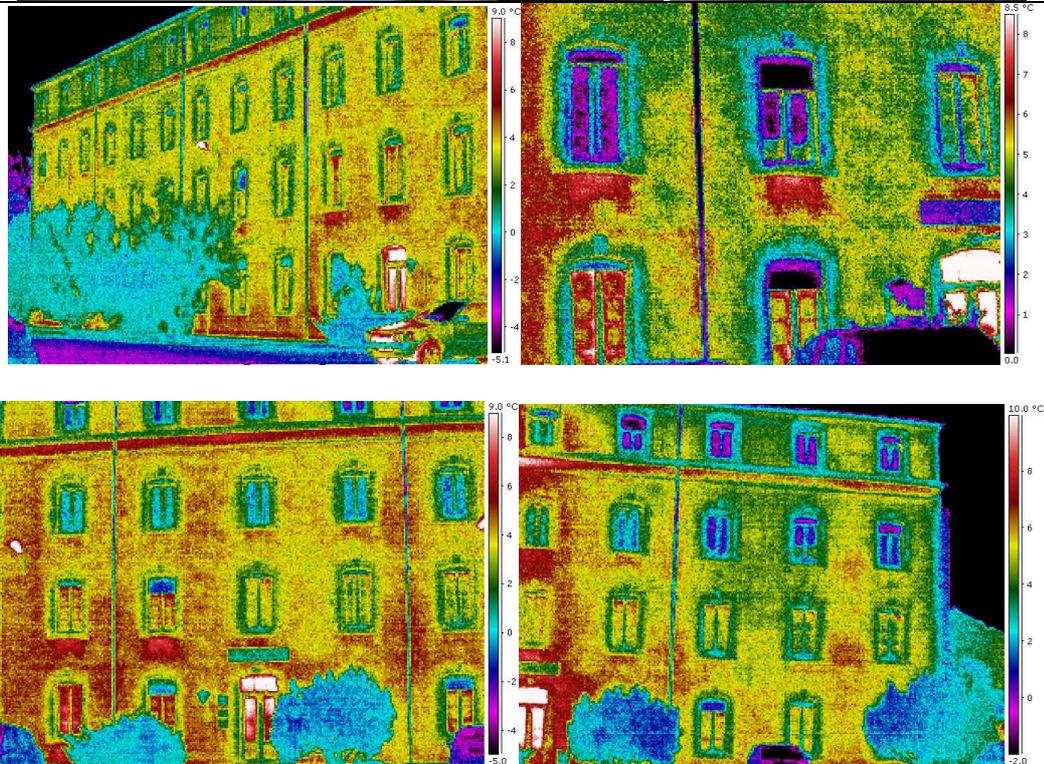


La toiture du bâtiment contient 4 VMC.

13.2 Prises de vue infra-rouge

Données sur le matériel utilisé	
Marque et type de la caméra	FLIR Sytems / ThermaCAM P60
Objectif	36 mm
Résolution spectrale	LW (8 à 12 μm)
Résolution spatiale	320x240
Gamme de température	-40°C à + 1500°C.
Exactitude	$\pm 2^\circ\text{C}$ ou $\pm 2\%$ de la lecture
Certificat d'étalonnage	N°V0903-21802594 du 26/03/2009 (réalisé par FLIR Systems France)

Données météorologiques	
Date d'intervention	22/01/2010 entre 7H00 et 8H00
Conditions	Temps clair, sans couverture nuageuse.
Température extérieure début d'intervention	3,6°C
Température extérieure fin d'intervention	3,1°C
Hygrométrie	78%
Température intérieure	21°C
Commentaire	<p>L'intervention thermographique s'est déroulée dans de bonnes conditions météorologiques. Il n'y a pas eu de pluie précédent les 12 dernières heures et le temps était clair, sans couverture nuageuse.</p> <p>Le choix des angles des prises de vue non pas été aisé compte tenu de la disposition architecturale du site et de la présence de nombreux végétaux (arbres).</p>

<p>Photographies</p>	
<p>Thermographies</p>	
<p>Commentaires : Prises de vue de la façade Sud. De nombreux végétaux sont présents à proximité du bâtiment, provoquant des parasites sur les thermogrammes. Sur les thermogrammes ci-dessus, des irrégularités thermiques sont observables : - au niveau des allèges de fenêtres (dû aux radiateurs) - au niveau des planchers intermédiaires entre le R+2 et le R+3. Les différentes variations de températures, observables sur les murs, révèlent une hétérogénéité des déperditions énergétiques surfaciques dûes en partie à la composition des maçonneries et à l'absence d'isolation.</p>	

13.3 Déperditions du bâtiment

Tableau 13 Caractéristiques des parois

Type	Nature	Surface* (m ²)	U (W/m ² °C)	Eff. Energ.	Commentaire
Ossature	Poutres et poteaux béton	-	-	-	-
Murs extérieurs béton	BA 13 ($\lambda = 0,25$ W/m ² °C) + Pierre de taille (65 cm : $\lambda = 1,7$ W/m ² °C) + enduit extérieur (1,5 cm : $\lambda = 0,56$ W/m ² °C)	2 410	1,6		Manque d'isolation
Plancher Bas non isolé (terre plein)	Dalle et chape béton (20 cm : $\lambda = 2$ W/m ² °C) + revêtement de sol (1 cm)	1 200	3,2		Manque d'isolation
Toiture à pans	Plancher bois (3 cm : $\lambda = 0,23$ W/m ² °C) + laine de verre (10 cm : $\lambda = 0,04$ W/m ² °C) + tuile en terre crue (R = 0,06 m ² °C/W)	1 250	0,35		Isolation correcte, mais attention certaines parties manquent d'isolant (problème de mise en œuvre)
Fenêtres	4 x 12 x 4 avec menuiseries PVC	313	3		Correct
Portes d'entrée vitrée	Simple vitrage bois	19	4,5		Manque d'isolation et de performance
	Simple vitrage aluminium sans rupteurs de ponts thermiques (portes vitrée vers extérieur)	24,5	5		



* : A partir des plans fournis par le MOA et ayant réalisé un métré des bâtiments

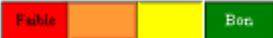
Hypothèse de température :

- Température extérieure de base : - 5°C
- Température de consigne : 21°C
- Température du sol : 10°C
- Température des locaux non chauffés : 16°C

Nous obtenons une déperdition surfacique totale de 140,2 kW environ.

Tableau 14 Caractéristiques des ponts thermiques

Type	Nature	Longueur* (m)	ψ (W/m°C)	Eff. Energ.	Commentaire
Périmètres planchers bas	Plancher bas sur LNC ou terre plein	182	0,2		Aucune isolation des panelles
Périmètres Toitures	Toiture terrasse sur murs façades	182	0,3		Aucune isolation des panelles
Angles sortants**	Murs béton ou parois vitrées	60	0,24		Pas d'isolation
Ouvrants	Embrasure des ouvrants / façades	+/- 884	0,12		Isolation correcte + pose en nu intérieur des parois vitrées renforçant les ponts thermiques
Divers	Cloisons intérieures / façade	Estimé à 5 % du total des ponts thermiques			Pas d'isolation



* : A partir des plans fournis par le MOA et ayant réalisé un métré des bâtiments :

- Hauteur du bâtiment : environ 15 m,
- Périmètre du bâtiment plancher bas : 182 m
- Périmètre du bâtiment plancher haut : 182 m

** : les angles sortants/entrants correspondent aux angles du bâtiment.

Les ponts thermiques représentent environ 5,2 kW.

En ce qui concerne les déperditions par renouvellement d'air, nous savons que le renouvellement d'air est quasiment naturel (hormis les 4 caissons d'extraction) par les défauts d'étanchéité du site : 0,5 volume/h, soit environ 9 100 m³/h.

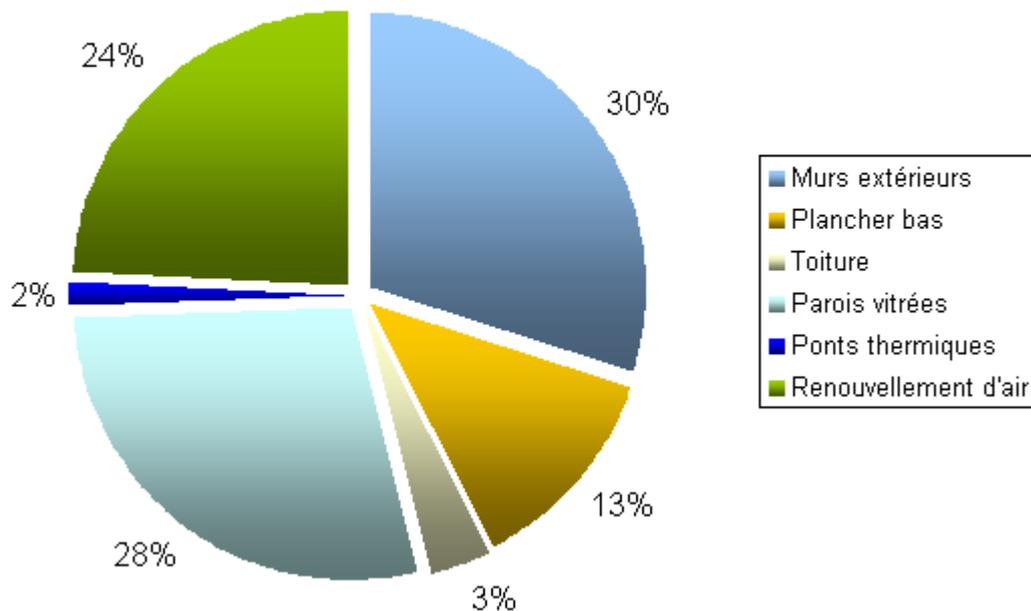
Nous obtenons donc un renouvellement d'air d'environ 9 100 m³/h, soit une déperdition estimée à 80,6 kW.

Voici la répartition des consommations :

Désignation	Déperditions (kW)	Ratio (%)
Parois	191,8	84,7 %
Renouvellement d'air	80,6	15,2 %
Total chauffage	272,2	100 %

Il faut aussi souligner que le calcul des déperditions correspond au calcul le plus défavorable pour le bâtiment. La Cité Administrative de Lacuée dispose d'une même chaufferie pour couvrir les besoins des 5 bâtiments. Nous tirerons donc des conclusions quant à la déperdition des bâtiments et la puissance des chaudières dans une partie commune pour la cité administrative.

Répartition globale des déperditions du site



Les déperditions les plus importantes sont liées aux murs extérieurs : 30 % des consommations du fait d'une surface importante et d'un manque d'isolation.

Les vitrages correspondent à plus d'un quart des consommations de chauffage. la surface globale de vitrage étant très importante, les déperditions associées le sont également. De surcroît, l'utilisation du double vitrage n'est pas optimum car nous trouvons des vitrages plus performants que ceux installés.

Nous retrouvons en suivant le renouvellement d'air il représente 24 % des pertes de chaleur totales du site. Cela est dû aux problèmes d'infiltration d'air importants et autres défauts d'étanchéité (fissures, trous, etc. ...).

Le plancher bas ne représente que peu de déperditions par rapport à son manque d'isolation et du fait qu'il donne sur le sol et les températures y sont constante à 10°C.

La toiture ne représente que très peu de déperditions car c'est la seule paroi qui est isolée pour le moment.

Les ponts thermiques sont peu nombreux du fait que le bâtiment n'est pas isolé.

14 Les installations climatiques

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des installations de chauffage et de climatisation. Elles seront présentées sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux caractéristiques techniques des équipements de production, distribution, régulation et émission. L'appréciation visuelle de l'état lors de la visite est notée également sur une échelle de couleur en pied de page.

14.1 Le traitement d'air

14.1.1 Généralités

Le traitement d'air est assuré par :

- 4 tourelles d'extraction (hygro A),
- des Pompes à chaleur (PAC).

14.1.2 Description des installations de renouvellement d'air

❖ Tourelles d'extraction :

	<p>Exemple d'extracteur installé en toiture du bâtiment B</p> <p>Quatre caissons d'extraction sont installés.</p> <p>Elles sont reliées aux sanitaires du bâtiments qui comptent 16 bouches d'extraction dont l'état est correct.</p> <p>N'ayant pas eu accès aux plaques signalétiques, nous estimons la puissance de chaque tourelle à 200 W pour un temps de fonctionnement de 8760 h/an.</p>
---	--

La consommation totale du ventilation est estimée à : **7 008 kWh/an.**

14.1.3 Production de froid et usages

Les productions de froid sont liées à de nombreuses pompes à chaleur.

❖ Productions individuelles de froid :

	<p>Les productions de froid individuelles sont assurées par des PAC air/air.</p> <p>Les groupes frigorifiques évacuent leur chaleur par le biais de condenseurs à air.</p> <p>Les PAC sont régulées par le biais d'une sonde intérieure sur laquelle on fait varier la consigne avec une commande sur l'unité intérieure.</p> <p>De nombreuses PAC sont vétustes et/ou les calorifuges extérieurs sont très abîmés (surtout pour les PAC anciennes).</p>
---	--

Tableau 15 : Caractéristiques des PAC

Marque	Type	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) **	Conso. (kWh/an)	Fluide frigorigène
MITSUBISHI	SRK 502 G-S	1	5	1 200	6 000	R410A
	FDKA36KWE4R	1	3,6	2 920 (serveurs)	4 320	R410A
	?*	2	17,5	1 200	21 000	?*
DAIKIN	RXYQ16P7W1BA	1	17.5	1 200	21 000	R410A
CARRIER	38GL036G9	1	3,8	1 200	4 560	R410A
SOOKO	S-CL-20-RA-VE	1	2	1 200	2 400	R410A
CONSOMMATION TOTALE PAC (kWh/an)					59 280	

 PAC fonctionnant au R22

* : Les plaques de ces PAC étaient illisibles ou inexistantes lors des visites.

** Temps de fonctionnement estimés en fonction des usages (28/05/09):

- Pour les bureaux : 5 mois/an : 1/3 (temps de fonctionnement du compresseur) du temps, soit 1 200 h/an,
- Pour les serveurs et sous répartiteurs: toute l'année en appoint : 1/3 (temps de fonctionnement du compresseur) donc nous partons sur le même temps de fonctionnement que pour les bureaux en h/an.



Le calorifuge au niveau des canalisations de froid, qu'elles soient au niveau de la production ou bien de la distribution, sont correctes.

❖ Divers :



Nous avons aussi recensé des ventilateurs individuels.

Il en existe 2 types :

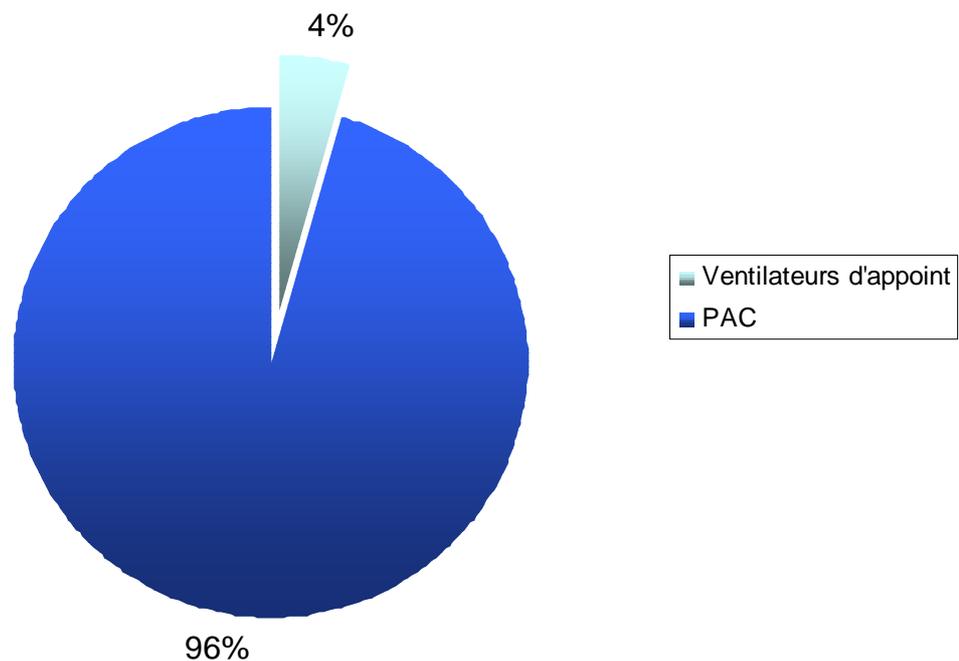
- ceux ayant une puissance de 30 W (nombre : 7)
- ceux ayant une puissance de 60 W (nombre : 39)

Nous obtenons donc une puissance de 0,42 kW, durant environ $\frac{1}{4}$ de l'année (période estivale), soit 730 h/an : 2 738 kWh/an.

❖ Bilan des productions de froid ou de rafraîchissement :

Nous obtenons une consommation électrique de froid totale de : **62 020 kWh/an**, soit 12,9 kWh/m²/an. Voici la répartition des consommations liées aux productions de froid :

Répartition des consommations liées aux productions de froid



La plupart des consommations de rafraîchissement sont du à l'utilisation des PAC, qui fonctionnent toutes au fluide frigorigène R410A. Les consommations servent principalement à la façade Sud du bâtiment car celle-ci est soumise à des surchauffes estivales importantes.

Pour l'appoint les ventilateurs ne représentent que peu de consommations électriques du fait des puissances faibles et des temps d'utilisation courts.

14.1.4 Les productions Thermiques électriques

Il existe deux types de productions thermiques électriques sur le site :

- Des radiateurs d'appoint,
- Des ballons ECS.

❖ Radiateurs d'appoint électriques :



Il existe quelques radiateurs électriques d'appoint dans les bureaux.

Tableau 16 : Caractéristiques des radiateurs d'appoint

Marque	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)
?	3	0,5	240	360
?	1	1	240	240
Consommation Totale (kWh/an)				600

* : Temps de fonctionnement : 2h/jour durant les 6 mois de la saison de chauffe, soit 240 h/an.

❖ Production ECS :

Tout d'abord, la production ECS est électrique par l'emploi de deux ballons d'eau chaude sanitaire.

Il existe dans les bâtiments quelques productions électriques individuelles, qui servent sur des points de puisage spécifiques dont l'utilisation d'eau chaude est requise (infirmerie par exemple).

* : Temps de fonctionnement estimé à :

- Energie nécessaire pour passer 200 litres de 10°C à 60°C :
 $4,18 \times 200 \times 50 = 41\,800 \text{ kJ}$
- Energie instantanée produite par le préparateur :
 $2,5 \times 3\,600 = 9\,000 \text{ kJ}$

Temps de fonctionnement : $41\,800 / 9\,000 = 4,5$ heures/jour, soit 1 640 h/an.

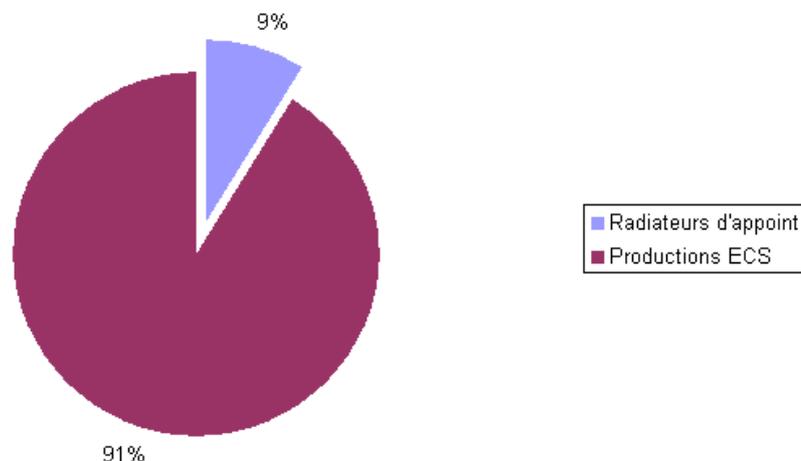
Tableau 17 : Caractéristiques des productions électriques individuelles d'ECS

Marque	Nombre	P élec./u (kW)	Capacité (litres)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)
ATLANTIC	1	2,5	200	1 640	4 100
PACIFIC	1	1,2	15	1 640	1 968
Consommation Totale (kWh/an)					6 068

❖ Bilan des productions électriques :

Nous obtenons une consommation électrique totale de: 6 668 kWh/an, soit 1,4 kWh/m²/an. Voici la répartition des consommations liées aux productions électriques :

Répartition des consommations thermiques électriques



15 Equipements liés à l'électricité spécifique

15.1 L'éclairage

La puissance installée dans le bâtiment principal est de 36,5 kW soit un ratio de 7,8 W/m² (soit environ 8,3 W/m² installés pour les bureaux et d'environ 5,5 W/m² installés pour les circulations).

Nous avons enregistré 17 % des points lumineux allumés pour des locaux non occupés. Et 25 % le taux d'éclairages ne sont pas allumés durant les périodes d'occupation des locaux. Nous obtenons donc un ratio de 41 % de sources d'éclairage à ne pas prendre en compte dans les consommations associées au pôle. A cela nous devons ajouter un taux de luminaires défectueux de 4,5 %.

Les circulations, les archives et les bureaux sont principalement équipés de tubes fluorescents de 18 W montés en châssis de 4 (87 % des sources lumineuses).

La gestion de l'éclairage se fait manuellement ; en effet des tubes sont tout simplement retirés des châssis (ex : 2 tubes fluorescents au lieu de quatre) afin de diminuer les puissances appelées et donc les consommations. Seuls quelques bureaux sont équipés d'un zonage d'éclairage (côté fenêtre ou côté couloir central).

La maintenance des sources d'éclairage est très satisfaisante au vu du remplacement rapide des sources lumineuses défectueuses.

Il n'y a pas de détections dans le bâtiment, tous les interrupteurs sont manuels et les couloirs restent allumés en continu.

Il est important de signaler que le bâtiment est moyennement vitré, donc peu lumineux..

Lors des visites, des mesures d'éclairage ont été effectuées :

- pour un bureau avec éclairage : 371 lux (pour un temps extérieur sombre)
- pour un bureau sans éclairage : 154 lux (pour un temps extérieur sombre)
- pour un WC avec éclairage : 75 lux
- pour un couloir avec éclairage (pour un éclairage sur deux supprimer) : en moyenne 80 lux.



Les bâtiments sont principalement équipés de tubes fluorescents de 18 W (pour les T8) montés par 4 avec des déflecteurs en aluminium, en grande majorité, ou des ampoules basses consommations de 9 à 18 W comme lampes de bureaux pour certaines zones de travail.

On retrouve dans le hall d'accueil des halogènes de 20 W.



Les couloirs sont principalement équipés d'éclairage fluorescent de 18 W avec une moitié de supprimée.

On remarque aussi que des écriteaux de sensibilisation sont présents dans les circulations



L'éclairage extérieur ne fonctionne plus et ne comportait que quatre lampadaires.

Tous les éclairages fonctionnent durant les heures ouvrées ; le gardien en fin de journée éteint toutes les lumières durant son tour de garde. Aucune autre gestion de l'éclairage n'existe sur le site.

Tableau 18 : éclairage présent sur le site

Désignation	Nombre	Puissance (W)	Tps de fct (h/an)*	Total (kWh/an)
ECLAIRAGE INTERIEUR				
Tubes fluocompacts T8	46	58	365	974
Tubes fluocompacts T8	24	36	365	313
Tubes fluocompacts T8	1 200 (bureau) 364 (couloirs)	18	1 200	33 582
Ampoules incandescentes	46	40	1 200	2 208
Ampoules incandescentes	30	75	1 200	2 700
Ampoules BC	40	18	1 200	864
Ampoules BC de bureau	8	9	365	26
Halogènes de bureau	3	300	365	329
Halogènes du hall	62	20	365	453
ECLAIRAGE EXTERIEUR				
Ampoules BC				0
Total (kWh/an)				38 949
Taux éclairage défectueux				4,5 %
Total (kWh/an)				37 200

* : Temps de fonctionnement moyen estimé sur une base de 8 h/jour pendant 260 jours ouvrés (il est lié au manque de système de gestion en place) : soit 2 080 h/an.

- pour la partie bureaux/circulations :
 - o les bureaux représentent environ 91 % des points lumineux : $2\,080\text{ h/an} \times 0,91$
 - o les circulations sont allumées constamment représentent environ 9 % des points lumineux : $2\,080\text{ h/an} \times 0,09$
- pour les lampes de bureau : temps estimé à 1 h/jour, soit 365 h/an
- pour l'éclairage extérieur : 8 h/jour, soit 2 920 h/an.

Moyenne estimée à : 2 080 h/an, or nous avons déterminé la part d'éclairage ne fonctionnant pas ou plus, soit 41 %, donc le temps moyen de fonctionnement est de 1 200 h/an.

Il serait judicieux de remplacer les sources d'éclairage incandescentes et halogènes restantes en vue d'optimiser ce pôle de consommations. Il est aussi conseillé d'installer des détecteurs dans les sanitaires et dans les circulations, car le ratio de puissance est très important.

15.2 Informatique

Tous les bureaux sont équipés d'ordinateurs.

D'après le récapitulatif du matériel informatique relevé par nos soins durant la visite, nous obtenons diverses typologies de matériels :

- ordinateurs portables,
- unités centrales avec écrans cathodiques (17 "),
- unités centrales avec écrans LCD (15 " et 17 "),
- Divers : serveurs informatiques, switchs.

Nous estimons, comme avec la méthode d'échantillonnage des éclairages, à environ 35 % les ordinateurs non utilisés sur la globalité du site. Cela est dû à l'occupation des locaux lors des visites.

Aucun système de veille ou d'extinction n'est programmé, seul le personnel pense à éteindre son poste de travail. On ne peut vérifier l'efficacité de cette mesure.

Les serveurs informatiques et les switchs de réseau quant à eux fonctionnent en continu.

	<p>Les serveurs ont une intensité globale de : 3 A</p> <p>Nous obtenons pour un cos phi de 0,92, une puissance de 2 kW, pendant 8760 h/an, soit une consommation de : 17 520 kWh/an.</p>
---	--



(Ordinateurs dans un bureau)



(Photocopieur)

Tableau 19 : informatique présent dans le bâtiment

Désignation	Nombre	Conso en fct moyen (kWh/ordi/an)*	Total (kWh/an)
Unités centrales + écrans LCD 17"	152	320	48 640
Unités centrales + écrans LCD 19"	3	340	1 020
Unités centrales + écrans cathodiques 15"	17	370	6 290
Unités centrales + écrans cathodiques 19"	1	450	450
Ordinateurs portables	13	53	689
Imprimantes et fax	70	147	10 290
Photocopieurs	12	681	8 172
Total (kWh/an)			86 781
35 % de non utilisation			
Conso. réelle (kWh/an)			62 530

* : Ces ratios de consommation informatique sont issus d'une campagne de mesure effectuée par le cabinet Enertech. Elle est disponible sur leur site internet.

La consommation totale liée à l'informatique est de : 62 530 kWh/an.

15.3 Les équipements annexes

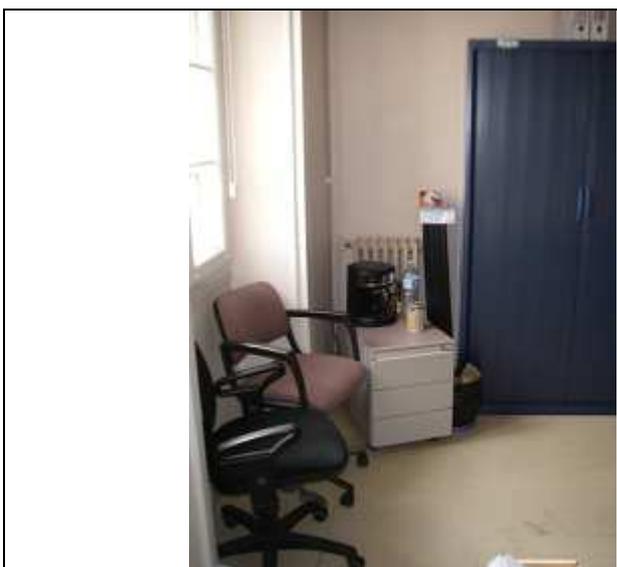
15.3.1 Ascenseurs

	<p style="text-align: center;">ASCENSEUR</p> <p>Marque : OTIS</p> <p>Le reste est inconnu, car nous n'avons pas pu avoir accès à la machinerie.</p>
---	---

15.4 Electricité spécifique ou divers

L'électricité spécifique correspond à 1,3 % des consommations électriques du bâtiment principal, soit une consommation de : 2 352 kWh/an.

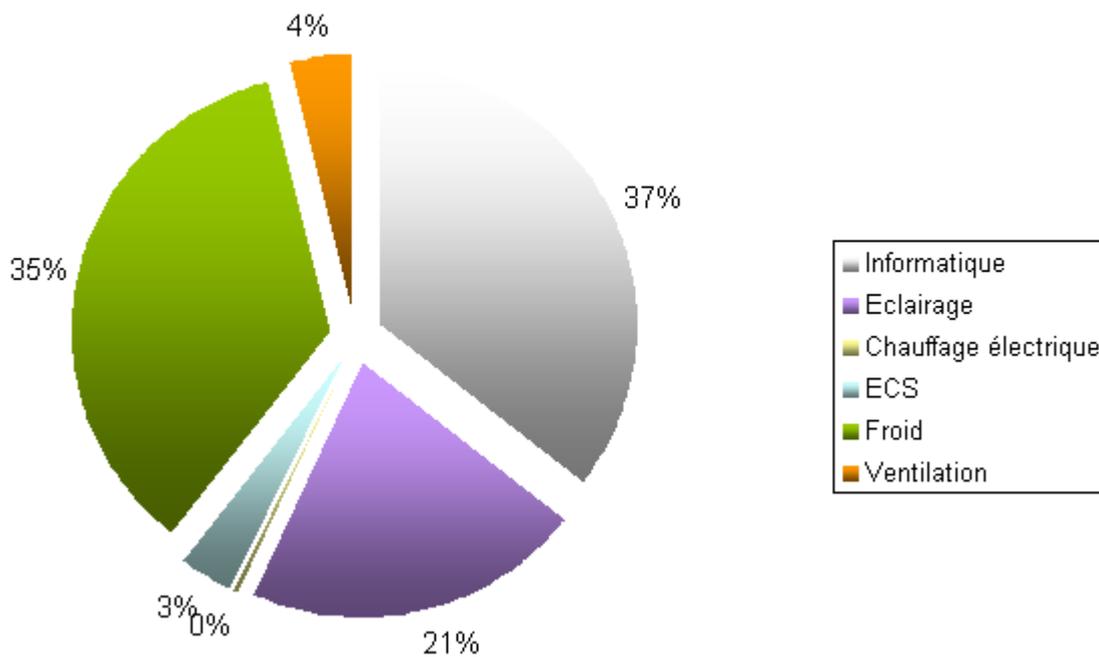
Nous considérons dans ce chapitre :

	<ul style="list-style-type: none"> - les process spécifiques, - la chaufferie, - le désenfumage, - la domotique, - les sous répartiteurs, - les utilités et oublis électriques (cafetières et bouilloirs : environ 50, téléviseur, vidéo-projecteur, ...), - ...
---	---

16 Bilan des consommations d'électricité

Le bâtiment affiche une consommation électrique moyenne estimée à 175 309 kWh/an (36,5 kWh/m²SHON) nécessaires aux différents besoins du bâtiment (climatisation, éclairage, ECS, ...).

Répartition des consommations électriques



On remarque que la production de froid représente plus d'un tiers des consommations électriques.

Nous retrouvons ensuite l'informatique, de part son nombre qui est important, malgré l'emploi d'écrans LCD.

L'éclairage vient ensuite, il correspond à 21 % des consommations électriques. Les surconsommations sont du au peu de gestion présente sur le parc de l'éclairage (temps de fonctionnement, ...).

Ensuite le divers, l'ECS, la ventilation et le chauffage électrique représentent 7 % des consommations électriques.

Le divers ne peut être modifié que sur les temps d'utilisation (ex : bien arrêter une cafetière après emploi), mais sa plus grosse part est fixe (domotique, armoires électriques, réseaux télécoms, ...). Quant aux productions thermiques électriques, on ne peut pas influencer énormément sur celles-ci.

Pour le divers, il est judicieux de privilégier l'utilisation d'appareils moins énergivores lors des remplacements de matériel.

17 Bilan des consommations d'eau

Les consommations de l'année de référence sont de 750 m³/an, car nous retrouvons 118 salariés sur les 151 présentes sur le compteur d'eau qui alimente les bâtiments B, D et I. Nous estimons donc une consommation de : 0,16 m³/m²/an.

Divers postes de consommation existent :

- les sanitaires :

Les sanitaires sont équipés de WC avec boutons poussoirs, de lavabos type lave mains (poussoirs et classique) et d'urinoirs. Les besoins sont principalement liés à l'utilisation d'eau froide, car les lavabos des sanitaires ne délivrent que de l'eau froide pour la plupart. Seuls quelques uns sont reliés à des ballons ECS.



Tableau 20 : récapitulatif des équipements consommateurs d'eau froide et évaluation des consommations

ZONE	WC Presto	LAVABOS Presto	LAVABOS Classique	URINOIRS
Nombre total	20	16	1	8
Conso moyen annuelle en m ³	460,2*	92**	2,6***	30,7****

* : pour une occupation des locaux par 118 personnes/jour (qui vont 3 fois/jour au WC), durant 260 jours ouvrés et un débit de 5l/usage (temporisation de 30 s pour un débit de 10 l/mn).

** : pour une occupation des locaux par 118 personnes/jour (qui vont 3 fois/jour au WC (lavage de mains)), durant 260 jours ouvrés et un débit de 2l/usage pour les sanitaires.

*** : pour un usage faible que nous assimilons à de l'entretien des locaux (ménages) : 10 l/jour.

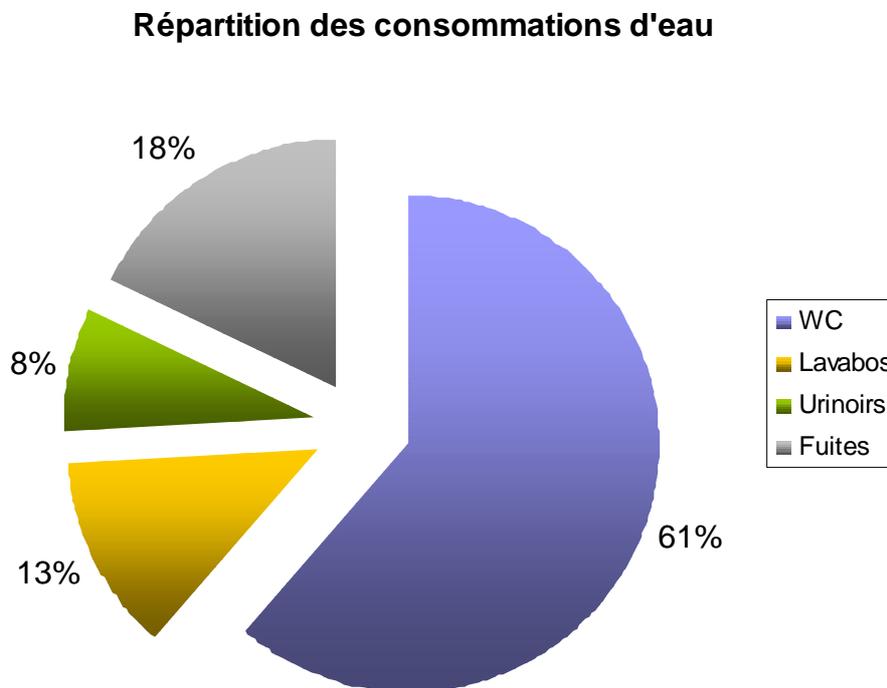
**** : pour une occupation des locaux par 118 personnes/jour (estimation d'1 personne sur deux étant un homme) (qui vont 2 fois/jour, il n'y a que 8 urinoirs sur tout le site), durant 260 jours ouvrés et un débit de 2l/usage.

Les sanitaires représentent environ 616,2 m³/an.

Nous avons repéré des WC et des lavabos qui fuyaient (ex : WC). Certaines fuites sont continues, d'autres sont du goutte à goutte.

Nous obtenons le volume de fuites d'eau par différence : 750 – 616,2 = 133,8 m³/an.

Nous obtenons les répartitions suivantes :



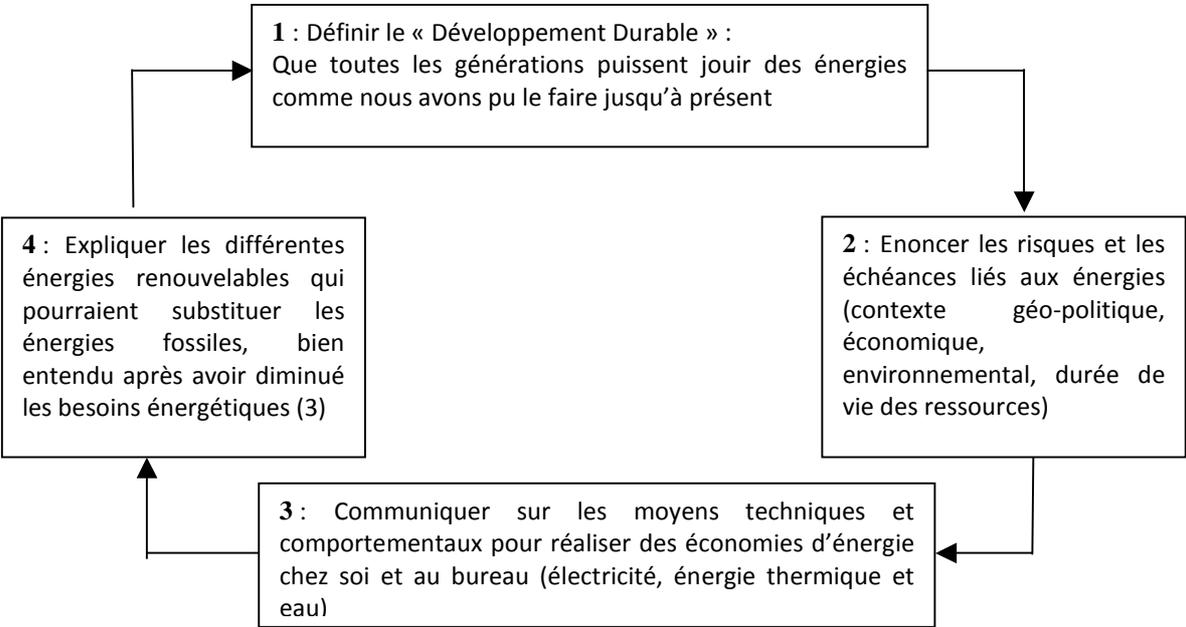
Nous remarquons que la consommation d'eau principale est due aux sanitaires, dont les WC (61 %), qui sont équipés de matériels hydro-économiques : boutons poussoirs à temporisation pour les WC. Idem pour les urinoirs (8 %).

Nous retrouvons, en suivant, les fuites d'eau (18 %), qui sont des consommations totalement inutiles. Les fuites viennent probablement de robinets dont les joints sont vétustes ou bien de WC laissant passer un faible débit de chasse en continu.

Viennent ensuite les lavabos (13 %) qui ne sont pas équipés de mousseurs qui diminueraient les besoins en eau.

18 Propositions d'actions

18.1 Responsable Energie

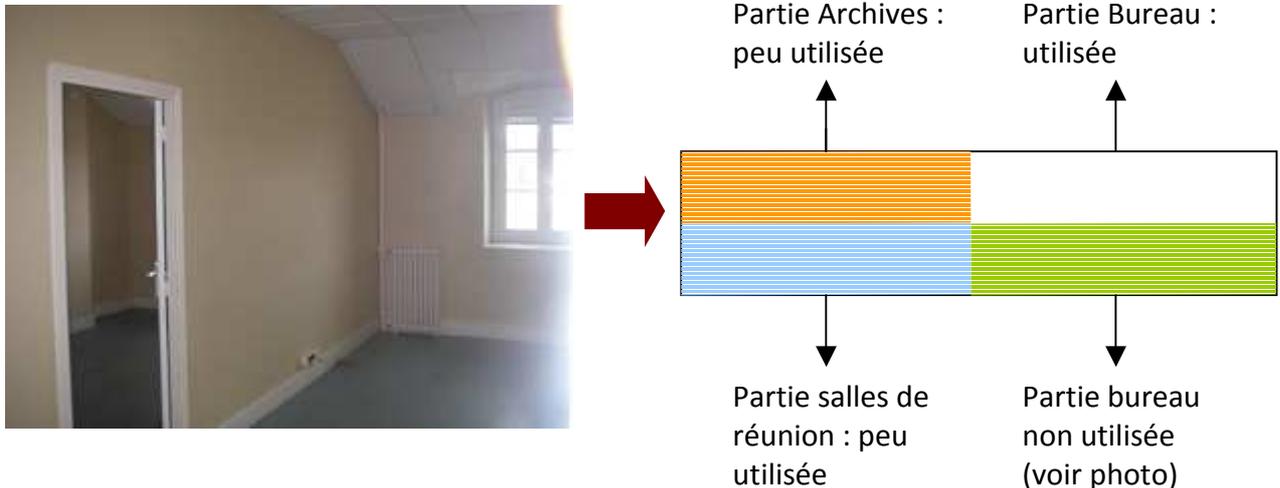
Responsable « ENERGIE »	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des consommations énergétiques • Sensibilisation du personnel 	
Description	
 <pre> graph TD 1[1 : Définir le « Développement Durable » : Que toutes les générations puissent jouir des énergies comme nous avons pu le faire jusqu'à présent] --> 2[2 : Enoncer les risques et les échéances liés aux énergies (contexte géo-politique, économique, environnemental, durée de vie des ressources)] 2 --> 3[3 : Communiquer sur les moyens techniques et comportementaux pour réaliser des économies d'énergie chez soi et au bureau (électricité, énergie thermique et eau)] 3 --> 4[4 : Expliquer les différentes énergies renouvelables qui pourraient substituer les énergies fossiles, bien entendu après avoir diminué les besoins énergétiques (3)] 4 --> 1 </pre>	
Mise en œuvre	
Voici différentes mises en œuvre possibles : <ul style="list-style-type: none"> ▪ mettre des autocollants et afficher des papiers concernant le gaspillage (pour éveiller les consciences) ▪ donner à chaque salarié un ratio de consommation qui peut lui être attribué (consommations d'eau et d'énergie finale ramenées au nombre d'employés) pour lui montrer qu'il a une empreinte sur les consommations de l'établissement. ▪ Penser à sensibiliser les employés sur ce qui peut être réalisé chez eux, car s'ils prennent de bonnes habitudes à la maison, celles-ci se répercuteront sur le lieu de travail. ▪ Utiliser l'outil de suivi réalisé par l'APAVE pour permettre au responsable « Energie » de toujours connaître l'évolution des consommations en fonction des travaux ou des restructurations réalisables. 	
Résultats d'analyse	
Une bonne sensibilisation permettra aux salariés de mieux se comporter au niveau énergétique (on peut atteindre une diminution de 5 % des consommations globales des établissements avec ce type de procédé).	

Voici des éléments, à ajouter à une fiche de bonne pratique :

Qu'est-ce que je peux faire ?	Consommation par agent
<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer les éclairage énergivores par des ampoules à basse consommation - Afficher un Diagnostic de Performance Energétique (DPE). - Nous mettons à votre disposition une installation pour les réunions à distance (visioconférence) - Eteindre la lumière en quittant une pièce (bureaux, toilettes...) : mieux vaut la détection au comportementalisme - Eteindre chaque soir les ordinateurs, les écrans, les imprimantes, les photocopieurs... : préférer un gestionnaire et une coupure générale des ordinateurs au comportementalisme - Emprunter les escaliers plutôt que les ascenseurs : privilégier les descentes par les escaliers et les montées par les ascenseurs (plus simple pour le comportement) - Chauffer ou climatiser en fermant les portes et les fenêtres de la pièce. - Limiter les déplacements professionnels inutiles en voiture. - Envisager le co-voiturage quand cela est possible. - Diminuer les température de consigne de chauffage et de climatisation (1°C = 7 % d'économies sur le chauffage et 3 % sur la climatisation). 	<p style="text-align: center;">Energie</p>  <p style="text-align: center;">20,1 KWh (électricité et gaz) par agent par jour en moyenne (260 j ouvrés/an)</p> <p style="text-align: center;"><u>Electricité :</u> 5,7 kWh/pers/jour</p> <p style="text-align: center;"><u>Gaz :</u> 14,4 kWh/pers/jour</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous installons des mousseurs sur la robinetterie - Fermer les robinets quand on n'a pas l'utilité de l'eau. : il vaut mieux mettre des robinets presto (qui limite le temps d'écoulement de l'eau à 10 secondes) - Signaler les fuites d'eau à SVP Logistique. <p>c'est aussi valable pour les personnes ayant accès aux productions.</p>	<p style="text-align: center;">Eau</p>  <p style="text-align: center;">29 litres d'eau (sanitaire, de chauffage) par jour en moyenne par agent (260 jours ouvrés/an)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Veiller à l'état du parc des imprimantes et tendons vers des consommables éco-labellisés. - N'imprimer que lorsque cela est indispensable ou en Recto verso si cela est possible. - Garder les feuilles inutilisées en verso et faire des blocs brouillons au façonnage. - Eviter les tirages en trop grande quantité et leur stockage - Réutiliser les chemises et les dossiers en carton. 	<p style="text-align: center;">Papier</p>  <p style="text-align: center;">40 kg par agent par an, soit plus de 17 ramettes de papier A4, en moyenne pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous réparons au lieu de jeter. - Nous faisons recycler : <ul style="list-style-type: none"> - les ordinateurs : récupération des métaux nobles ou envoi dans les pays du tiers monde - les déchets : attention aux différents types de déchets, si métaux : OK, si fluide frigorigène, voir directement avec les organismes affiliés à leur récupération, autres en fonction - le papier - Trier les éléments à jeter dans les corbeilles en respectant les compartiments alimentaires et papier. 	<p style="text-align: center;">Déchets</p>  <p style="text-align: center;">300 kg de déchets par agent et par an pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous achetons des véhicules moins polluants : < 110 g CO2/an, au dessus il n'y a pas d'intérêts - Nous facilitons les transports en train grâce à des cartes d'abonnements - Nous développons nos installations de visio conférences <ul style="list-style-type: none"> - Développer le covoiturage pour les déplacements en mission et/ou domicile-travail - Privilégier des moyens de transports en commun dès que cela est possible - Déployer les réunions dématérialisées 	<p style="text-align: center;">Transports</p>  <p style="text-align: center;">3 500 km par agent et par an pour ce type d'usage</p>

18.2 Diminution des volumes chauffés

Une partie de dernier étage n'est pas occupée actuellement, du fait des changements de services en cours. Cette partie Est du bâtiment est chauffée pour une utilisation quasi nulle :



Auparavant cette partie du site abritait des bureaux, mais actuellement elle est devenue des locaux vides, des salles de réunions ou des archives.

Pour la mise en place de cette préconisation, il suffit de couper l'alimentation des radiateurs fontes concernés.

L'étage en question a pour surface environ 1 200 m² (75 m x 16 m), les zones de couleurs représentent un quart de surface du niveau. Donc on estime le rapport de surface chauffé inutilement à 300 m², soit sur la globalité des consommations de chauffage du bâtiment à 6,5 %.

Analyse de la préconisation :

- Surface qui doit être supprimée des besoins de chauffage : 300 m² sur les 4 800 m², soit environ 6,5 % de la surface.
- Consommation de chauffage globale estimée à : 442 322 kWh/an.
- Economie énergétique de chauffage : 28 750 kWh/an
- Tarif du gaz : 0,035 € HT/kWh
- Economie financière de chauffage : 1 006 € HT/an
- Investissement estimé à : 0 € TTC (compris dans le contrat de maintenance)
- Temps de retour : 0 ans.

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
aucun	2020

18.3 Enveloppe

❖ Isolation des murs extérieurs :

Comme nous avons pu le remarquer, il existe des surconsommations de chauffage et de climatisation liées au manque d'isolation des bâtiments, l'année de construction du bâtiment étant antérieure à la première réglementation thermique.

Nous préconisons une isolation par l'intérieur des murs du bâtiment. Le choix de l'isolation intérieure est lié à la facilité de mise en œuvre de la préconisation, car on n'agit pas sur la structure extérieur du bâtiment, mais sur un ajout d'isolation manquante. De plus le bâtiment fait partie d'une zone classée par les Architectes des Bâtiments France, et donc nous ne pouvons pas agir par l'extérieur de l'enveloppe, afin de conserver l'aspect historique du site.

Ces préconisations seront calculées sans action sur la régulation du bâtiment, donc on garde comme écart de température les 26 °C de l'état des lieux.

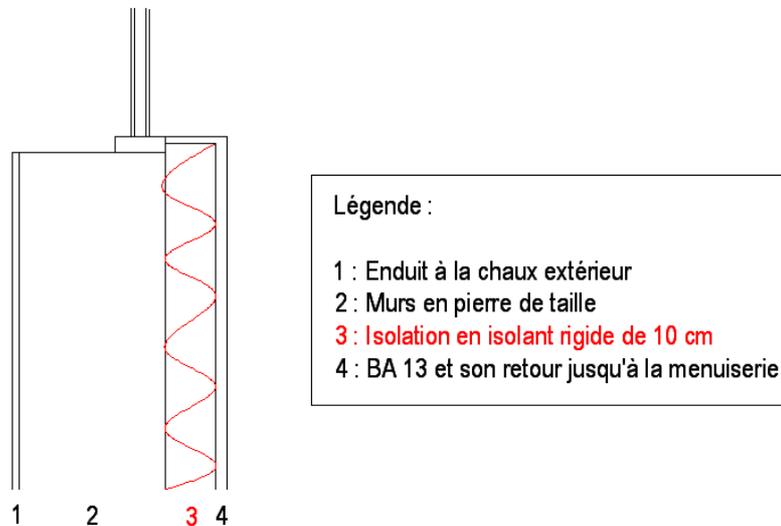
Actuellement les déperditions par les murs extérieurs représentent 17 % des déperditions totales.

Pour l'isolation intérieure, nous préconisons l'emploi d'isolant rigide (fibre de bois ou polystyrène) ($\lambda < \text{ou} = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$) avec du BA 13, l'avis technique existe pour l'obtention des assurances décennales. Les avis techniques sont des documents édités par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) qui informent sur un produit qui satisfait la réglementation, son emploi et sa durabilité dans le temps.

Pour le calcul du temps de retour sur investissement, notre choix s'est porté sur un système d'isolation rigide avec un parement en BA 13 correspondant à l'architecture intérieure (couche de plâtre) actuelle du site. L'utilisation d'un isolant rigide est justifié par le fait que les isolants en rouleaux s'affaissent dans le temps et ne permettent pas une économie énergétique linéaire dans le temps. La couche d'isolant doit avoir une épaisseur d'au moins 100 mm et une conductivité thermique d'au moins 0,04 W/m°C.

ATTENTION : Lors de l'isolation, il est très important de mettre le pare vapeur de l'isolant côté extérieur du bâtiment. Cela permet à l'humidité de traverser la paroi.

Voici la préconisation qui nous semble la plus adaptée :



Il est important que l'isolation par l'intérieur couvre le rebord de fenêtre afin d'éviter la création de ponts thermiques. De même pour la partie haute de la fenêtre, l'isolant doit revenir jusqu'aux menuiseries.

Estimation des économies réalisables :

- Déperditions par les murs avant isolation (30 % des déperditions): 132 697 kWh/an
- U murs avant travaux : 1,6 W/m².°C
- U mur après travaux : 0,3 W/m².°C
- } **Facteur d'économies : 79 %**
- Economie sur les déperditions par ce type de parois : 104 830 kWh/an
- Economies par la suppression des radiateurs électriques : 600 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh et prix de l'électricité : 0,072 € HT/kWh
- **Economies financières : 3 713 € HT/an**

Coût de l'investissement :

- Isolation intérieure (sont compris l'isolant, la préparation du mur, le BA 13, les vis, les acrotères et la main d'œuvre) d'épaisseur 100 mm : 85 000 € HT (pour une surface d'environ 2 410 m²)
- TRB = 85 000 / 3 713 = 22,9 ans

Malgré un temps de retour important, le sentiment de paroi froide va être nettement amoindri, le confort des occupants sera amélioré, surtout en période estivale.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
3 976 500 kWh CUMAC*

* : Action BAT-EN-02.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

❖ Isolation des toitures à pans :

Il serait donc judicieux d'isoler de façon plus efficace la toiture du bâtiment avec une épaisseur isolante d'au moins 300 mm d'épaisseur et une conductivité thermique d'au moins 0,038 W/m.°C.

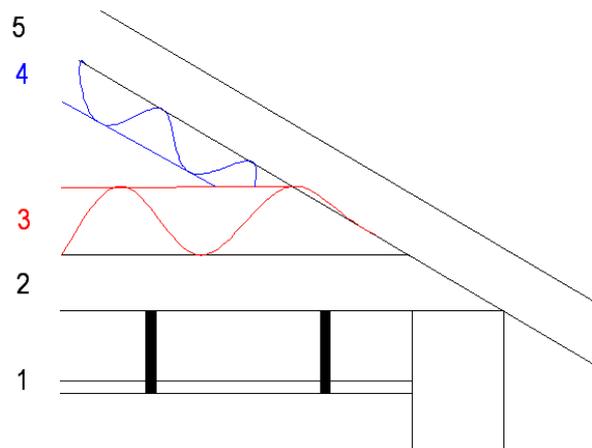
Pour le calcul du temps de retour, notre choix se porte sur de la ouate de cellulose pour plusieurs raisons :

- Tout d'abord la ouate de cellulose est un éco-matériau c'est-à-dire que l'énergie grise* est moins importante pour la conception de ce type de matériaux que pour la conception de matériaux plus conventionnels (laines minérales, polyuréthanes, polystyrènes,...)
- Les ouates de celluloses possèdent l'ACERMI . L'ACERMI est la reconnaissance par l'Association pour la CERTification des Matériaux Isolants, que le produit est de bonne qualité (qualité d'isolation, durée de vie, comportement dans le temps,...).

* : L'énergie grise d'un matériau est l'énergie nécessaire, pour sa conception, son transport, son utilisation (mise en place) et son retraitement.

Légende :

- 1 : Faux - plafond en plâtre
- 2 : Plancher bois
- 3 : Isolation en ouate de cellulose à ajouter (30 cm pour un lambda de 0,038 W/m°C)
- 4 : Isolation existante en laine de verre (10 cm pour un lambda de 0,038 W/m°C)
- 5 : Tuiles en terre crue



Pour les toitures à pans (combles non utilisables), il est préférable d'isoler le plancher haut plutôt que la toiture.

Il est important de passer un peu d'eau sur la ouate de cellulose afin de cristalliser les sels de bore, ce qui empêchera au vent de déplacer l'isolant (qui est volatile : comme du coton).

ATTENTION : Lors de l'isolation, il est très important de mettre le pare vapeur de l'isolant côté extérieur du bâtiment. Cela permet à l'humidité de traverser la paroi.

Estimation des économies potentiellement réalisables :

- Déperditions par la toiture avant isolation (3% des déperditions) : 13 270 kWh/an
 - U toitures avant travaux : 0,35 W/m².°C
 - U toitures après travaux : 0,1 W/m².°C
 - Economies sur les déperditions de chauffage : 9 555 kWh/an
 - Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
 - Economies liées au chauffage : 335 € HT/an
- } **Facteur d'économies : 72 %**

Coût de l'investissement :

- Isolation toiture : 24 000 € HT (pour une surface d'environ 1200 m²)
- TRB = 24 000 / 335 = 72 ans.

**Certificats d'économies d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
1 800 000 kWh CUMAC***

* : Action BAT-EN-06.

Cette solution paraît difficile à mettre en oeuvre au vu du temps de retour et de sa mise en place (dépose et repose des éléments extérieurs (climatisations, ...). Elle peut tout de même être envisagée dans le cadre d'une rénovation du bâtiment. De plus il ne faut pas négliger que la durée de vie du bâtiment va augmenter.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

❖ Les ouvrants

- Réduire les défauts d'étanchéité à l'air des ouvrants :

En effet, comme nous le signalons dans l'état des lieux, de gros problèmes de fuites d'air se sont créés au niveau des portes d'entrée et quelques fenêtres (du RdC notamment). Le renouvellement d'air étant un poste de déperditions important, il est primordial de colmater ces fuites d'air par des joints d'étanchéité aux niveaux des portes vitrées en contact avec l'extérieur.

Première étape de l'isolation : améliorer l'étanchéité des ouvrants par la pose de joints de calfeutrement : cela peut diminuer l'intensité des bruits extérieurs au mieux de 10 dB.

- les joints en mousse : pour calfeutrer tous types de support, isole et protège portes et fenêtres.

- les mastics : joint d'isolation et de calfeutrement des portes fenêtres et baies vitrées contre l'eau, l'air et le bruit sur tous supports

Les matériaux qui devront être utilisés doivent résister à une hygrométrie élevée sous peine de détérioration. C'est ce qui se passe actuellement avec les joints des ouvrants déjà mis en place.

Estimation des économies potentiellement réalisables :

- Déperditions totales) par le renouvellement d'air : 106 157 kWh/an (24 % des déperditions),
- Facteur d'économies énergétiques sur le renouvellement d'air : 2 %, soit 2 123 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
- Gain économique : 74 € HT/ans
- Investissement : 200 € HT
- Temps de retour brut : 0,4 ans

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la précé. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

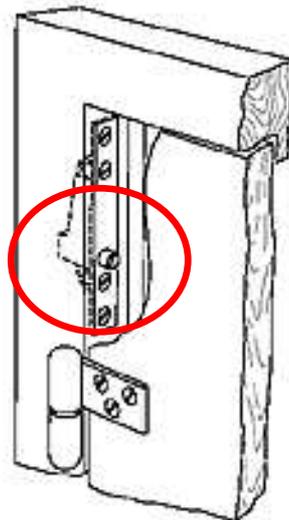
- Mise en place de contact à feuillure pour vérification des fermetures d'ouvrants :

Ayant remarqué lors des visites que certains ouvrants restaient ouverts, il nous paraît judicieux de mettre en place des contacts à feuillures sur les fenêtres. Ces contacts seraient reliés à la loge du gardien, qui serait informé qu'une ou des fenêtres sont ouvertes. Il pourrait ainsi aller fermer les ouvrants concernés.

Contact à feuillure encastré dans le dormant.

Ces contacts à feuillures sont discrets.

Ils sont reliés à la loge du gardien par le biais d'une armoire électrique qui donne les informations sur une interface graphique (ordinateur).



Utilisation possible

Analyse de la préconisation :

- Consommation électrique de climatisation du bâtiment : 59 280 kWh/an
- Consommation de chauffage lié aux ouvrants : $0,28 \times 442\ 322 = 123\ 850$ kWh/an,
- Facteur d'économie énergétique pour la climatisation et le chauffage : 5 %
- Economie énergétique de climatisation et de chauffage : $0,05 \times 59\ 280 + 0,05 \times 123\ 850 = 9\ 157$ kWh/an
- Tarif électrique : 0,072 € HT/kWh et tarif gaz : 0,035 € HT/kWh
- Economie financière de climatisation et de chauffage : 430 € HT/an
- Investissement estimé à : 3 500 € HT
- Temps de retour : 8,2 ans.

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

18.4 Eclairage

L'éclairage est un pôle très peu optimisé dans le bâtiment.

Il faut pour diminuer les consommations électriques liées à l'éclairage :

- remplacer les ampoules à incandescence par des basses consommations de 11 W,
- mettre une minuterie sur le TGBT coupant l'éclairage de tout le bâtiment lors des inoccupations (22 h – 5 h),
- Mise en place de détection dans les sanitaires,
- Utiliser les kits de rénovation rétrolux afin de remplacer les tubes T8 de 18 W par des tubes fluorescents T5 de 14 W, les tubes de 36 W par des 28 W et les tubes de 58 W par des tubes T5 de 35 W pour les mêmes luminosités.

Luminaire en place	Kit de rénovation adapté
1x18W + ballast ferromagnétique	1x14W + ballast électronique
1x36W + ballast ferromagnétique	1x28W + ballast électronique
1x58W + ballast ferromagnétique	1x35W + ballast électronique
4x18W + ballast ferromagnétique	4x14W + ballast électronique

Le passage à de l'éclairage fluorescent plus performant (ballasts et tubes) permet d'économiser jusqu'à 40% d'énergie.

Le changement de luminaire doit s'intégrer dans une politique globale de rénovation des espaces intérieurs sinon les économies ne suffisent pas à rentabiliser l'opération.

Le kit de rénovation RETROLUX permet de transformer un éclairage muni de tubes fluorescent T8 avec ballasts ferromagnétique en luminaire performant constitué d'un tube T5, d'un ballast électronique (qui améliore le cos phi) et d'un réflecteur en aluminium.

Les kits existent pour 1, 2 ou 4 tubes.

Voici leurs mises en place :



1 : on enlève le tube existant

2 et 3 : on met le kit rétrolux (T5 + ballast électronique)

Les avantages de l'utilisation de tubes T5 par rapport au T8 :

- augmentation de la durée de vie,
- allumage instantané,
- meilleur rendu des couleurs.

De plus, nous devons signaler : La Commission de l'environnement du Parlement européen s'est prononcée en février 2009 à une large majorité en faveur du retrait progressif des ampoules à incandescence. Ce qui est prévu sous réserve d'approbation définitive :

- retrait des ampoules de 100 watts au 1er septembre 2009 ;
- retrait des ampoules de 75 watts en septembre 2010 ;
- les 60 watts pour septembre 2011 et les dernières (25 et 40 watts) pour 2012.

COMBIEN DE WATTS? – ÇA C'EST LA QUESTION!



Ampoules à incandescence	Ampoules économie d'énergie
25 Watts	5 Watts
40 Watts	7 Watts
60 Watts	11 Watts
75 Watts	15 Watts
100 Watts	20 Watts

Nous préconisons l'emploi de 11 W, plutôt que des ampoules basse consommation de 7 W, afin de conserver le nombre de lumens (lm : capacité d'éclairage des sources lumineuses : lux/m²). En effet une ampoule incandescente de 40 W produit environ 600 lm contre 420 lm pour une basse consommation de 7 W. Le modèle 11 W permet d'atteindre 660 lm, donc ce choix correspond mieux aux besoins lumineux des pièces desservies (stockage et WC).

Il est vrai que la mise en place d'un allumage par détection de présence, va limiter fortement le temps de fonctionnement des sources lumineuses fluorescentes et donc diminuer leurs durées de vie. Ce type d'éclairage a une meilleure durée de vie sur des utilisations longues plutôt qu'intermittentes. La durée de vie de ses sources lumineuses est alors divisée par un facteur 4. Or leur temps de vie moyen, en condition normale, est d'environ 8 000 h/an, soit 2 000 h/an pour des usages intermittents (facteur 4).

Maintenant une source lumineuse incandescente a un temps de vie de 1000 h/an, donc même en utilisation intermittente, et de courtes durées, les éclairages fluorescents auront une durée de vie supérieure à l'incandescence.

Attention aux déchets : *Petit déchet dangereux. Traitement spécifique (Mercure, Krypton 85 radioactif dans certains starter).*

L'investissement concernant la minuterie est de : 60 € HT, qui induit une économies de l'ordre de 5 % des consommations de l'éclairage : 1 860 kWh/an.

Economie et investissement sur l'éclairage					
Type	Nombre	Economies/sources (W)	Tps de fct (h/an)	Economies (kWh/an)	Investissement (€ HT)
Sanitaires (remplacement des 40 W par des 11 W)	46	29	1 200	1 600	440
Détections sanitaires avec horloge intégrée (pour minuterie)	Estimé à 24	Estimé à 30 % des consommations totales de l'éclairage de ces parties		660 *	3 100
Kits de rénovation Rétrolux pour 18 W, 36 W et 58 W	46 24 1 564	58 – 35 = 23 36 – 24 = 12 18 – 14 = 4	365 365 1 200	8 209	65 500
Total				12 329	69 100

* : pour les sanitaires, nous ne prenons en compte que les ampoules incandescentes de 40 W

Faisabilité de la préconisation :

- Economies totales sur le pôle éclairage : 12 329 kWh/an
- Economies financières estimées à : 888 € HT/an (0,072 € HT/kWh)
- Investissement global : 69 100 € HT
- Temps de retour global : 77,8 ans.

Le temps de retour est prohibitif car l'investissement prend en compte tout les tubes fluorescents, sachant qu'une bonne partie est supprimée volontairement (environ 50 %) ou sont déjà défectueux. De plus les économies sont peu importantes du fait que les consommations de ce pôle sont faibles. Il est judicieux de raisonner en terme de remplacement de matériel sur le temps en fonction des besoins et des éclairage qui vont défaillir dans le temps. Le surcoût sera alors de l'ordre de 25 000 € HT pour les mêmes économies financières, soit une TRB de 26 ans.

Certificats d'économies d'énergies :

- pour détection + horloge : Durée de vie de la préconisation 10 ans
18 000 kWh CUMAC*
- pour le remplacement des tubes T8 en T5 : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
122 960 kWh CUMAC*
- pour le remplacement des ampoules à incandescence par lampes fluorescentes sans automatisme : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
32 200 kWh CUMAC*

* : Action ;, BAT-EQ-02, BAT-EQ-03 et BAT-EQ-09.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020



18.5 Informatique

Plusieurs solutions existent :

- mise en place du logiciel libre Energy Star (www.energystar.gov), qui est un gestionnaire de veilles.

Pour savoir de quel gestionnaire d'énergie est muni un ordinateur, il faut se rendre dans le menu gestion des paramètres d'alimentation. Pour ce faire, depuis le bureau, on clique sur :

- Démarrer
- Paramètres
- Panneau de configuration
- Option d'alimentation

Si les délais paramétrables proposés sont écran, arrêt des disques durs, veille et veille prolongée, le gestionnaire est ACPI (dernière génération de gestionnaire d'énergie disponible : type Energy Star). Si l'option veille prolongée n'est pas proposée, il s'agit d'une version antérieure.

Si on veut réduire efficacement les consommations d'énergie tout en maintenant des temps de remise en marche raisonnables, les délais conseillés sont les suivants:

- Ecran : 10 minutes
- Veille (unité centrale) : 20 minutes
- Veille prolongée (unité centrale) : 60 minutes

Si le temps de sortie de l'état d'hibernation est suffisamment court, on pourra réduire le temps de passage dans cet état à 20 minutes. Il est conseillé de continuer à éteindre chaque jour son ordinateur, non pour des raisons de réduction de consommation (les puissances appelées en hibernation et à l'arrêt sont en général identiques) mais pour lui permettre de redémarrer quotidiennement et donc d'éviter des blocages intempestifs du système.

Des délais plus courts peuvent même être paramétrés (par exemple 5 minutes pour l'écran et 10 minutes pour l'unité centrale). L'économie afférente n'est pas négligeable. Cependant, si on veut que cette mesure soit acceptée, il faudra en parallèle sensibiliser les usagers à la nécessité de réduire leur consommation énergétique. Sans aucune explication, cette mesure pourra être rejetée car vécue comme inconfortable.

Pour les ordinateurs qui sont munis d'un gestionnaire de veille de génération antérieure à ACPI, on paramètrera le passage en veille uniquement de l'écran (délai : 10 minutes). En effet, la gestion d'énergie de l'unité centrale n'est pas suffisamment fiable pour généraliser son utilisation.

Il faut toujours garder en mémoire que le réglage des paramètres de gestion de l'énergie dépend essentiellement de la façon dont l'ordinateur est utilisé.

- mise en place d'une horloge sur le TGBT avec actions sur toutes les imprimantes et photocopieurs. La plupart des appareils de bureautique continue de fonctionner inutilement au cours de la nuit (21 heures à 6 heures). On pourrait commander leur fonctionnement grâce à cette horloge, qui couperait l'alimentation des appareils de 21 h à 6 h du matin.
- continuer à changer les écrans cathodiques par des écrans plats (comme prévu dans le plan environnemental de la CRAMA). De plus la CRAMA a prévu de remplacer au fur et à mesure ses consommables classiques par des consommables éco-labélisés (ex : les cartouches d'encre, ...).

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées à l'utilisation d'Energy star : 120 kWh/poste/an soit 20 260 kWh/an sur les consommations électriques
- Economies liées au remplacement des écrans cathodiques : 68 kWh/écran/an soit 1 224 kWh/an sur les consommations électriques,
- Economies liées à la mise en place de coupures sur les armoires électriques pour les photocopieurs : 263 kWh/photoc./an soit 21 566 kWh/an sur les consommations électriques,
- Investissements :

Coût des préconisations informatiques			
Désignation	Coût (€ HT/unités)	Nombre	Coûts total (€ HT)
Energy Star	0	173	0
Horloge	60	70	4 200
Ecrans	190	18	3 420
		Total	7 620

- Economie énergétique totale : 43 050 kWh/an
- Economies financières (0,072 € HT/kWh) : 3 100 € HT/an
- Temps de retour global : 2,5 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

18.6 Formation du personnel

FORMATION DU PERSONNEL	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur entretien des infrastructures • Aspects sécurité mieux pris en compte 	
Description	
<p>Dans nombre d'établissements, des problèmes d'habilitation électrique sont présents. En effet du personnel non électricien est souvent confronté à des problèmes liés à l'électricité et dépanne des installations sans être pour autant habilité.</p> <p>Nous mettons l'accent sur ces habilitations électriques, indispensables pour des interventions en toute sécurité.</p> <p>De plus le personnel peut effectuer des tâches ne correspondant pas à sa qualification (ex : un peintre peut faire de la plomberie).</p> <p>Il serait souhaitable de former ce personnel qui est multi-tâches afin d'obtenir du travail exécuté dans les règles de l'art.</p> <p>En outre, une sensibilisation aux économies d'énergies du personnel technique est recommandée pour apporter des connaissances supplémentaires par exemple sur l'étanchéité à l'air, l'éclairage, l'utilisation de peinture adaptée (pour diminuer la consommation d'électricité par l'entremise de l'éclairage), etc. ...</p>	
Résultats d'analyse	
<p>On évite par ces formations et habilitations des problèmes de sécurité ou de malfaçons éventuelles.</p>	

19 Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque

Pour de la revente d'électricité produite à partir du solaire photovoltaïque, il est recommandé d'intégrer au bâti les capteurs solaires pour bénéficier du tarif de rachat optimal : 0,42 € HT/kWh produit, et ainsi obtenir un temps de retour le plus rapide possible.



Notre choix d'installation des capteurs se porte sur la partie de toiture exposée au Sud et ne comporte pas de masques lointains (hormis la DDAF, qui est trop petite en hauteur et donc ne forme pas de masque gênant).

Nous disposons donc d'une surface disponible de l'ordre de 420 m².

Le fait que les capteurs soient posés avec une inclinaison de 30° (horizontale), nous obtenons donc un coefficient de structure 0,67.



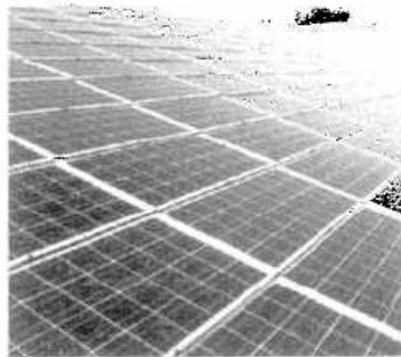
Voici la DDAF qui ne permet pas la création d'un masque solaire.

L'installation des capteurs photovoltaïques permet l'implantation de 420 m² de toiture (120 W/m² : ratio de puissance en fonction de la surface de toiture disponible ADEME) soit 50,4 kW.

Pouvant bénéficier sur Agen d'une production de 1 150 kWh/kW installée pour du panneaux en silicium monocristallin (: rendement de 12,5 %) et d'un coefficient de structure de 0,67, nous obtenons une production de l'ordre : 38 833 kWh/an.



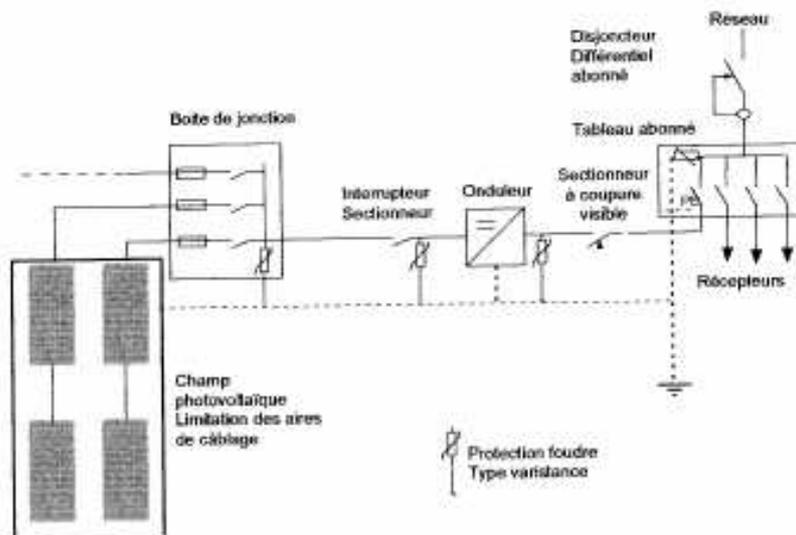
Pose en toiture inclinée
(tuiles, ardoises,...)



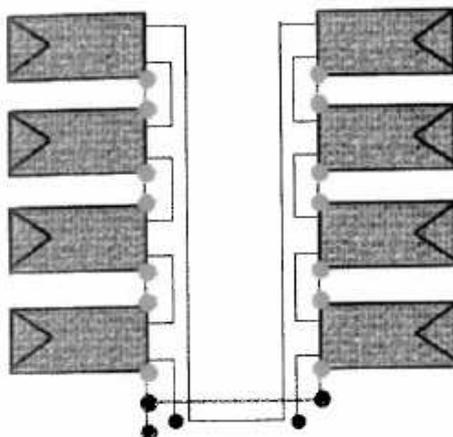
Voici l'exemple d'une installation solaire photovoltaïque installée sur la partie de toiture sélectionnée. L'intérêt de ce type de capteurs est qu'ils sont légers et donc ne nécessitent aucune étude de structure.

Cette pose peut bénéficier de la prime intégration toiture définie par : l'arrêté du 10 Juillet 2006.

Voici le synopsis de l'installation photovoltaïque et de sa protection anti-foudre :



Voici le type de raccordement des panneaux entre eux :



13 – Bon câblage : limitation des aires de boucles induites

Faisabilité de la préconisation :

Production solaire photovoltaïque possible estimée à (selon source : ADEME) : 38 833 kWh/an,

- Revente financière possible estimées à : 16 310 € HT/an (tarif de rachat au moment du diagnostic : 0,42 € HT/kWh)
- Economies environnementales : (0,097 kg CO₂/kWh/an pour l'électricité produite par du PV) : 3 767 kg CO₂/an.
- Investissement global pour 420 m² de capteurs amorphes : 300 000 € HT
- Temps de retour global : 18,4 ans (hors subvention). Il faut savoir que l'installation est garantie 25 ans à 80 % de son rendement.

ATTENTION : A noter que le tarif de rachat diminuera de 10 % tous les 1^{er} janvier.

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Production d'électricité d'origine renouvelable - Bilan environnemental intéressant - Vente de l'électricité - Assurance de conservation du rendement de production (chute du rendement inférieure ou égale à 20 %) pendant 25 ans 	<ul style="list-style-type: none"> - Montage de dossier de rachat d'électricité, par le fournisseur : délai long - maintenance des capteurs (nettoyage) - investissement

Bâtiment C – Cité Lacuée Agen

20 Description des éléments du bâti

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des parois. Ils seront présentés sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux coefficients thermiques. Lors de la visite, l'appréciation visuelle de l'état général est également notée sur une échelle de couleur (voir pied de page).

20.1 La structure du bâtiment C

Le bâtiment a été récupéré par la cité administrative en 1947, quelques rénovations internes ont été effectuées sur le site (déplacement de cloisons, Traitement contre les insectes xylophages, ...).

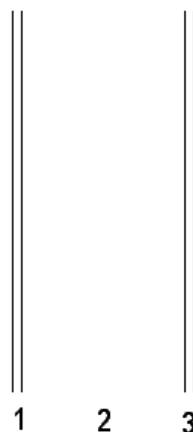
L'état général du bâtiment est plutôt bon mais présente des pathologies à quelques endroits de l'enveloppe dues aux intempéries et à la corrosion de certains matériaux.



(façade extérieure du bâtiment)

Composition des murs extérieurs bâtiment : 1979

Sur la photo de la façade, on remarque que les murs sont constitués d'une composition simple :



Légende :

- 1 : Enduit à la chaux extérieur
- 2 : Murs en pierre de taille
- 3 : Enduit plâtre intérieur



(façade extérieure du bâtiment)

L'épaisseur de pierre est de 54 cm.

Ouvrants :



L'ensemble des bâtiments dispose de menuiseries PVC et du double vitrage 4 x 12 x 4. On observe que les vitrages sont des vitres claires sans protection solaire de type couche basse émissivité ou casquette solaire.

Il est important de signaler que la surface vitrée donnant sur l'orientation Sud est relativement importante, surtout quant on sait que les bureaux au Sud sont quasiment tous climatisés à cause des surchauffes estivales.

Nous dénombrons du simple vitrage aluminium sur les portes vitrées des sorties de secours.

Du simple vitrage bois est à dénombrer pour la composition des portes d'entrée du public en façade Sud.



Sur le bâtiment, les vitrages sont posés en nu intérieur ce qui accentue la création des ponts thermiques liés aux menuiseries.

Nous notons aussi l'emploi de stores en résille de couleur blanc cassé posés en extérieur des locaux le long des façades vitrées. La couleur claire est un choix judicieux par rapport à la couleur sombre car le rayonnement solaire est plus réfléchi et donc les apports solaires sont moindres.

C'est la seule protection solaire adoptée par les bâtiments, qui a été mise en place en 2009.

Planchers bas :

Le plancher bas sur terre plein est constitué d'une dalle et chape en béton, sans isolation (au vu de l'année de construction).

Les revêtements de sol sont plastique.



(Plancher bas non isolée)

Légende :

1 : Revêtement de sol plastifié

2 : Plancher béton



(Exemple de problèmes d'humidité)

Lors des visites, nous avons remarqué de gros problème d'humidité sur le bâtiment. En effet du salpêtre est visible sur les parties basses des murs. Celui-ci est dû à des remontées d'eau, provenant du sol, par capillarité.



(Partie de la toiture non isolée)

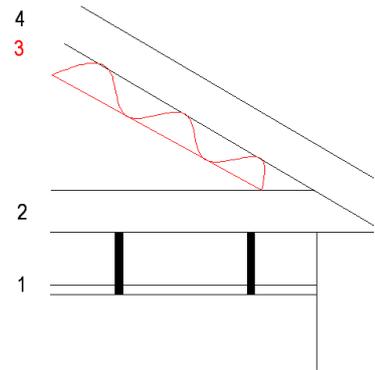
Toitures :

Le bâtiment dispose d'une toiture à pans en terre cuite isolée en partie par de la laine minérale entre chevrons (conductivité thermique : 0,04 W/m°C) :

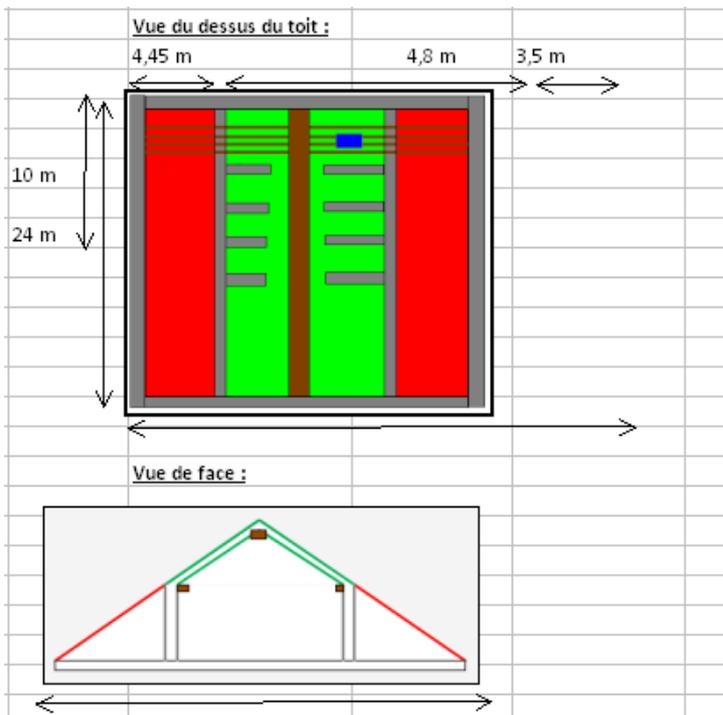


(Partie de la toiture centrale isolée)

- Légende :
- 1 : Faux - plafond en plâtre
 - 2 : Plancher bois
 - 4 : Isolation existante en laine de verre (10 cm pour un lambda de 0,038 W/m°C)
 - 4 : Tuiles en terre crue



La toiture du bâtiment contient 1 VMC.



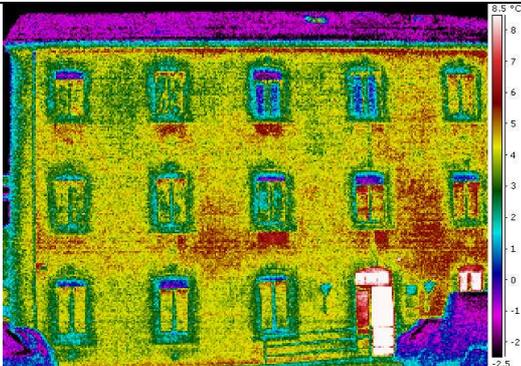
La partie de la toiture qui est isolée correspond aux parties vertes du schéma et les rouges correspondent aux non isolées.

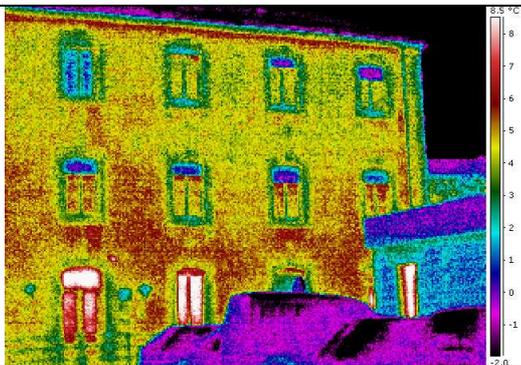
La partie verte représente les archives.

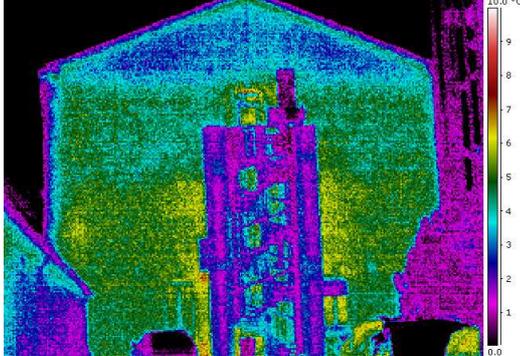
20.2 Prises de vue infra-rouge

Données sur le matériel utilisé	
Marque et type de la caméra	FLIR Sytems / ThermaCAM P60
Objectif	36 mm
Résolution spectrale	LW (8 à 12 μm)
Résolution spatiale	320x240
Gamme de température	-40°C à + 1500°C.
Exactitude	$\pm 2^\circ\text{C}$ ou $\pm 2\%$ de la lecture
Certificat d'étalonnage	N°V0903-21802594 du 26/03/2009 (réalisé par FLIR Systems France)

Données météorologiques	
Date d'intervention	22/01/2010 entre 7H00 et 8H00
Conditions	Temps clair, sans couverture nuageuse.
Température extérieure début d'intervention	3,6°C
Température extérieure fin d'intervention	3,1°C
Hygrométrie	78%
Température intérieure	21°C
Commentaire	<p>L'intervention thermographique s'est déroulée dans de bonnes conditions météorologiques. Il n'y a pas eu de pluie précédent les 12 dernières heures et le temps était clair, sans couverture nuageuse.</p> <p>Le choix des angles des prises de vue non pas été aisé compte tenu de la disposition architecturale du site et de la présence de nombreux végétaux (arbres).</p>

N°1	Photographie	Thermographe
		
<p>Commentaires : Prise de vue de la façade Ouest du bâtiment, côté gauche. Les irrégularités thermiques repérées les plus caractéristiques se situent au niveau des allèges de fenêtres et s'expliquent par la présence de radiateur. D'autre part, le plancher haut du bâti, présente également une source de déperdition relativement importante.</p>		

N°2	Photographie	Thermographe
		
<p>Commentaires : Prise de vue de la façade Ouest du bâtiment, côté droit. Comme précédemment, les irrégularités thermiques repérées les plus caractéristiques se situent au niveau des allèges de fenêtres et du plancher haut du bâti.</p>		

N°3	Photographie	Thermographie
		
<p>Commentaires : Vue du pignon nord. La principale remarque que nous pouvons faire tient au fait que la partie haute du pignon (combles aménagés) présente une variation de température importante par rapport au reste du mur. Ceci s'explique par l'absence d'isolation de cette partie.</p>		

20.3 Déperditions du bâtiment

Tableau 21 Caractéristiques des parois

Type	Nature	Surface* (m ²)	U (W/m ² °C)	Eff. Energ.	Commentaire
Ossature	Poutres et poteaux béton	-	-	-	-
Murs extérieurs béton	BA 13 ($\lambda = 0,25$ W/m°C) + Pierre de taille (54 cm : $\lambda = 1,7$ W/m°C) + enduit extérieur (1,5 cm : $\lambda = 0,56$ W/m°C)	792	1,8		Manque d'isolation
Plancher Bas non isolé (terre plein)	Dalle et chape béton (20 cm : $\lambda = 2$ W/m°C) + revêtement de sol (1 cm)	390	3,2		Manque d'isolation
Toiture à pans (partie isolée)	Plancher bois (3 cm : $\lambda = 0,23$ W/m°C) + laine de verre (10 cm : $\lambda = 0,04$ W/m°C) + tuile en terre crue (R = 0,06 m ² C/W)	235	0,35		Isolation correcte, mais attention certaines parties manquent d'isolant (problème de mise en œuvre)
Toiture à pans (partie non isolée)	Plancher bois (3 cm : $\lambda = 0,23$ W/m°C) + tuile en terre crue (R = 0,06 m ² C/W)	235	3		Manque d'isolation
Fenêtres	4 x 12 x 4 avec menuiseries PVC	125	3		Correct
Portes d'entrée vitrée	Simple vitrage bois	3,5	4,5		Manque d'isolation et de performance
	Simple vitrage aluminium sans rupteurs de ponts thermiques (portes vitrée vers extérieur)	12	5		
					

* : A partir des plans fournis par le MOA et ayant réalisé un métré des bâtiments

Hypothèse de température :

- Température extérieure de base : - 5°C
- Température de consigne : 21°C
- Température du sol : 10°C
- Température des locaux non chauffés : 16°C

Nous obtenons une déperdition surfacique totale de 100,9 kW environ.

Tableau 22 Caractéristiques des ponts thermiques

Type	Nature	Longueur* (m)	ψ (W/m ² C)	Eff. Energ.	Commentaire
Périmètres planchers bas	Plancher bas sur LNC ou terre plein	82	0,2		Aucune isolation des panelles
Périmètres Toitures	Toiture terrasse sur murs façades	82	0,3		Aucune isolation des panelles
Angles sortants**	Murs béton ou parois vitrées	44	0,24		Pas d'isolation
Ouvrants	Embrasure des ouvrants / façades	+/- 344	0,12		Isolation correcte + pose en nu intérieur des parois vitrées renforçant les ponts thermiques
Divers	Cloisons intérieures / façade	Estimé à 5 % du total des ponts thermiques			Pas d'isolation



* : A partir des plans fournis par le MOA et ayant réalisé un métré des bâtiments :

- Hauteur du bâtiment : environ 11 m,
- Périmètre du bâtiment plancher bas : 82 m
- Périmètre du bâtiment plancher haut : 82 m

** : les angles sortants/entrants correspondent aux angles du bâtiment.

Les ponts thermiques représentent environ 2,5 kW.

En ce qui concerne les déperditions par renouvellement d'air, nous savons que le renouvellement d'air est quasiment naturel (hormis le caisson d'extraction) par les défauts d'étanchéité du site : que nous estimons à 1 volume/h, soit environ 4 400 m³/h.

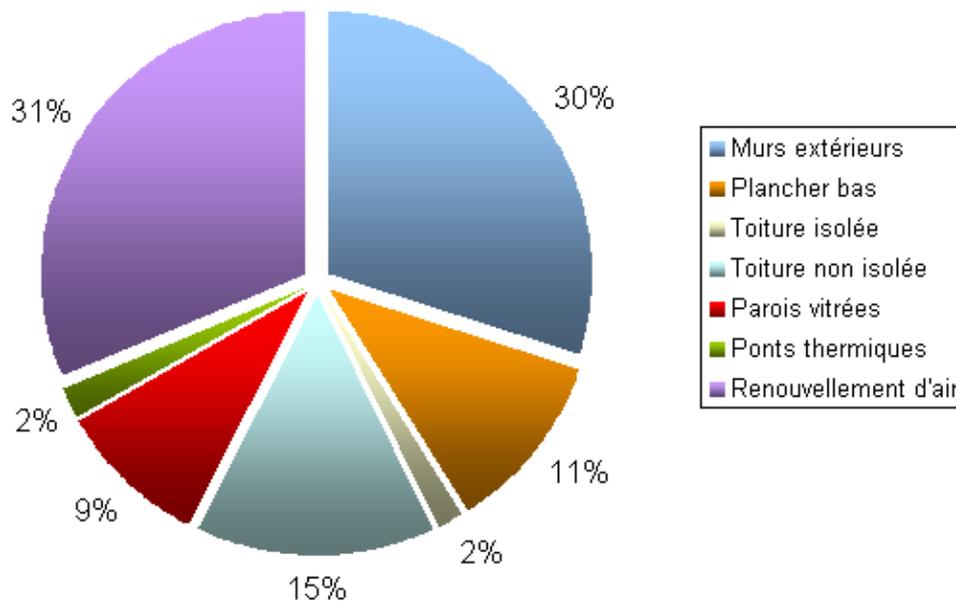
Nous obtenons donc un renouvellement d'air d'environ 4 400 m³/h, soit une déperdition estimée à 38,9kW.

Voici la répartition des déperditions :

Désignation	Déperditions (kW)	Ratio (%)
Parois	103,4	72,7 %
Renouvellement d'air	38,9	27,3 %
Total chauffage	142,3	100 %

Il faut aussi souligner que le calcul des déperditions correspond au calcul le plus défavorable pour le bâtiment. La Cité Administrative de Lacuée dispose d'une même chaufferie pour couvrir les besoins des 5 bâtiments. Nous tirerons donc des conclusions quant à la déperdition des bâtiments et la puissance des chaudières dans une partie commune pour la cité administrative.

Répartition globale des déperditions du site



Les déperditions les plus importantes sont liées aux murs extérieurs : 30 % des consommations du fait d'une surface importante et d'un manque d'isolation.

Et le renouvellement d'air il représente 31 % des pertes de chaleur totales du site. Cela est dû aux problèmes d'infiltration d'air importants et autres défauts d'étanchéité (fissures, trous, etc. ...).

La toiture non isolée représente 15 % des déperditions, cela est dû au manque d'isolation de celle-ci.

Le plancher bas ne représente que peu de déperditions par rapport à son manque d'isolation et du fait qu'il donne sur le sol et les températures y sont constante à 10°C.

Les vitrages correspondent à 9% des consommations de chauffage. la surface globale de vitrage étant peu importante, les déperditions associées le sont également.

La toiture isolée ne représente que très peu de déperditions car c'est la seule paroi qui est isolée pour le moment.

Les ponts thermiques sont peu nombreux du fait que le bâtiment n'est pas isolé.

21 Les installations climatiques

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des installations de chauffage et de climatisation. Elles seront présentées sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux caractéristiques techniques des équipements de production, distribution, régulation et émission. L'appréciation visuelle de l'état lors de la visite est notée également sur une échelle de couleur en pied de page.

21.1 Le traitement d'air

21.1.1 Généralités

Le traitement d'air est assuré par :

- 1 tourelle d'extraction (hygro A),
- des Pompes à chaleur (PAC).

21.1.2 Description des installations de renouvellement d'air

❖ Tourelle d'extraction :



Extracteur installé en toiture du bâtiment C.

Il est relié aux sanitaires du bâtiments qui comptent 6 bouches d'extraction dont l'état est correct.

N'ayant pas eu accès aux plaques signalétiques, nous estimons la puissance de chaque tourelle à 200 W pour un temps de fonctionnement de 8760 h/an.

La consommation totale du ventilation est estimée à : 1 752 kWh/an.

21.1.3 Production de froid et usages

Les productions de froid sont liées à de nombreuses pompes à chaleur.

❖ Productions individuelles de froid :

	<p>Les productions de froid individuelles sont assurées par des PAC air/air.</p> <p>Les groupes frigorifiques évacuent leur chaleur par le biais de condenseurs à air.</p> <p>Les PAC sont régulées par le biais d'une sonde intérieure sur laquelle on fait varier la consigne avec une commande sur l'unité intérieure.</p> <p>De nombreuses PAC sont vétustes et/ou les calorifuges extérieurs sont très abîmés (surtout pour les PAC anciennes).</p>
	

Tableau 23 : Caractéristiques des PAC

Marque	Type	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) **	Conso. (kWh/an)	Fluide frigorigène
LG	AS-CO760LA0	1	0,66	1 200	792	R410A
?*	?*	5	0,66*	1 200	3 960	R22
Electra	CUE 13000	1	3,81	1 200	4 572	R22
CONSOMMATION TOTALE PAC (kWh/an)					9 324	

 PAC fonctionnant au R22

* : Les plaques de ces PAC étaient illisibles ou inexistantes lors des visites.

** Temps de fonctionnement estimés en fonction des usages (28/05/09):

- Pour les bureaux : 5 mois/an : 1/3 (temps de fonctionnement du compresseur) du temps, soit 1 200 h/an,



Le calorifuge au niveau des canalisations de froid, qu'elles soient au niveau de la production ou bien de la distribution, sont correctes.

❖ Divers :



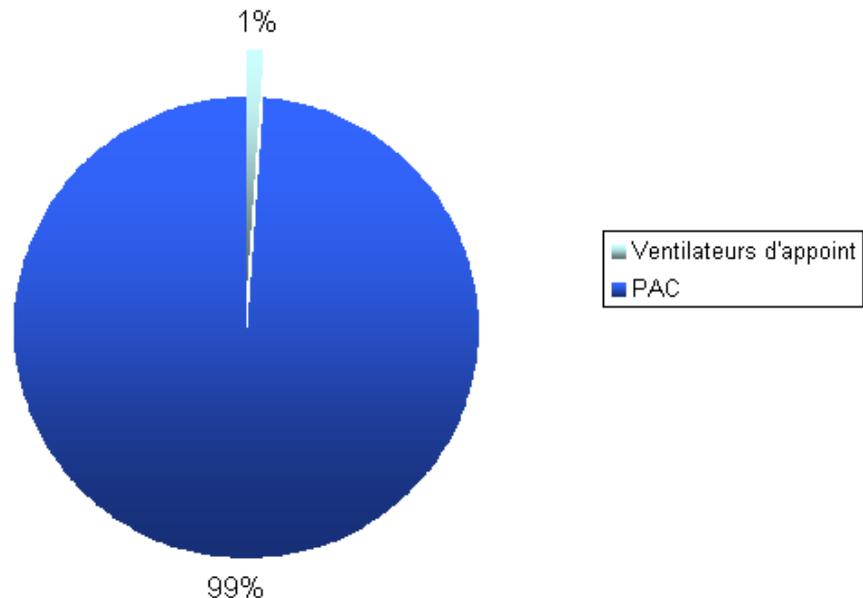
Nous avons aussi recensé des ventilateurs individuels d'une puissance de 30 W (nombre : 5)

Nous obtenons donc une puissance de 0,15 kW, durant environ $\frac{1}{4}$ de l'année (période estivale), soit 730 h/an : 110 kWh/an.

❖ Bilan des productions de froid ou de rafraîchissement :

Nous obtenons une consommation électrique de froid totale de : 9 434 kWh/an, soit 6,9 kWh/m²/an. Voici la répartition des consommations liées aux productions de froid :

Répartition des consommations liées aux productions de froid



La plupart des consommations de rafraîchissement sont du à l'utilisation des PAC, qui fonctionnent quasiment toutes au fluide frigorigène R22. Il est important de noter que les installations de froid utilisant du R22, fluide frigorigène hautement polluant, seront interdites à l'utilisation d'ici 2012 ; d'autre part dès 2010, il sera difficile d'utiliser du R22 recyclé.

Donc d'ici 2012, les climatisations fonctionnant au R22 devront être remplacées par des installations dont le fluide frigorigène est moins polluant.

Il n'est pas envisageable de conserver les installations au R22 existantes et de remplacer le fluide par un autre, car avec le nouveau fluide, nous obtiendrions une perte d'efficacité de l'ordre de 30 % sur chaque machine traitée. En effet les compresseurs sont optimisés pour l'emploi du R22 et non pour les autres fluides. Avec cette perte d'efficacité, la puissance froid des différentes productions au R22 passerait de 3,8 à 2,7 kW, ce qui est nettement insuffisant face aux besoins actuels.

De plus, il est important de souligner le fait que le matériel est vétuste de part son année d'installation.

Pour l'appoint, les ventilateurs ne représentent que peu de consommations électriques du fait des puissances faibles et des temps d'utilisation courts.

21.1.4 *Les productions Thermiques électriques*

Il existe deux types de productions thermiques électriques sur le site :

- Des radiateurs d'appoint,
- Des ballons ECS.

❖ Radiateurs d'appoint électriques :



Il existe quelques radiateurs électriques d'appoint dans les bureaux.

Tableau 24 : Caractéristiques des radiateurs d'appoint

Marque	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)
?	10	1	240	2 400
Consommation Totale (kWh/an)				2 400

* : Temps de fonctionnement : 2h/jour durant les 6 mois de la saison de chauffe, soit 240 h/an.

❖ Production ECS :

Tout d'abord, la production ECS est électrique par l'emploi de plusieurs ballons d'eau chaude sanitaire.

Il existe dans les bâtiments quelques productions électriques individuelles, qui servent sur des points de puisage spécifiques dont l'utilisation d'eau chaude est requise (infirmerie par exemple).

* : exemple de Temps de fonctionnement pour le ballon Chaffoteaux et Maury :

- Energie nécessaire pour passer 200 litres de 10°C à 60°C :
 $4,18 \times 200 \times 50 = 41\ 800 \text{ kJ}$
- Energie instantanée produite par le préparateur :
 $2,4 \times 8\ 760 = 20\ 024 \text{ kJ}$

Temps de fonctionnement : $41\ 800 / 8\ 640 = 2 \text{ heures/jour}$, soit 726 h/an.

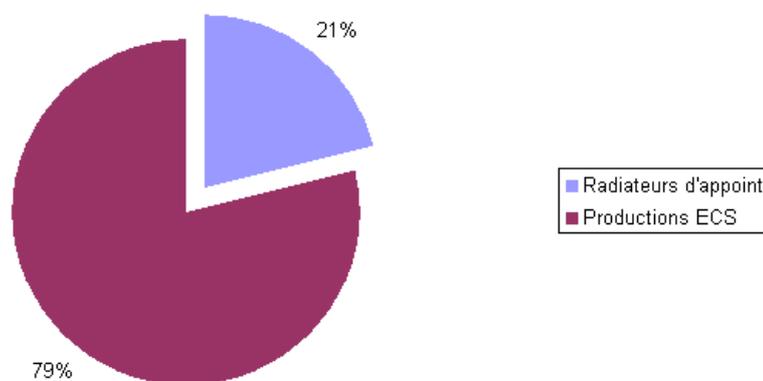
Tableau 25 : Caractéristiques des productions électriques individuelles d'ECS

Marque	Nombre	P élec./u (kW)	Capacité (litres)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)
ARISTON	1	2	30	289	578
ATLANTIC	1	2,2	200	726	1 597
Chaffoteaux et Maury	1	2,4	200	726	1 742
Consommation Totale (kWh/an)					3 917

❖ Bilan des productions électriques :

Nous obtenons une consommation électrique totale de : 11 420 kWh/an, soit 8,4 kWh/m²/an. Voici la répartition des consommations liées aux productions électriques :

Répartition des consommations thermiques électriques



22 Equipements liés à l'électricité spécifique

22.1 L'éclairage

La puissance installée dans le bâtiment principal est de 11,6 kW soit un ratio de 8,5 W/m².

Nous avons enregistré 17 % des points lumineux allumés pour des locaux non occupés. Et 25 % le taux d'éclairages ne sont pas allumés durant les périodes d'occupation des locaux. Nous obtenons donc un ratio de 41 % de sources d'éclairage à ne pas prendre en compte dans les consommations associées au pôle. A cela nous devons ajouter un taux de luminaires défectueux de 5,5 %.

Les circulations, les archives et les bureaux sont principalement équipés de tubes fluorescents de 18 W montés en châssis de 4 (76 % des sources lumineuses).

La gestion de l'éclairage se fait manuellement ; en effet des tubes sont tout simplement retirés des châssis (ex : 2 tubes fluorescents au lieu de quatre) afin de diminuer les puissances appelées et donc les consommations. Un interrupteur central permet au gardien d'éteindre l'éclairage le soir venu.

La maintenance des sources d'éclairage est très satisfaisante au vu du remplacement rapide des sources lumineuses défectueuses.

Il n'y a pas de détections dans le bâtiment, tous les interrupteurs sont manuels et les couloirs restent allumés en continu.

Il est important de signaler que le bâtiment est moyennement vitré, donc peu lumineux..

Lors des visites, des mesures d'éclairage ont été effectuées :

- pour un bureau avec éclairage : 320 lux (pour un temps extérieur sombre)
- pour un bureau sans éclairage : 145 lux (pour un temps extérieur sombre)
- pour un WC avec éclairage : 70 lux
- pour un couloir avec éclairage (pour un éclairage sur deux supprimer) : en moyenne 50 lux.



Les bâtiments sont principalement équipés de tubes fluorescents de 18 W (pour les T8) montés par 4 avec des déflecteurs en aluminium, en grande majorité, ou des ampoules basses consommations de 9 à 18 W comme lampes de bureaux pour certaines zones de travail.



Les couloirs sont principalement équipés d'éclairage fluorescent de 18 W montée par 4.

On remarque aussi que des écriteaux de sensibilisation sont présents dans les circulations

L'éclairage extérieur ne fonctionne plus et ne comportait que quatre lampadaires.

Tous les éclairages fonctionnent durant les heures ouvrées ; le gardien en fin de journée éteint toutes les lumières durant son tour de garde. Aucune autre gestion de l'éclairage n'existe sur le site.

Tableau 26 : éclairage présent sur le site

Désignation	Nombre	Puissance (W)	Tps de fct (h/an)*	Total (kWh/an)
ECLAIRAGE INTERIEUR				
Tubes fluocompacts T8	32	58	365	677
Tubes fluocompacts T8	32	36	365	421
Tubes fluocompacts T8	328	18	1 200	7 085
Ampoules incandescentes	6	60	1 200	504
Ampoules incandescentes	7	75	1 200	630
Ampoules BC	4	18	1 200	86
Ampoules BC de bureau	17	9	365	56
Halogènes de bureau	5	300	365	548
ECLAIRAGE EXTERIEUR				
Ampoules BC				0
Total (kWh/an)				10 007
Taux éclairage défectueux				5,5 %
Total (kWh/an)				9 457

* : Temps de fonctionnement moyen estimé sur une base de 8 h/jour pendant 260 jours ouvrés (il est lié au manque de système de gestion en place) : soit 2 080 h/an.

- pour la partie bureaux/circulations :
 - o les bureaux représentent environ 91 % des points lumineux : $2\,080\text{ h/an} \times 0,91$
 - o les circulations sont allumées constamment représentent environ 9 % des points lumineux : $2\,080\text{ h/an} \times 0,09$
- pour les lampes de bureau : temps estimé à 1 h/jour, soit 365 h/an
- pour l'éclairage extérieur : 8 h/jour, soit 2 920 h/an.

Moyenne estimée à : 2 080 h/an, or nous avons déterminé la part d'éclairage ne fonctionnant pas ou plus, soit 41 %, donc le temps moyen de fonctionnement est de 1 200 h/an.

Il serait judicieux de remplacer les sources d'éclairage incandescentes et halogènes restantes en vue d'optimiser ce pôle de consommations. Il est aussi conseillé d'installer des détecteurs dans les sanitaires et dans les circulations, car le ratio de puissance est très important.

22.2 Informatique

Tous les bureaux sont équipés d'ordinateurs.

D'après le récapitulatif du matériel informatique relevé par nos soins durant la visite, nous obtenons diverses typologies de matériels :

- ordinateurs portables,
- unités centrales avec écrans cathodiques (17"),
- unités centrales avec écrans LCD (15" et 17"),
- Divers : serveurs informatiques, switchs.

Nous estimons, comme avec la méthode d'échantillonnage des éclairages, à environ 35 % les ordinateurs non utilisés sur la globalité du site. Cela est dû à l'occupation des locaux lors des visites.

Aucun système de veille ou d'extinction n'est programmé, seul le personnel pense à éteindre son poste de travail. On ne peut vérifier l'efficacité de cette mesure.

Les serveurs informatiques et les switchs de réseau quant à eux fonctionnent en continu.

	<p>Les serveurs ont une intensité globale de : 2,5 A</p> <p>Nous obtenons pour un cos phi de 0,92, une puissance de 1,5 kW, pendant 8760 h/an, soit une consommation de : 13 140 kWh/an.</p>
---	--



(Ordinateurs dans un bureau)



(Photocopieur)

Tableau 27 : informatique présent dans le bâtiment

Désignation	Nombre	Conso en fct moyen (kWh/ordi/an)*	Total (kWh/an)
Unités centrales + écrans LCD 17"	27	320	8 640
Unités centrales + écrans cathodiques 15"	1	370	370
Unités centrales + écrans cathodiques 19"	1	450	450
Ordinateurs portables	2	53	106
Imprimantes et fax	19	147	2 793
Photocopieurs	2	681	1 362
		Total (kWh/an)	13 721
		35 % de non utilisation	
		Conso. réelle (kWh/an)	8 918

* : Ces ratios de consommation informatique sont issus d'une campagne de mesure effectuée par le cabinet Enertech. Elle est disponible sur leur site internet.

La consommation totale liée à l'informatique est de : 22 058 kWh/an.

22.3 Les équipements annexes

22.3.1 Ascenseurs

	<p style="text-align: center;">ASCENSEUR</p> <p>Marque : OTIS</p> <p>Le reste est inconnu, car nous n'avons pas pu avoir accès à la machinerie.</p>
---	--

22.4 Electricité spécifique ou divers

L'électricité spécifique correspond à 6,7 % des consommations électriques du bâtiment principal, soit une consommation de : 3 486 kWh/an.

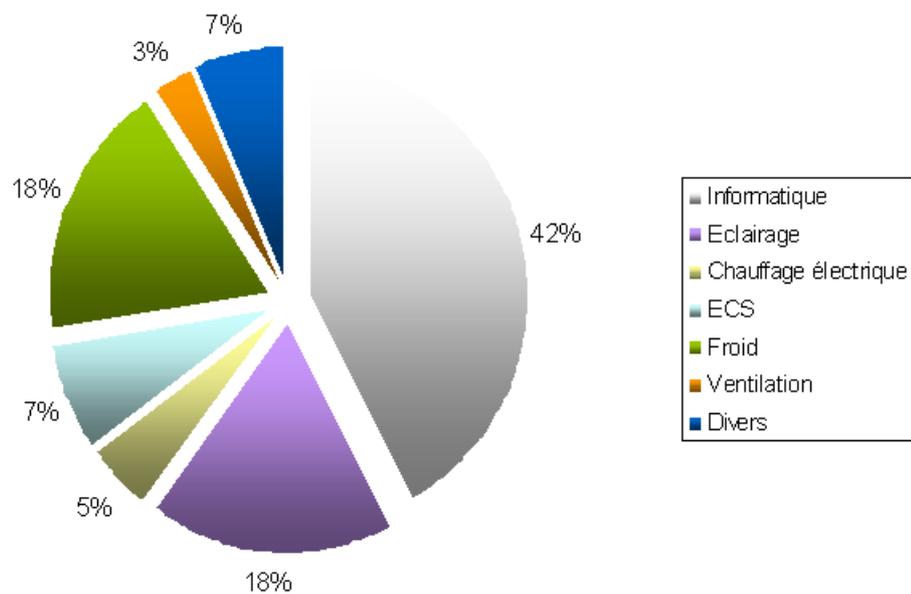
Nous considérons dans ce chapitre :

	<ul style="list-style-type: none"> - les process spécifiques, - la chaufferie, - le désenfumage, - la domotique, - les sous répartiteurs, - les utilités et oublis électriques (cafetières et bouilloirs : environ 50, téléviseur, vidéo-projecteur, ...), - ...
---	---

23 Bilan des consommations d'électricité

Le bâtiment affiche une consommation électrique moyenne estimée à 52 259 kWh/an (38,3 kWh/m²SHON) nécessaires aux différents besoins du bâtiment (climatisation, éclairage, ECS, ...).

Répartition des consommations électriques



Nous trouvons en premier consommateur l'informatique (près de la moitié des consommations), de part son nombre qui est important, malgré l'emploi d'écrans LCD.

On remarque ensuite que la production de froid représente environ 1/5^{ème} des consommations électriques. Avec la totalité de la consommation liée au froid correspondant aux PAC (dont 83 % fonctionnent au R22) présentes sur le site.

L'éclairage est ex aequo, il correspond à 18 % des consommations électriques. Les surconsommations sont du au peu de gestion présente sur le parc de l'éclairage (temps de fonctionnement, ...).

Ensuite le divers, l'ECS, la ventilation et le chauffage électrique représentent 22 % des consommations électriques.

Le divers ne peut être modifié que sur les temps d'utilisation (ex : bien arrêter une cafetière après emploi), mais sa plus grosse part est fixe (domotique, armoires électriques, réseaux télécoms, ...). Quant aux productions thermiques électriques, on ne peut pas influencer énormément sur celles-ci.

Pour le divers, il est judicieux de privilégier l'utilisation d'appareils moins énergivores lors des remplacements de matériel.

24 Bilan des consommations d'eau

Les consommations de l'année de référence sont de 126 m³/an pour le bâtiment C.
Nous estimons donc une consommation de : 0,09 m³/m²/an.

Divers postes de consommation existent :

- les sanitaires :

Les sanitaires sont équipés de WC avec des chasses d'une contenance de 6 litres, de lavabos type lave mains (poussoirs et d'urinoirs. Les besoins sont principalement liés à l'utilisation d'eau froide, car les lavabos des sanitaires ne délivrent que de l'eau froide pour la plupart. Seuls quelques uns sont reliés à des ballons ECS.



Les WC sont équipés de chasses de 6 litres, ce qui suffisant pour l'évacuation des sels.

C'est déjà du matériel hydro-économe.



Les WC sont équipés de boutons poussoirs temporisés à 30 secondes pour un débit de 2 litres minutes.

Idem pour les urinoirs.

Tableau 28 : récapitulatif des équipements consommateurs d'eau froide et évaluation des consommations

ZONE	WC Presto	LAVABOS Presto	DOUCHE PRESTO	URINOIRS
Nombre total	6	10	1	4
Conso moyen annuelle en m ³	68,6*	22,9**	2,6***	11,4****

* : pour une occupation des locaux par 22 personnes/jour (qui vont 2 fois/jour au WC), durant 260 jours ouvrés avec un débit de 6litres/chasse.

** : pour une occupation des locaux par 22 personnes/jour (qui vont 2 fois/jour au WC (lavage de mains)), durant 260 jours ouvrés et un débit de 2l/usage pour les sanitaires.

*** : pour un usage faible que nous assimilons à l'utilisation de la douche par le gardien : 10 l/jour.

**** : pour une occupation des locaux par 22 personnes/jour (estimation d'1 personne sur deux étant un homme) (qui vont 2 fois/jour, il n'y a que 6 urinoirs sur tout le site), durant 260 jours ouvrés et un débit de 2l/usage.

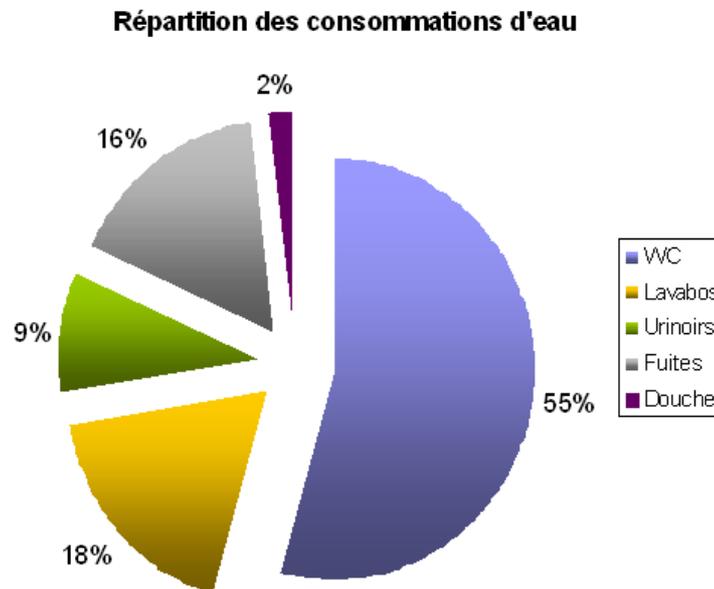
Les sanitaires représentent environ 105,5 m³/an.

- Les fuites :

Nous avons repéré des WC et des lavabos qui fuyaient (ex : WC). Certaines fuites sont continues, d'autres sont du goutte à goutte.

Nous obtenons le volume de fuites d'eau par différence : 126 – 105,5 = 20,5 m³/an.

Nous obtenons les répartitions suivantes :



Nous remarquons que la consommation d'eau principale est due aux sanitaires, dont les WC (55 %), qui sont équipés de matériels hydro-économiques : chasses de 6 litres.

Viennent ensuite les lavabos (18 %) qui sont équipés de boutons à temporisation pour contrôler le volume d'eau desservi.

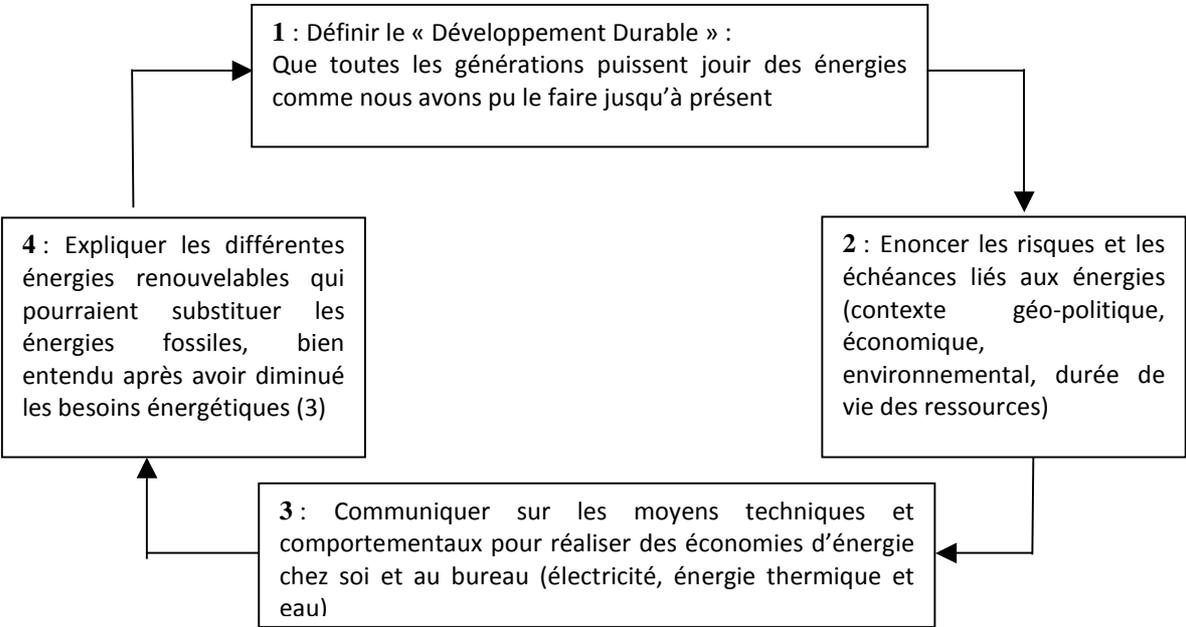
Nous retrouvons, en suivant, les fuites d'eau (16 %), qui sont des consommations totalement inutiles. Les fuites viennent probablement de robinets dont les joints sont vétustes ou bien de WC laissant passer un faible débit de chasse en continu.

Les urinoirs, étant équipés de boutons à temporisation (comme les lavabos), ne correspondent qu'à peu de consommations, car ils sont optimisés.

Enfin nous trouvons la douche est son taux d'utilisation très faible.

25 Propositions d'actions

25.1 Responsable Energie

Responsable « ENERGIE »	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des consommations énergétiques • Sensibilisation du personnel 	
Description	
 <pre> graph TD 1[1 : Définir le « Développement Durable » : Que toutes les générations puissent jouir des énergies comme nous avons pu le faire jusqu'à présent] --> 2[2 : Enoncer les risques et les échéances liés aux énergies (contexte géo-politique, économique, environnemental, durée de vie des ressources)] 2 --> 3[3 : Communiquer sur les moyens techniques et comportementaux pour réaliser des économies d'énergie chez soi et au bureau (électricité, énergie thermique et eau)] 3 --> 4[4 : Expliquer les différentes énergies renouvelables qui pourraient substituer les énergies fossiles, bien entendu après avoir diminué les besoins énergétiques (3)] 4 --> 1 </pre>	
Mise en œuvre	
Voici différentes mises en œuvre possibles : <ul style="list-style-type: none"> ▪ mettre des autocollants et afficher des papiers concernant le gaspillage (pour éveiller les consciences) ▪ donner à chaque salarié un ratio de consommation qui peut lui être attribué (consommations d'eau et d'énergie finale ramenées au nombre d'employés) pour lui montrer qu'il a une empreinte sur les consommations de l'établissement. ▪ Penser à sensibiliser les employés sur ce qui peut être réalisé chez eux, car s'ils prennent de bonnes habitudes à la maison, celles-ci se répercuteront sur le lieu de travail. ▪ Utiliser l'outil de suivi réalisé par l'APAVE pour permettre au responsable « Energie » de toujours connaître l'évolution des consommations en fonction des travaux ou des restructurations réalisables. 	
Résultats d'analyse	
Une bonne sensibilisation permettra aux salariés de mieux se comporter au niveau énergétique (on peut atteindre une diminution de 5 % des consommations globales des établissements avec ce type de procédé).	

Voici des éléments, à ajouter à une fiche de bonne pratique :

Qu'est-ce que je peux faire ?	Consommation par agent
<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer les éclairage énergivores par des ampoules à basse consommation - Afficher un Diagnostic de Performance Energétique (DPE). - Nous mettons à votre disposition une installation pour les réunions à distance (visioconférence) - Eteindre la lumière en quittant une pièce (bureaux, toilettes...) : mieux vaut la détection au comportementalisme - Eteindre chaque soir les ordinateurs, les écrans, les imprimantes, les photocopieurs... : préférer un gestionnaire et une coupure générale des ordinateurs au comportementalisme - Emprunter les escaliers plutôt que les ascenseurs : privilégier les descentes par les escaliers et les montées par les ascenseurs (plus simple pour le comportement) - Chauffer ou climatiser en fermant les portes et les fenêtres de la pièce. - Limiter les déplacements professionnels inutiles en voiture. - Envisager le co-voiturage quand cela est possible. - Diminuer les température de consigne de chauffage et de climatisation (1°C = 7 % d'économies sur le chauffage et 3 % sur la climatisation). 	<p style="text-align: center;">Energie</p>  <p style="text-align: center;">31,7 KWh (électricité et gaz) par agent par jour en moyenne (260 j ouvrés/an)</p> <p style="text-align: center;"><u>Electricité :</u> 9,2 kWh/pers/jour</p> <p style="text-align: center;"><u>Gaz :</u> 22,5 kWh/pers/jour</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous installons des mousseurs sur la robinetterie - Fermer les robinets quand on n'a pas l'utilité de l'eau. : il vaut mieux mettre des robinets presto (qui limite le temps d'écoulement de l'eau à 10 secondes) - Signaler les fuites d'eau à SVP Logistique. <p>c'est aussi valable pour les personnes ayant accès aux productions.</p>	<p style="text-align: center;">Eau</p>  <p style="text-align: center;">22 litres d'eau (sanitaire, de chauffage) par jour en moyenne par agent (260 jours ouvrés/an)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Veiller à l'état du parc des imprimantes et tendons vers des consommables éco-labellisés. - N'imprimer que lorsque cela est indispensable ou en Recto verso si cela est possible. - Garder les feuilles inutilisées en verso et faire des blocs brouillons au façonnage. - Eviter les tirages en trop grande quantité et leur stockage - Réutiliser les chemises et les dossiers en carton. 	<p style="text-align: center;">Papier</p>  <p style="text-align: center;">40 kg par agent par an, soit plus de 17 ramettes de papier A4, en moyenne pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous réparons au lieu de jeter. - Nous faisons recycler : <ul style="list-style-type: none"> - les ordinateurs : récupération des métaux nobles ou envoi dans les pays du tiers monde - les déchets : attention aux différents types de déchets, si métaux : OK, si fluide frigorigène, voir directement avec les organismes affiliés à leur récupération, autres en fonction - le papier - Trier les éléments à jeter dans les corbeilles en respectant les compartiments alimentaires et papier. 	<p style="text-align: center;">Déchets</p>  <p style="text-align: center;">300 kg de déchets par agent et par an pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous achetons des véhicules moins polluants : < 110 g CO2/an, au dessus il n'y a pas d'intérêts - Nous facilitons les transports en train grâce à des cartes d'abonnements - Nous développons nos installations de visio conférences <ul style="list-style-type: none"> - Développer le covoiturage pour les déplacements en mission et/ou domicile-travail - Privilégier des moyens de transports en commun dès que cela est possible - Déployer les réunions dématérialisées 	<p style="text-align: center;">Transports</p>  <p style="text-align: center;">3 500 km par agent et par an pour ce type d'usage</p>

25.2 Enveloppe

❖ Isolation des murs extérieurs :

Comme nous avons pu le remarquer, il existe des surconsommations de chauffage et de climatisation liées au manque d'isolation du bâtiment, l'année de construction du bâtiment étant antérieure à la première réglementation thermique.

Nous préconisons une isolation par l'intérieur des murs du bâtiment. Le choix de l'isolation intérieure est lié à la facilité de mise en œuvre de la préconisation, car on n'agit pas sur la structure extérieure du bâtiment, mais sur un ajout d'isolation manquante. De plus le bâtiment fait partie d'une zone classée par les Architectes des Bâtiments France, et donc nous ne pouvons pas agir par l'extérieur de l'enveloppe, afin de conserver l'aspect historique du site.

Ces préconisations seront calculées sans action sur la régulation du bâtiment, donc on garde comme écart de température les 26 °C de l'état des lieux.

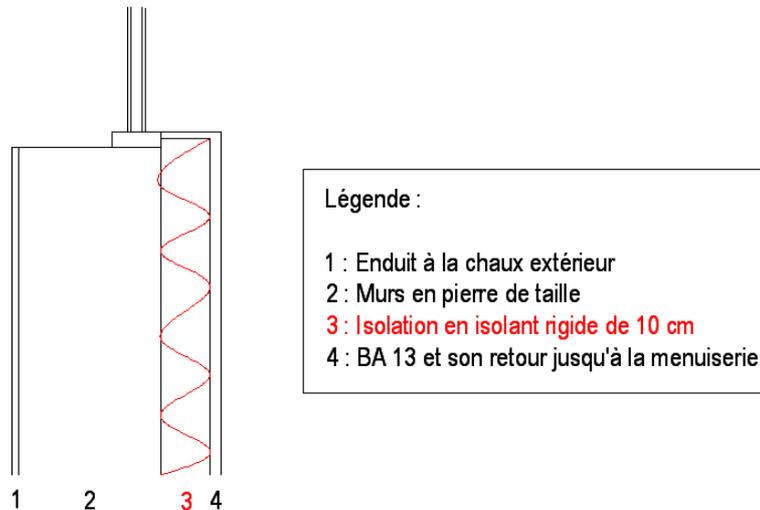
Actuellement les déperditions par les murs extérieurs représentent 17 % des déperditions totales. La partie EMERIT actuelle correspond à environ 90 % des déperditions affectées aux murs extérieurs %. Nous obtenons donc un total d'environ 26 % des déperditions liées au manque d'isolation des murs.

Pour l'isolation intérieure, nous préconisons l'emploi d'isolant rigide (fibre de bois ou polystyrène) ($\lambda < \text{ou} = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$) avec du BA 13, l'avis technique existe pour l'obtention des assurances décennales. Les avis techniques sont des documents édités par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) qui informent sur un produit qui satisfait la réglementation, son emploi et sa durabilité dans le temps.

Pour le calcul du temps de retour sur investissement, notre choix s'est porté sur un système d'isolation rigide avec un parement en BA 13 correspondant à l'architecture intérieure (couche de plâtre) actuelle du site. L'utilisation d'un isolant rigide est justifié par le fait que les isolants en rouleaux s'affaissent dans le temps et ne permettent pas une économie énergétique linéaire dans le temps. La couche d'isolant doit avoir une épaisseur d'au moins 100 mm et une conductivité thermique d'au moins 0,04 W/m°C.

ATTENTION : Lors de l'isolation, il est très important de mettre le pare vapeur de l'isolant côté extérieur du bâtiment. Cela permet à l'humidité de traverser la paroi.

Voici la préconisation qui nous semble la plus adaptée :



Il est important que l'isolation par l'intérieur couvre le rebord de fenêtre afin d'éviter la création de ponts thermiques. De même pour la partie haute de la fenêtre, l'isolant doit revenir jusqu'aux menuiseries.

Estimation des économies réalisables :

- Déperditions par les murs avant isolation (30 % des déperditions): 38 703 kWh/an
- U murs avant travaux : 1,8 W/m².°C
- U mur après travaux : 0,3 W/m².°C } **Facteur d'économies : 83 %**
- Economie sur les déperditions par ce type de parois : 32 123 kWh/an
- Economies par la suppression des radiateurs électriques : 2 400 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh et prix de l'électricité : 0,072 € HT/kWh
- **Economies financières : 1 300 € HT/an**

Coût de l'investissement :

- Isolation intérieure (sont compris l'isolant, la préparation du mur, le BA 13, les vis et la main d'œuvre) d'épaisseur 100 mm : 28 000 € HT (pour une surface d'environ 792 m²)
- TRB = 28 000 / 1 300 = 21,5 ans

Malgré un temps de retour important, le sentiment de paroi froide va être nettement amoindri, le confort des occupants sera amélioré, surtout en période estivale.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
1 980 000 kWh CUMAC*

- : Action BAT-EN-02.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

❖ Isolation des toitures à pans non isolée :

Il serait donc judicieux d'isoler de façon plus efficace la toiture du bâtiment avec une épaisseur isolante d'au moins 300 mm d'épaisseur et une conductivité thermique d'au moins 0,038 W/m.°C.

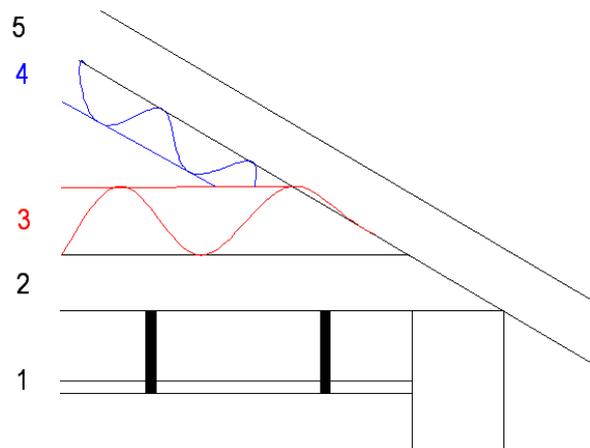
Pour le calcul du temps de retour, notre choix se porte sur de la ouate de cellulose pour plusieurs raisons :

- Tout d'abord la ouate de cellulose est un éco-matériau c'est-à-dire que l'énergie grise* est moins importante pour la conception de ce type de matériaux que pour la conception de matériaux plus conventionnels (laines minérales, polyuréthanes, polystyrènes,...)
- Les ouates de celluloses possèdent l'ACERMI . L'ACERMI est la reconnaissance par l'Association pour la CERTification des Matériaux Isolants, que le produit est de bonne qualité (qualité d'isolation, durée de vie, comportement dans le temps,...).

* : L'énergie grise d'un matériau est l'énergie nécessaire, pour sa conception, son transport, son utilisation (mise en place) et son retraitement.

Légende :

- 1 : Faux - plafond en plâtre
- 2 : Plancher bois
- 3 : Isolation en ouate de cellulose à ajouter (30 cm pour un lambda de 0,038 W/m°C)
- 4 : Isolation existante en laine de verre (10 cm pour un lambda de 0,038 W/m°C)
- 5 : Tuiles en terre crue



Pour les toitures à pans (combles non utilisables), il est préférable d'isoler le plancher haut plutôt que la toiture.

Il est important de passer un peu d'eau sur la ouate de cellulose afin de cristalliser les sels de bore, ce qui empêchera au vent de déplacer l'isolant (qui est volatile : comme du coton).

ATTENTION : Lors de l'isolation, il est très important de mettre le pare vapeur de l'isolant côté extérieur du bâtiment. Cela permet à l'humidité de traverser la paroi.

Estimation des économies potentiellement réalisables :

- Déperditions par la toiture avant isolation (15 % des déperditions) : 19 352 kWh/an
 - U toitures avant travaux : 3 W/m².°C
 - U toitures après travaux : 0,1 W/m².°C
 - Economies sur les déperditions de chauffage : 18 578 kWh/an
 - Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
 - Economies liées au chauffage : 650 € HT/an
- } **Facteur d'économies : 96 %**

Coût de l'investissement :

- Isolation toiture : 5 000 € HT (pour une surface d'environ 235 m²)
- TRB = 5 000 / 650 = 7,7 ans.

Certificats d'économies d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
352 500 kWh CUMAC*

- : Action BAT-EN-06.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

De plus il ne faut pas négliger que la durée de vie du bâtiment va augmenter.

❖ Les ouvrants

- Réduire les défauts d'étanchéité à l'air des ouvrants :

En effet, comme nous le signalons dans l'état des lieux, de gros problèmes de fuites d'air se sont créés au niveau des portes d'entrée et quelques fenêtres (du RdC notamment). Le renouvellement d'air étant un poste de déperditions important, il est primordial de colmater ces fuites d'air par des joints d'étanchéité aux niveaux des portes vitrées en contact avec l'extérieur .

Première étape de l'isolation : améliorer l'étanchéité des ouvrants par la pose de joints de calfeutrement : cela peut diminuer l'intensité des bruits extérieurs au mieux de 10 dB.

- les joints en mousse : pour calfeutrer tous types de support, isole et protège portes et fenêtres.

- les mastics : joint d'isolation et de calfeutrement des portes fenêtres et baies vitrées contre l'eau, l'air et le bruit sur tous supports

Les matériaux qui devront être utilisés doivent résister à une hygrométrie élevée sous peine de détérioration. C'est ce qui se passe actuellement avec les joints des ouvrants déjà mis en place.

Estimation des économies potentiellement réalisables :

- Déperditions totales) par le renouvellement d'air : 39 993 kWh/an (31 % des déperditions),
- Facteur d'économies énergétiques sur le renouvellement d'air : 2 %, soit 800 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
- Gain économique : 28 € HT/ans
- Investissement : 100 € HT
- Temps de retour brut : 3,6 ans

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la précé. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

25.3 Variation de vitesse

Le caisson de ventilation est équipé parfois d'une programmation mais les horaires ne correspondent pas toujours au taux d'occupation réel du bâtiment augmentant ainsi les dépenses énergétiques. A titre d'exemple, un ventilateur d'une puissance d'1 kW fonctionnant en continu consomme 8 760 kWh/an soit une dépense d'environ 876 € par an. La commande par horloge est bien adaptée pour le contrôle des zones à occupation constante et à intermittence régulière (bureaux).

Sachant que les locaux sont occupés pendant une période de 8h à 18h en moyenne hors week-ends, il faut optimiser au mieux le temps de fonctionnement de ces équipements.

Pour du conditionnement d'air ou du renouvellement d'air en zone sèche, on coupera la ventilation en période d'inoccupation. Par contre pour de l'extraction en zones humides (toilettes, ...), il est préférable de diminuer le débit (petite vitesse) afin d'éviter des problèmes d'odeur en cas de coupures prolongées.

Par contre, une surventilation nocturne peut être bénéfique afin de décharger le bâtiment des calories emmagasinées en période estivale.

C'est pour cela que la variation de vitesse est intéressante, car elle coupera l'alimentation des moteurs (ventilateurs) et ajustera les débits en fonction des besoins réels.

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées à la variation de vitesse sur la ventilation estimées à : 1 507 kWh/an (*on diminue d'un tiers le fonctionnement des ventilations : 8 h/nuit*) $P = 0,2 \text{ kW}$
- Economies totales liées à la variation de vitesse estimées à : 452 kWh/an
- Economies financières liées à la variation de vitesse estimées à : 33 € HT/an (0,072 € HT/kWh)
- Investissement global pour 1 ventilateur : 200 € HT
- Temps de retour global : 6,2 ans.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 10 ans
ventilateurs : 1 560 kWh CUMAC*

- : Action BAT-TH-12

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

25.4 Remplacement des climatisations fonctionnant au R22

Suite au décret JORF n°158 du 10 Juillet 2007 concernant le R22 et sa disparition, la DDEA doit envisager, d'ici 2012, de remplacer ses climatisations fonctionnant au R22.

Il est impossible de changer uniquement le fluide frigorigène car le nettoyage du compresseur est complexe, de plus on aurait une baisse d'efficacité de l'ordre de 30 % sur chaque machine.

A titre indicatif, pour 1°C d'air climatisé en moins, on permet une économie de 3%.

❖ Les pompes à chaleur :

Les climatisations à remplacer sont :

Marque	Type	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) **	Conso. (kWh/an)	Fluide frigorigène
LG	AS-CO760LA0	1	0,66	1 200	792	R410A
?*	?*	5	0,66*	1 200	3 960	R22
Electra	CUE 13000	1	3,81	1 200	4 572	R22
CONSOMMATION TOTALE PAC (kWh/an)					9 324	



PAC fonctionnant au R22

Cela représente 6 pompes à chaleur.

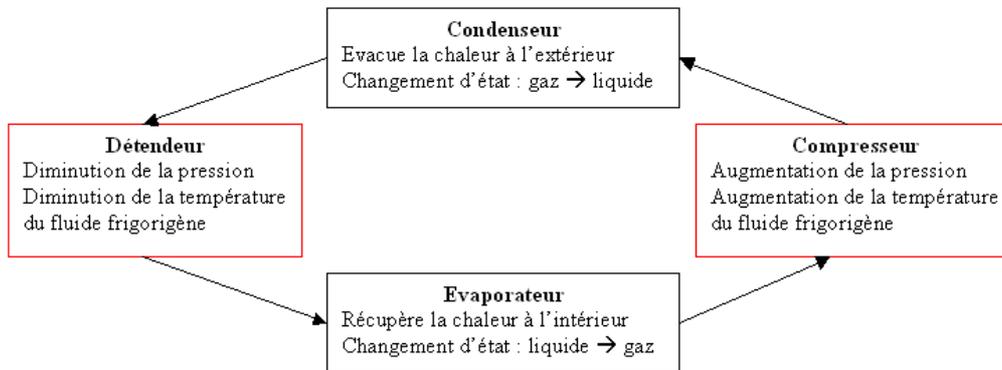
Voici les éléments d'une pompe à chaleur :



Voici les composants d'un split :

- en haut : l'unité intérieure (évaporateur)
- en bas à gauche : télécommande de régulation
- en bas à droite : l'unité extérieure (condenseur)

Voici le fonctionnement d'un système frigorifique :



Il est très important de remplacer le matériel actuel par des appareils de classe A, voir A+ ou A++. En effet, ils seront ainsi beaucoup plus efficaces. Nous préconisons l'emploi de matériel fonctionnant au fluide frigorigène R134a, fluide utilisé pour des applications de froid positif (au dessus de 0 °C).

Le remplacement du matériel permettra d'obtenir des Coefficients de Performance (COP) plus important et donc les consommations électriques seront diminuées. Le COP pourrait atteindre 3,7 au lieu des 2,5 actuels.

Il est important, dans la maintenance, de penser à améliorer l'environnement du condenseur : S'assurer que le condenseur n'est pas placé dans un environnement propice au recyclage de l'air (sous un auvent,...). Cela se vérifie aisément : la température de l'air d'aspiration est alors bien supérieure à la température ambiante.

Les mesures proposées engendrent une réduction de la température de condensation, ce qui abaisse le niveau de pression à la sortie du compresseur, et donc diminue le travail de celui-ci et l'énergie qu'il consomme.

Analyse de la préconisation :

- Consommation de climatisation assurée par les 6 PAC à remplacer : 8 532 kWh/an
- Facteur d'économie énergétique : 40 % (différence de COP moyen : 3,7 (COP PAC récentes optimisées) – 2,5 (COP moyen pour matériel vétuste) = 1,2.
- Economie énergétique : 3 412 kWh/an
- Tarif de l'électricité en 2008 : 0,072 € HT/kWh
- Economie financière : 246 € HT/an
- Investissement estimé à : 12 000 € HT (fourniture et main d'œuvre).
- Temps de retour : 48,8 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

Le remplacement des climatisations demande une étude complémentaire plus approfondie.

25.5 Eclairage

L'éclairage est un pôle très peu optimisé dans le bâtiment.

Il faut pour diminuer les consommations électriques liées à l'éclairage :

- remplacer les ampoules à incandescence par des basses consommations de 11 W,
- Mise en place de détection dans les sanitaires,
- Utiliser les kits de rénovation rétrolux afin de remplacer les tubes T8 de 18 W par des tubes fluorescents T5 de 14 W, les tubes de 36 W par des 28 W et les tubes de 58 W par des tubes T5 de 35 W pour les mêmes luminosités.

Luminaire en place	Kit de rénovation adapté
1x18W + ballast ferromagnétique	1x14W + ballast électronique
1x36W + ballast ferromagnétique	1x28W + ballast électronique
1x58W + ballast ferromagnétique	1x35W + ballast électronique
4x18W + ballast ferromagnétique	4x14W + ballast électronique

Le passage à de l'éclairage fluorescent plus performant (ballasts et tubes) permet d'économiser jusqu'à 40% d'énergie.

Le changement de luminaire doit s'intégrer dans une politique globale de rénovation des espaces intérieurs sinon les économies ne suffisent pas à rentabiliser l'opération.

Le kit de rénovation RETROLUX permet de transformer un éclairage muni de tubes fluorescent T8 avec ballasts ferromagnétique en luminaire performant constitué d'un tube T5, d'un ballast électronique (qui améliore le cos phi) et d'un réflecteur en aluminium.

Les kits existent pour 1, 2 ou 4 tubes.

Voici leurs mises en place :



1 : on enlève le tube existant 2 et 3 : on met le kit rétrolux (T5 + ballast électronique)

Les avantages de l'utilisation de tubes T5 par rapport au T8 :

- augmentation de la durée de vie,
- allumage instantané,
- meilleur rendu des couleurs.

De plus, nous devons signaler : La Commission de l'environnement du Parlement européen s'est prononcée en février 2009 à une large majorité en faveur du retrait progressif des ampoules à incandescence. Ce qui est prévu sous réserve d'approbation définitive :

- retrait des ampoules de 100 watts au 1er septembre 2009 ;
- retrait des ampoules de 75 watts en septembre 2010 ;
- les 60 watts pour septembre 2011 et les dernières (25 et 40 watts) pour 2012.

COMBIEN DE WATTS? – ÇA C'EST LA QUESTION!



Ampoules à incandescence	Ampoules économie d'énergie
25 Watts	5 Watts
40 Watts	7 Watts
60 Watts	11 Watts
75 Watts	15 Watts
100 Watts	20 Watts

Nous préconisons l'emploi de 11 W, plutôt que des ampoules basse consommation de 7 W, afin de conserver le nombre de lumens (lm : capacité d'éclairage des sources lumineuses : lux/m²). En effet une ampoule incandescente de 40 W produit environ 600 lm contre 420 lm pour une basse consommation de 7 W. Le modèle 11 W permet d'atteindre 660 lm, donc ce choix correspond mieux aux besoins lumineux des pièces desservies (stockage et WC).

Il est vrai que la mise en place d'un allumage par détection de présence, va limiter fortement le temps de fonctionnement des sources lumineuses fluorescentes et donc diminuer leurs durées de vie. Ce type d'éclairage a une meilleure durée de vie sur des utilisations longues plutôt qu'intermittentes. La durée de vie de ses sources lumineuses est alors divisée par un facteur 4. Or leur temps de vie moyen, en condition normale, est d'environ 8 000 h/an, soit 2 000 h/an pour des usages intermittents (facteur 4).

Maintenant une source lumineuse incandescente a un temps de vie de 1000 h/an, donc même en utilisation intermittente, et de courtes durées, les éclairages fluorescents auront une durée de vie supérieure à l'incandescence.

Attention aux déchets : *Petit déchet dangereux. Traitement spécifique (Mercure, Krypton 85 radioactif dans certains starter).*

L'investissement concernant la minuterie est de : 60 € HT, qui induit une économies de l'ordre de 5 % des consommations de l'éclairage : 1 860 kWh/an.

Economie et investissement sur l'éclairage					
Type	Nombre	Economies/sources (W)	Tps de fct (h/an)	Economies (kWh/an)	Investissement (€ HT)
Sanitaires (remplacement des 60 et 75 W par des 11 W)	6 7	60 – 11 75 - 11	1 200	890	125
Détections sanitaires avec horloge intégrée (pour minuterie)	Estimé à 5	Estimé à 5 % des consommations totales de l'éclairage de ces parties			
Kits de rénovation	32	58 – 35 = 23	365	1 983	5 100
Rétrolux pour 18 W,	32	36 – 24 = 12	365		
36 W et 58 W	328	18 – 14 = 4	1 200		
Total				3 346	5 875

Faisabilité de la préconisation :

Economies totales sur le pôle éclairage : 3 346 kWh/an

- Economies financières estimées à : 241 € HT/an (0,072 € HT/kWh)
- Investissement global : 5 875 € HT
- Temps de retour global : 24,3 ans.

Le temps de retour est prohibitif car l'investissement prend en compte tout les tubes fluorescents, sachant qu'une bonne partie est supprimée volontairement (environ 50 %) ou sont déjà défectueux. De plus les économies sont peu importantes du fait que les consommations de ce pôle sont faibles. Il est judicieux de raisonner en terme de remplacement de matériel sur le temps en fonction des besoins et des éclairage qui vont défaillir dans le temps. Le surcoût sera alors de l'ordre de 25 000 € HT pour les mêmes économies financières, soit une TRB de 26 ans.

Certificats d'économies d'énergies :

- pour le remplacement des tubes T8 en T5 : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
34 480 kWh CUMAC*
- pour le remplacement des ampoules à incandescence par lampes fluorescentes sans automatisme : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
10 500 kWh CUMAC*

- : Action : BAT-EQ-04 et BAT-EQ-09.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

25.6 Informatique

Plusieurs solutions existent :

- mise en place du logiciel libre Energy Star (www.energystar.gov), qui est un gestionnaire de veilles.

Pour savoir de quel gestionnaire d'énergie est muni un ordinateur, il faut se rendre dans le menu gestion des paramètres d'alimentation. Pour ce faire, depuis le bureau, on clique sur :

- Démarrer
- Paramètres
- Panneau de configuration
- Option d'alimentation

Si les délais paramétrables proposés sont écran, arrêt des disques durs, veille et veille prolongée, le gestionnaire est ACPI (dernière génération de gestionnaire d'énergie disponible : type Energy Star). Si l'option veille prolongée n'est pas proposée, il s'agit d'une version antérieure.

Si on veut réduire efficacement les consommations d'énergie tout en maintenant des temps de remise en marche raisonnables, les délais conseillés sont les suivants:

- Ecran : 10 minutes
- Veille (unité centrale) : 20 minutes
- Veille prolongée (unité centrale) : 60 minutes

Si le temps de sortie de l'état d'hibernation est suffisamment court, on pourra réduire le temps de passage dans cet état à 20 minutes. Il est conseillé de continuer à éteindre chaque jour son ordinateur, non pour des raisons de réduction de consommation (les puissances appelées en hibernation et à l'arrêt sont en général identiques) mais pour lui permettre de redémarrer quotidiennement et donc d'éviter des blocages intempestifs du système.

Des délais plus courts peuvent même être paramétrés (par exemple 5 minutes pour l'écran et 10 minutes pour l'unité centrale). L'économie afférente n'est pas négligeable. Cependant, si on veut que cette mesure soit acceptée, il faudra en parallèle sensibiliser les usagers à la nécessité de réduire leur consommation énergétique. Sans aucune explication, cette mesure pourra être rejetée car vécue comme inconfortable.

Pour les ordinateurs qui sont munis d'un gestionnaire de veille de génération antérieure à ACPI, on paramètrera le passage en veille uniquement de l'écran (délai : 10 minutes). En effet, la gestion d'énergie de l'unité centrale n'est pas suffisamment fiable pour généraliser son utilisation.

Il faut toujours garder en mémoire que le réglage des paramètres de gestion de l'énergie dépend essentiellement de la façon dont l'ordinateur est utilisé.

- mise en place d'une horloge sur le TGBT avec actions sur toutes les imprimantes et photocopieurs. La plupart des appareils de bureautique continue de fonctionner inutilement au cours de la nuit (21 heures à 6 heures). On pourrait commander leur fonctionnement grâce à cette horloge, qui couperait l'alimentation des appareils de 21 h à 6 h du matin.
- continuer à changer les écrans cathodiques par des écrans plats (comme prévu dans le plan environnemental de la CRAMA). De plus la CRAMA a prévu de remplacer au fur et à mesure ses consommables classiques par des consommables éco-labélisés (ex : les cartouches d'encre, ...).

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées à l'utilisation d'Energy star : 120 kWh/poste/an soit 3 480 kWh/an sur les consommations électriques
- Economies liées au remplacement des écrans cathodiques : 68 kWh/écran/an soit 136 kWh/an sur les consommations électriques,
- Economies liées à la mise en place de coupures sur les armoires électriques pour les photocopieurs : 263 kWh/photoc./an soit 526 kWh/an sur les consommations électriques,
- Investissements :

Coût des préconisations informatiques			
Désignation	Coût (€ HT/unités)	Nombre	Coûts total (€ HT)
Energy Star	0	29	0
Horloge	40	2	80
Ecrans	190	2	380
Total			460

- Economie énergétique totale : 4 142 kWh/an
- Economies financières (0,072 € HT/kWh) : 298 € HT/an
- Temps de retour global : 1,5 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

25.7 Formation du personnel

FORMATION DU PERSONNEL	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur entretien des infrastructures • Aspects sécurité mieux pris en compte 	
Description	
<p>Dans nombre d'établissements, des problèmes d'habilitation électrique sont présents. En effet du personnel non électricien est souvent confronté à des problèmes liés à l'électricité et dépanne des installations sans être pour autant habilité.</p> <p>Nous mettons l'accent sur ces habilitations électriques, indispensables pour des interventions en toute sécurité.</p> <p>De plus le personnel peut effectuer des tâches ne correspondant pas à sa qualification (ex : un peintre peut faire de la plomberie).</p> <p>Il serait souhaitable de former ce personnel qui est multi-tâches afin d'obtenir du travail exécuté dans les règles de l'art.</p> <p>En outre, une sensibilisation aux économies d'énergies du personnel technique est recommandée pour apporter des connaissances supplémentaires par exemple sur l'étanchéité à l'air, l'éclairage, l'utilisation de peinture adaptée (pour diminuer la consommation d'électricité par l'entremise de l'éclairage), etc. ...</p>	
Résultats d'analyse	
<p>On évite par ces formations et habilitations des problèmes de sécurité ou de malfaçons éventuelles.</p>	

26 Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque

Pour de la revente d'électricité produite à partir du solaire photovoltaïque, il est recommandé d'intégrer au bâti les capteurs solaires pour bénéficier du tarif de rachat optimal : 0,42 € HT/kWh produit, et ainsi obtenir un temps de retour le plus rapide possible.



Comme le montre la vue de dessus de la Cité Administrative, le bâtiment C (entouré) n'a pas de toiture exposée Sud, donc la faisabilité d'une installation solaire photovoltaïque est compromise.

SUD



Bâtiment D – Cité Lacuée Agen

27 Description des éléments du bâti

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des parois. Ils seront présentés sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux coefficients thermiques. Lors de la visite, l'appréciation visuelle de l'état général est également notée sur une échelle de couleur (voir pied de page).

27.1 La structure du bâtiment D

Le bâtiment a été récupéré par la cité administrative en 1947. Quelques rénovations internes ont été effectuées sur le site (déplacement de cloisons, traitement contre les insectes xylophages, remplacement des vitrages en 1997, ...).

L'état général du bâtiment est plutôt bon mais présente des pathologies à quelques endroits de l'enveloppe dues aux intempéries et à la corrosion de certains matériaux.



(Façade Ouest mur extérieur)

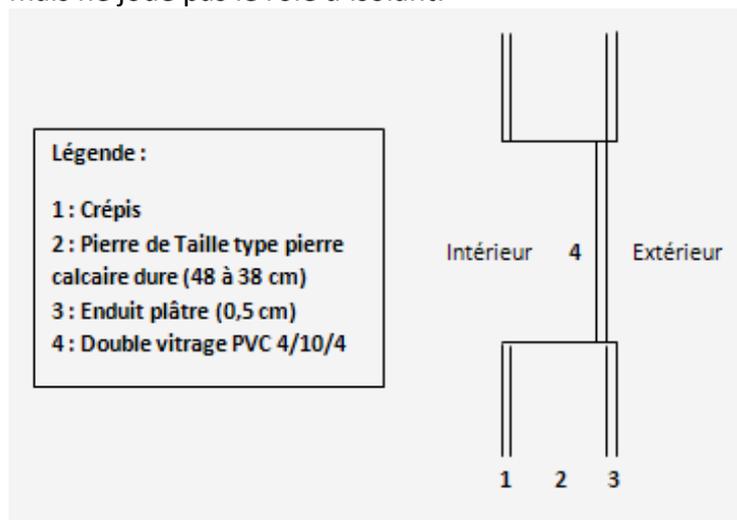


(Façade Est mur extérieur)

Composition des murs extérieurs :

Les murs extérieurs sont de construction ancienne, en pierre de taille, recouvert d'un crépis pour l'étanchéité extérieure et d'un enduit plâtre à l'intérieur. Les pierres de taille au niveau des angles sortants et en encadrement d'ouverture sont en bon état. L'état général des murs extérieurs est bon.

L'épaisseur de ces murs varie de 48 cm au RDC à 38 cm au R+1. Ces murs extérieurs ne sont pas isolés. On notera que ce mur épais présente une grande inertie thermique mais ne joue pas le rôle d'isolant.





(murs porteurs vu de la cave)

Composition des murs porteurs :

Il s'agit de murs en moellons de pierre d'une épaisseur de 37 cm (avec enduit plâtre coté chauffé).

Lors de notre visite nous avons constaté la présence d'humidité au niveau de certains murs (extérieurs et porteurs). Cette humidité est engendrée par des remontées capillaires, visibles par la présence de salpêtre. Afin de contenir cette humidité dans les murs des toiles de verre ont été posées dans les bureaux du rez-de-chaussée et dans les circulations.



(Fenêtre Double vitrage)

Ouvrants et parois vitrées :

Ce bâtiment dispose de double vitrage PVC 4/10/4 pour l'ensemble des parois vitrées. La majorité des ouvertures sont orientées au Sud.

Le double vitrage n'est pas traité quant à l'émissivité du verre. On observe ainsi une sensation de paroi froide importante et donc un inconfort en hiver et des surchauffes en été.

Les fenêtres sont équipées de stores de couleur sombre, certains ont été changés récemment. On note qu'une couleur claire est préférable pour un meilleur confort d'été. En effet le blanc réfléchit la lumière contrairement au noir qui tend à l'absorber dans sa totalité. La température, en été, atteint parfois les 35°C selon les usagers.

Ce bâtiment dispose de deux types de portes donnant sur l'extérieur.
 La porte d'entrée est en bois massif comprenant environ 10 % de parois vitrées simple vitrage. On perçoit des problèmes d'infiltration d'air au bas de cette porte accentuant les déperditions. La sensation de froid liée au vitrage est accentuée dans le hall.
 Les deux autres portes sont en PVC avec 60% en moyenne de double vitrage 4/10/4.



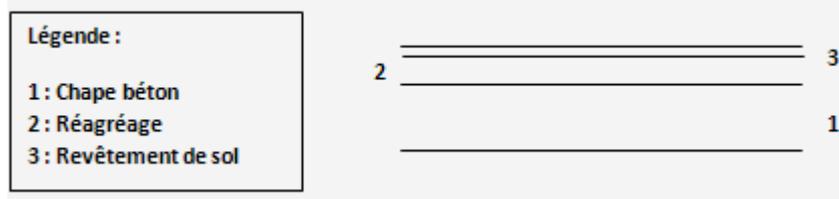
(Porte PVC double vitrage)



(Porte d'entrée)

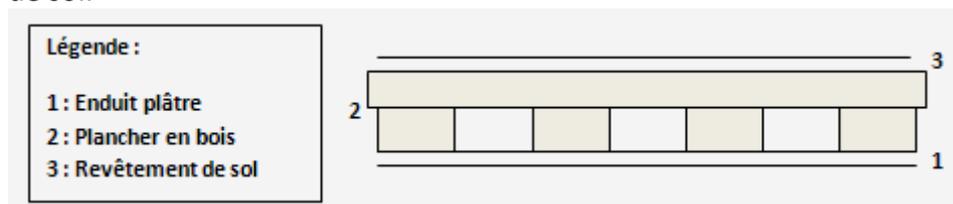
Planchers bas :

Le plancher bas du bâtiment sur terre plein est constitué d'une chape en béton, d'un réagréage en mortier sans isolation et d'un revêtement de sol (bâtiment construit avant la RT 1988).



Planchers intermédiaires :

Les planchers intermédiaires sont constitués d'un enduit plâtre, d'un plancher en bois et d'un revêtement de sol.





(Les combles avec VMC)



(Panne intermédiaire détériorée)



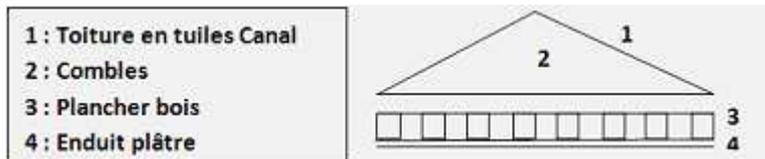
(Toiture à pans)

Toiture :

La toiture à pans est composée de tuiles de type Canal en terre cuite. Le plancher haut séparant les combles du R+1 est composé d'un enduit plâtre et d'un plancher en bois.

Les combles sont divisés en trois zones, dont une seule est accessible depuis la cage d'escalier. Les autres zones n'ont pas pu être visitées.

La partie de charpente visitée est dans un bon état malgré la présence de dégradation de certains éléments en bois (panne intermédiaire coté Sud), par des insectes xylophages





(Cave, Local non chauffé)

Local non chauffé (cave)

Le bâtiment dispose d'une cave accessible en face du hall d'entrée. Cette cave est très humide et c'est pour cette raison qu'une grille d'aération a été installée au dessus de la porte. Ce local est uniquement destiné au stockage.



(Garage mitoyen au Nord)

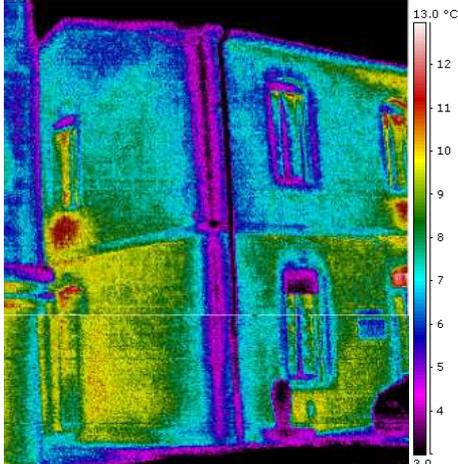
Local non chauffée (Garage du commissariat)

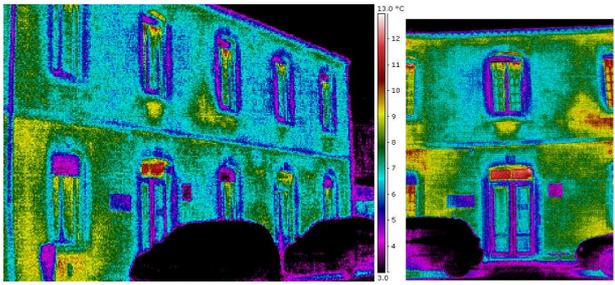
La façade Nord du bâtiment D est en partie mitoyenne avec un garage du commissariat. Cette façade Nord est commune sur toute la hauteur et 10 m de longueur en partant de la façade Est.

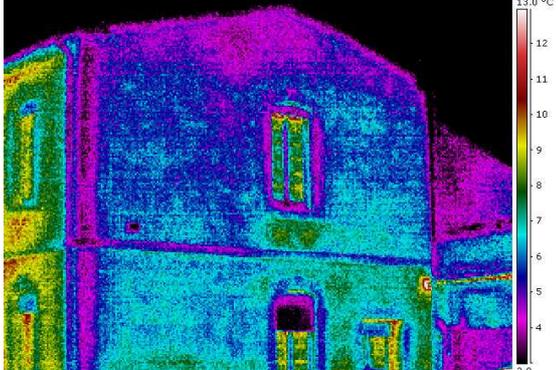
27.2 Prises de vue infrarouge

Données sur le matériel utilisé	
Marque et type de la caméra	FLIR Sytems / ThermaCAM P60
Objectif	36 mm
Résolution spectrale	LW (8 à 12 μm)
Résolution spatiale	320x240
Gamme de température	-40°C à + 1500°C.
Exactitude	$\pm 2^\circ\text{C}$ ou $\pm 2\%$ de la lecture
Certificat d'étalonnage	N°V0903-21802594 du 26/03/2009 (réalisé par FLIR Systems France)

Données météorologiques	
Date d'intervention	22/01/2010 entre 7H00 et 8H00
Conditions	Temps clair, sans couverture nuageuse.
Température extérieure début d'intervention	3,6°C
Température extérieure fin d'intervention	3,1°C
Hygrométrie	78%
Température intérieure	21°C
Commentaire	<p>L'intervention thermographique s'est déroulée dans de bonnes conditions météorologiques. Il n'y a pas eu de pluie précédant les 12 dernières heures et le temps était clair, sans couverture nuageuse.</p> <p>Le choix des angles des prises de vue n'a pas été aisé compte tenu de la disposition architecturale du site et de la présence de nombreux végétaux (arbres).</p>

N°1	Photographie	Thermogramme
		
<p>Commentaires :</p> <p>Le thermogramme présenté ci-dessus est une juxtaposition de deux prises de vue. Il montre le pignon Ouest du bâtiment. Les irrégularités thermiques repérées les plus caractéristiques se situent au niveau des allèges de fenêtres et s'expliquent par la présence de radiateurs. La variation de température observable sur le mur extérieur du rez-de-chaussée est due à un phénomène de réflexion de la température d'environnement du bâtiment I, accentué par la présence d'un portail entre les deux bâtiments.</p>		

N°2	Photographie	Thermogramme
		
<p>Commentaires :</p> <p>La prise de vue ci-dessus présente la façade Sud du bâtiment. Comme sur le thermogramme précédent, les anomalies thermiques se révèlent essentiellement au niveau des allèges de fenêtre. D'autre part, nous observons que le simple vitrage au dessus de la porte d'entrée présente une déperdition énergétique importante.</p>		

N°3	Photographie	Thermogramme
		
<p>Commentaires :</p> <p>Prise de vue de la façade Est. Le thermogramme présente des irrégularités thermiques, comme vu précédemment, au niveau des allèges de fenêtres et de l'angle sortant. D'autre part, des irrégularités thermiques sont observables au niveau de l'encadrement de la fenêtre de droite, au rez-de-chaussée.</p>		

27.3 Déperditions des bâtiments

Tableau 29 Caractéristiques des parois

Type	Nature	Surface (m ²)	U (W/m ² °C)	Eff. Energ.	Commentaire
Murs extérieurs	Enduit plâtre (0,5 cm : $\lambda = 0,56$ W/m ² °C) + Pierre de taille (43 cm : $\lambda = 1,7$ W/m ² °C) + crépis (5 mm)	211	2,3		Non isolé
Murs extérieurs (LNC garage)	Enduit plâtre ($\lambda = 0,8$ W/m ² °C) + Pierre de taille (43 cm : $\lambda = 1,7$ W/m ² °C) + crépis (5 mm)	66	2,3		Non isolé
Plancher bas	Dalle de béton (20 cm : $\lambda = 2$ W/m ² °C) + revêtement de sol	232	3,2		Non isolé
Toiture et plancher haut	plancher bois (5 cm : $\lambda = 0,23$ W/m ² °C) + enduit plâtre (0,5cm : $\lambda = 0,56$ W/m ² °C) + tuiles (R = 0,06 m ² /(W.K))	246	2,4		Non isolé
plancher intermédiaire (LNC cave)	plancher bois (5 cm : $\lambda = 0,23$ W/m ² °C) + enduit plâtre (0,5cm : $\lambda = 0,8$ W/m ² °C)	10	2,3		Non isolé
Mur porteur (LNC cave)	moellon de pierre (37cm : $\lambda = 2$ W/m ² °C) + enduit plâtre ($\lambda = 0,56$ W/m ² °C)	23	2,5		Non isolé
Vitrage	DV 4/10/4 (air) menuiserie PVC	24,3	2,8		isolation double vitrage
Portes d'entrée bois	90 % bois massif (4cm : $\lambda = 0,23$ W/m ² °C) et 10 % vitrage simple (Ug = 5,6W/m ² °C)	3,9	4		Non isolé
Portes vitrées	DV 4/10/4 air et 60 % menuiserie PVC	7	3		isolation double vitrage



* : A partir des plans fournis par la cité administrative de Lacuée et ayant réalisé un mètre des bâtiments

Hypothèse de température :

- Température extérieure de base : - 5°C
- Température intérieur : 21°C (température régulée par la chaufferie)
- Température du sol : 10°C
- Température des locaux non chauffés : 16°C

Nous obtenons une déperdition surfacique totale de 40 kW environ.

Tableau 30 Caractéristiques des ponts thermiques

Type	Nature	Longueur* (m)	ψ (W/m°C)	Eff. Energ.	Commentaire
Périmètres planchers bas	Plancher bas sur terre plein	48	0,2		Pas de gestion des ponts thermiques
Périmètres planchers haut	plancher haut sur comble	48	0,3		Pas de gestion des ponts thermiques
Angles sortants **	Murs Pierre	28	0,24		Pas de gestion des ponts thermiques
Périmètres planchers intermédiaire	Plancher sur LNC cave	22	0,3		Pas de gestion centré des ponts thermiques
Ouvrants	Embrasure des ouvrants / façades	65	0,12		Pas de gestion des ponts thermiques



* : A partir des plans fournis par la cité administrative de Lacuée et ayant réalisé un mètre des bâtiments :

- Hauteur du bâtiment : environ 7 m,
- Périmètre du bâtiment plancher bas : 48 m
- Périmètre du bâtiment plancher haut : 48 m
- Périmètre LNC cave : 11m

** : les angles sortants/entrants correspondent aux angles du bâtiment.

Les ponts thermiques représentent environ 1,3 kW.

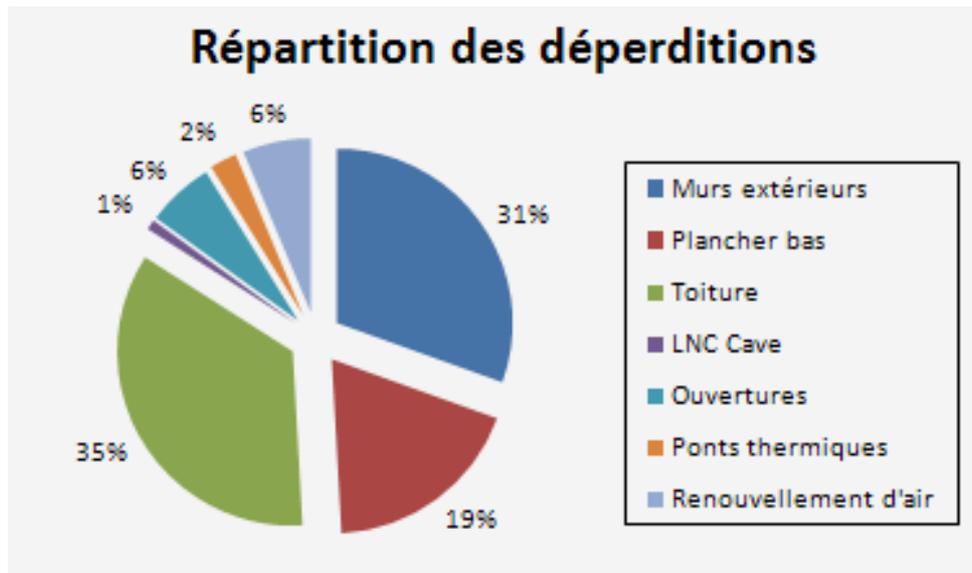
En ce qui concerne les déperditions par renouvellement d'air, lors de la visite, nous avons constaté que la seule VMC, destinée au renouvellement d'air des WC, était hors service. On effectuera donc l'hypothèse d'un renouvellement d'air égal à 1 volume/heure.

Nous obtenons donc un renouvellement d'air d'environ 312 m³/h, soit une déperdition estimée à 2,9 kW.

Voici la répartition des consommations :

Désignation	Déperditions (kW)	Ratio (%)
Parois	41,1	93,7%
Renouvellement d'air	2,8	6,3%
Total chauffage	43,9	100%

Il faut aussi souligner que le calcul des déperditions correspond au calcul le plus défavorable pour le bâtiment. La Cité administrative de Lacuée dispose d'une même chaufferie pour couvrir les besoins des 5 bâtiments. Nous tirerons donc des conclusions quant à la déperdition des bâtiments et la puissance des chaudières dans une partie commune pour les 5 bâtiments.



Globalement le bâtiment n'est pas isolé au niveau des murs extérieurs, plancher bas et toiture. Il dispose néanmoins de double vitrage pour la grande majorité des ouvertures.

Environ un tiers des déperditions thermiques (35%) sont dues à la toiture. En effet, il s'agit d'une surface relativement importante, de plus la chaleur montant, les fuites thermiques en toiture sont favorisées. Une bonne isolation en toiture est souvent très profitable.

Un peu moins d'un tiers des déperditions thermiques (31%) proviennent des murs extérieurs. En effet les murs extérieurs ne sont pas isolés et représentent une surface importante. Ces déperditions comprennent aussi les pertes du mur vers le garage du commissariat (considéré comme un local non chauffé). On notera qu'un mur épais en pierre a une inertie thermique importante (capacité d'une paroi a emmagasiné de la chaleur une courte période pour la restituer dans le temps), mais ce type de mur n'est que très peu isolant.

Le plancher bas n'est pas isolé et représente quant à lui environ 1/5 du total (19%).

Les ouvertures composées de double vitrage 4/10/4 représentent 6% des déperditions. En effet, leur surface est faible et leur efficacité thermique bonne, par rapport à l'ensemble du bâtiment.

Le renouvellement d'air représente 6% des déperditions totales.

Finalement, le reste des éléments du bâtiment, à savoir les déperditions vers la cave et les ponts thermiques correspondent à 3%. Leur poids est relativement faible face aux autres déperditions.

28 Les installations climatiques

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des installations de chauffage et de climatisation. Elles seront présentées sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux caractéristiques techniques des équipements de production, distribution, régulation et émission. L'appréciation visuelle de l'état lors de la visite est notée également sur une échelle de couleur en pied de page.

28.1 Le traitement d'air

28.1.1 Généralités

Le traitement d'air est assuré uniquement par une Ventilation Mécanique Contrôlée Simple Flux (VMC SF) pour les sanitaires. Sinon l'ensemble des locaux a un renouvellement d'air naturel.

28.1.2 Description des installations de renouvellement d'air



(Bouche d'aération de la VMC dans les WC)

VMC située dans les sanitaires :

Lors de la visite nous avons constaté que la VMC ne fonctionnait pas. Au vue de l'encrassement de la bouche d'aération et de ce que le responsable du bâtiment nous a rapporté, la VMC est dans cet état depuis 1995.

Ainsi, nous considérons que pour ce bâtiment, seul le renouvellement d'air naturel, prend une part dans ce diagnostic.

28.1.3 Ventilation (confort d'été)

Elle est assurée individuellement par des ventilateurs. On compte ainsi 7 ventilateurs destinés à refroidir les bureaux en période estivale et un ventilateur dédié au refroidissement du réseau informatique.

Consommation totale des ventilateurs de 292 kWh/an.*

* Consommation : pour 8 ventilateurs de 50 W nous obtenons donc une puissance de 400W, durant environ ¼ de l'année (période estivale), pendant 8h/jour, soit 730 h/an.



(Ventilateur dans les bureaux)



(Ventilateur dans le local réseau)

3.2 Les productions Thermiques électriques

28.1.1 La production ECS

La production ECS pour la cuisine et les sanitaires est assurée par un ballon d'eau chaude fonctionnant électriquement. Ce ballon est situé dans la cuisine du bâtiment D.



(Ballon ECS électrique)

Voici les caractéristiques du ballon de stockage :

Marque : ATLANTIC

Modèle : PC15RB

Type : Ballon vertical à résistance électrique

Capacité : 15 litres

Nombre : 1

Puissance : 1600 W

* : Temps de fonctionnement estimé à :

- Energie nécessaire pour passer 15 litres de 10°C à 60°C :
 $4,18 \times 50 \times 15 = 3\ 135 \text{ kJ}$
- Energie instantanée produite par le préparateur :
 $1,6 \times 3\ 600 = 5\ 760 \text{ kJ}$
- Temps de fonctionnement : $3\ 135 / 5\ 760 = 0,54 \text{ heures/jour}$,
soit environ 200 h/an.

On estime la consommation du ballon à 320 kWh/an

29 Equipements liés à l'électricité spécifique

29.1 L'éclairage

La puissance installée dans le bâtiment D est de 2,9 kW soit un ratio d'environ 11,7 W/m² installé pour l'ensemble du bâtiment. Nous estimons à environ 5 % le nombre de points lumineux ne fonctionnant plus (nous avons réalisé un échantillonnage lors des visites). Lors de la visite une partie des bureaux n'était pas occupée, selon nos observations, nous retiendrons 20% de tubes fluorescents non utilisés durant les périodes d'occupation des locaux.

Les bureaux et circulations sont équipés au total de 40 tubes fluorescents de 58 W (55,4 % de la puissance installée pour les sources lumineuses).

Il est important de signaler que le bâtiment doit certainement être éclairé même en pleine journée d'été. En effet, lorsqu'il fait chaud, on considère que les stores sont baissés pour limiter l'apport solaire. On note ainsi un lien entre le confort thermique et lumineux en été.

Tableau 31 : éclairage présent sur le site

Désignation	Nombre	Puissance (W)	Tps de fct (h/an)*	Total (kWh/an)
Tubes fluocompacts	40 (bureaux)	58	1 560	3 619
Tubes fluocompacts	1	60	520	31
Tubes fluocompacts	1	40	520	20
Incandescent	2 (sanitaire)	75	520	78
Incandescent	6 (lampes bureaux)	60	260	94
			Total (kWh/an)	3 843

* : Temps de fonctionnement moyen estimé sur une base de 8h/jour en moyenne pendant 260 jours soit 2 080h/an. Comme 5 % des sources lumineuses sont défectueuses et 20% ne sont pas allumées, on obtient un temps de fonctionnement de $0,75 \times 2\,080 = 1\,560$ h/an

- pour la cuisine, salle réunion : temps estimé à 2 h/jour, pendant 260 jours soit 520 h/an
- pour les sanitaires : temps estimé à 2 h/jour, pendant 260 jours ouverts soit 260 h/a.
- pour les lampes de bureaux : temps estimé à 1h/jour pendant 260 jours ouverts soit 260h/an.

La consommation totale liée à l'éclairage est de : 3 843 kWh/an.

Dans son ensemble l'éclairage est géré par l'action sur des interrupteurs et les bureaux disposent d'une puissance nécessaire pour travailler.

Il semble que l'inconfort d'été soit à la base d'une surconsommation en éclairage. Il est capital que la réflexion sur l'éclairage soit liée à celle traitant du confort d'été.

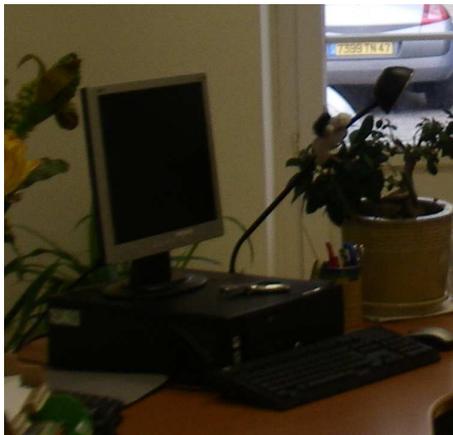
29.2 Informatique

D'après le récapitulatif du matériel informatique relevé par nos soins durant la visite, nous obtenons diverses typologies de matériels :

- unités centrales avec écrans LCD (17"),
- ordinateurs portables (15"),
- Divers : serveur informatique et Switchs,

Tous les bureaux sont équipés d'ordinateurs.

Nous supposons qu'aucun système de veille ou d'extinction n'est programmé comme nous avons pu le constater sur l'écran cathodique de la salle réseau.



(Unité centrale avec écran LCD 17")



(Ecran cathodique sans gestion de veille)

Le bâtiment dispose d'une pièce spécialement allouée au réseau informatique. Le matériel semble plus ancien pour ce lieu, avec un écran cathodique par exemple. On notera également que l'été une fenêtre est laissée ouverte et un ventilateur spécialement utilisé pour refroidir ce réseau.

Le serveur informatique et les switchs de réseau fonctionnent en continu.

		<p>Le serveur est composé d'un ordinateur avec un écran cathodique. En considérant que la consommation d'un ordinateur pour le réseau est de 385kWh/poste/an* pour une utilisation estimée à 8h/jour, avec dans notre cas un fonctionnement en continu 24h/24h et toute l'année, on arrive à une consommation liée au réseau de : 1 540 kWh/an.</p>
---	---	--

* : Ce ratio de consommation informatique est issu d'une campagne de mesure effectuée par le cabinet Enertech. Elle est disponible sur leur site internet.

Le bâtiment comprend également d'autres appareils électriques pour la bureautique (3 photocopieurs, 1 imprimante, 1 fax).

Aucun dysfonctionnement du matériel informatique n'a été signalé. En revanche, nous estimons à 20% le nombre d'ordinateur non utilisés, selon le taux d'occupation des bureaux constaté lors de la visite.

Tableau 32 : informatique présent dans le bâtiment

Désignation	Nombre	Conso en fct moyen (kWh/ordi/an)*	Total (kWh/an)
Unités centrales + écrans LCD 17"	6	320*	1 920
Ordinateur portable 15"	2	53*	106
Imprimantes et fax	2	147*	294
Photocopieurs	2	681*	1 362
Total (kWh/an)			3 712
20% de non utilisation			
Conso réelle (kWh/an)			2 970

* : Ces ratios de consommation informatique sont issus d'une campagne de mesure effectuée par le cabinet Enertech. Elle est disponible sur leur site internet.

La consommation totale liée à l'informatique est de : 4 510 kWh/an.



(Espace alloué aux photocopieurs)

29.3 Electricité spécifique ou divers

L'électricité spécifique ou divers correspond à 2 % des consommations électriques du bâtiment principal, soit une consommation de : 200 kWh/an.

Nous considérons dans ce chapitre :

- Appareil de la cuisine (Réfrigérateur, Cafetière, Lave vaisselle, Micro onde, bouilloire)
- Poste radio, balance
- Ventilateur
- sèche main (Hors service)
- ...

La consommation totale d'électricité spécifique est estimée à 200 kWh/an.



(Sèche main HS dans les sanitaires)

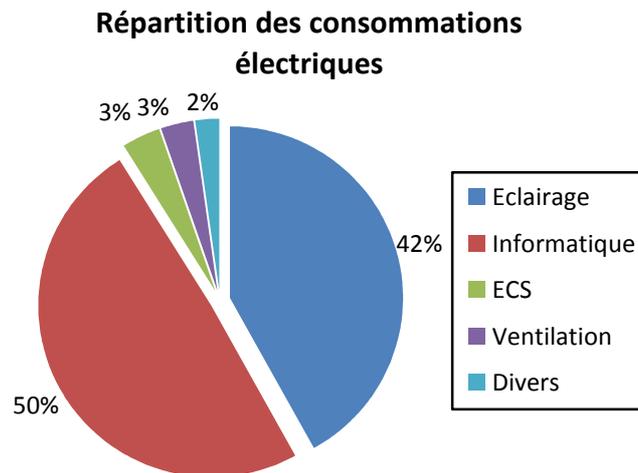


(Réfrigérateur dans la cuisine)

30 Bilan des consommations d'électricité

Le bâtiment affiche une consommation électrique moyenne estimée à 9 165 kWh/an* (37,1 kWh/m² SHON/an) nécessaire aux différents besoins du bâtiment (éclairage, informatique, ECS,...).

* Selon la facture électrique de 2008 prise comme référence.



L'informatique, comprenant la bureautique, correspond également au poste le plus consommateur avec 50%. En effet, le bâtiment accueille en parti des bureaux. Il ne semble pas y avoir une gestion particulière du parc informatique comme le témoigne les écrans sans mise en veille automatique. Les ordinateurs de bureaux sont tous équipés d'écrans plats moins consommateurs d'énergie. Cependant l'ordinateur pilotant le réseau est encore équipé d'un écran cathodique.

Vient ensuite l'éclairage qui représente 42% de la consommation annuelle d'électricité. Cela est principalement dû aux tubes fluorescents de 58W installés dans les bureaux. L'inconfort d'été nécessite de baisser les stores pour limiter les apports solaires, entraînant une surconsommation de l'éclairage. On note également la présence d'ampoules à incandescence pouvant être remplacées par des ampoules basses consommations.

L'eau chaude sanitaire (ECS) représente une faible part, seulement 3% du total.

Les ventilateurs avec leur 3% également, sont peu consommateurs par rapport aux postes clefs. Cependant, les consommations liées à ce poste seraient réduites si le confort d'été avait été pris en compte lors la conception ou lors des rénovations du bâtiment.

Finalement le divers représente les 2% restants, comprenant notamment les besoins électriques liés à la cuisine. On note également que certains comportements peuvent tendre à diminuer ces consommations diverses de manière significative, comme éteindre l'éclairage quand on quitte une pièce pour un moment.

31 Bilan des consommations d'eau

Les consommations de l'année de référence sont de 61,5 m³/an.

Nous estimons donc une consommation de : 0,25 m³/m²/an.

Divers postes de consommation existent :

- Les sanitaires
- La cuisine
- Divers

	La cuisine comprend un évier avec un robinet classique dont le débit est estimé à 0,2 l/s un lave-vaisselle classique ainsi qu'une cafetière et une bouilloire électrique.
--	--

Les sanitaires comprennent un WC avec une chasse d'eau de 10 l et un lavabo dont le débit est estimé à 0,2l/s.

Aucun équipement hydro-économique est utilisé.

Nous estimons l'occupation des locaux à 4 personnes en fonction du taux d'occupation réel constaté lors de la visite.

Tableau 33 : récapitulatif des équipements consommateurs d'eau froide et évaluation des consommations

ZONE	WC	LAVABOS	EVIERS	LAVE-VAISSELLE	FUITES
Nombre total	1	1	1	1	/
Conso moyen annuelle en m³	20,8*	4,2**	10,4***	9,1****	17

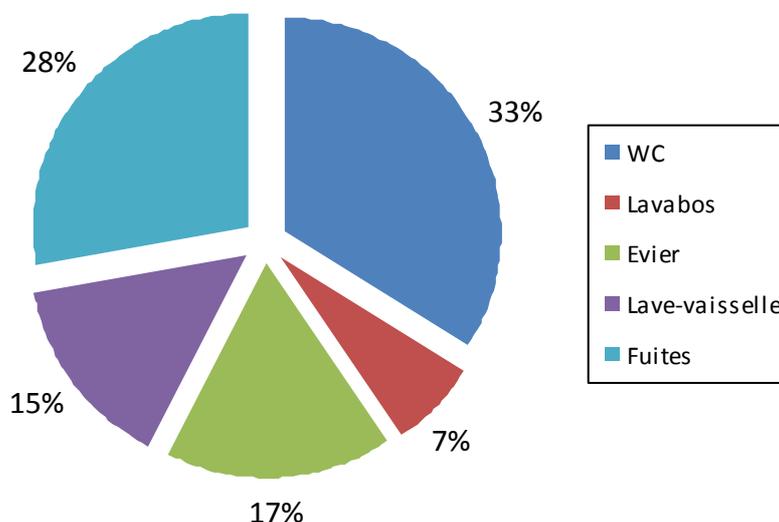
* : pour une occupation des locaux par 4 personnes/jour (qui vont 2 fois/jour au WC), durant 260 jours ouvrés et un stockage de 10 l.

** : pour une occupation des locaux par 4 personnes/jour (qui vont 2 fois/jour au WC), durant 260 jours ouvrés et un débit de 2l/usage.

*** : pour une occupation des locaux par 4 personnes/jour (consommation de 10 l d'eau /jour), durant 260 jours ouvrés.

**** : pour une utilisation de 1 cycle /semaine, durant toute l'année soit 52 semaines, avec un débit de 35l/cycle.

Répartition des consommations d'eau



Nous remarquons que la consommation d'eau principale est due en majorité à l'utilisation des WC (33%). Ils disposent d'une chasse d'eau 10 l., le remplacement pour une chasse d'eau de 6l serait intéressant.

L'usage de l'évier représente un quart des consommations (17%). Il correspond à des besoins assez divers (cuisine, sanitaire, ménage,...).

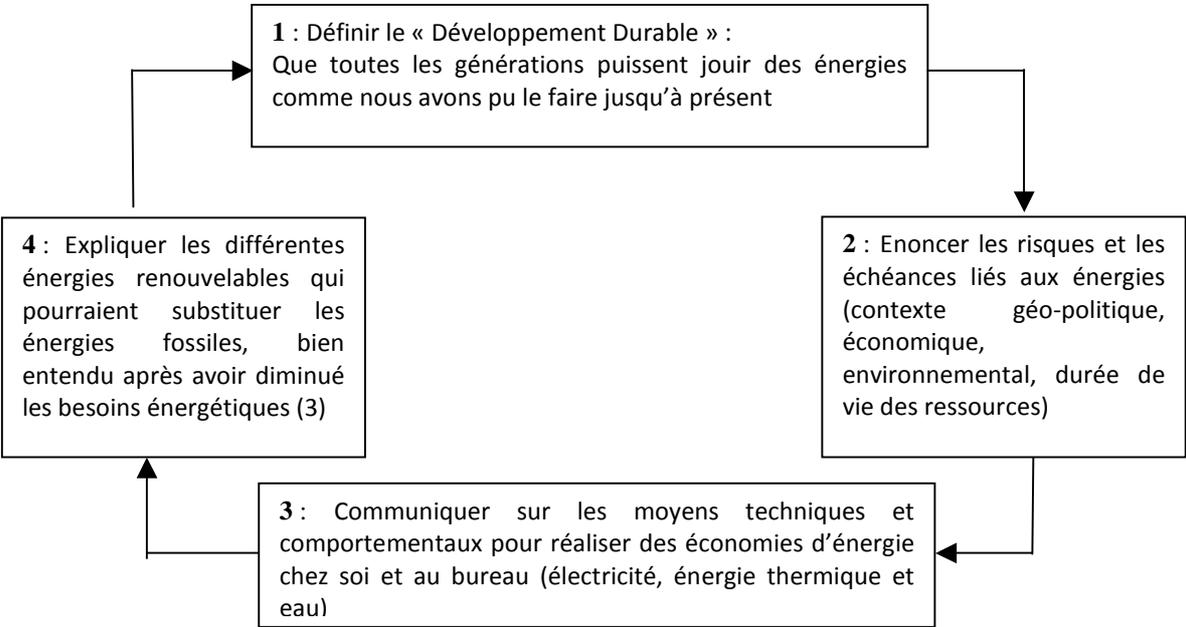
Le lavabo dans les sanitaires représente 7%, il est lié à l'utilisation des toilettes, son débit pourrait être diminué avec l'utilisation de matériel hydro-économe.

Le lave-vaisselle représente une part infime avec 15%.

Finalement les fuites, retrouvés par différence seraient de l'ordre des 17%. Il semble important de vérifier ce point par une mesure directe.

32 Propositions d'actions

32.1 Responsable Energie

Responsable « ENERGIE »	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des consommations énergétiques • Sensibilisation du personnel 	
Description	
 <pre> graph TD 1[1 : Définir le « Développement Durable » : Que toutes les générations puissent jouir des énergies comme nous avons pu le faire jusqu'à présent] --> 2[2 : Enoncer les risques et les échéances liés aux énergies (contexte géo-politique, économique, environnemental, durée de vie des ressources)] 2 --> 3[3 : Communiquer sur les moyens techniques et comportementaux pour réaliser des économies d'énergie chez soi et au bureau (électricité, énergie thermique et eau)] 3 --> 4[4 : Expliquer les différentes énergies renouvelables qui pourraient substituer les énergies fossiles, bien entendu après avoir diminué les besoins énergétiques (3)] 4 --> 1 </pre>	
Mise en œuvre	
Voici différentes mises en œuvre possibles : <ul style="list-style-type: none"> ▪ mettre des autocollants et afficher des papiers concernant le gaspillage (pour éveiller les consciences) ▪ donner à chaque salarié un ratio de consommation qui peut lui être attribué (consommations d'eau et d'énergie finale ramenées au nombre d'employés) pour lui montrer qu'il a une empreinte sur les consommations de l'établissement. ▪ Penser à sensibiliser les employés sur ce qui peut être réalisé chez eux, car s'ils prennent de bonnes habitudes à la maison, celles-ci se répercuteront sur le lieu de travail. ▪ Utiliser l'outil de suivi réalisé par l'APAVE pour permettre au responsable « Energie » de toujours connaître l'évolution des consommations en fonction des travaux ou des restructurations réalisables. 	
Résultats d'analyse	
Une bonne sensibilisation permettra aux salariés de mieux se comporter au niveau énergétique (on peut atteindre une diminution de 5 % des consommations globales des établissements avec ce type de procédé).	

Voici des éléments, à ajouter à une fiche de bonne pratique :

Qu'est-ce que je peux faire ?	Consommation par agent
<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer les éclairage énergivores par des ampoules à basse consommation - Afficher un Diagnostic de Performance Energétique (DPE). - Nous mettons à votre disposition une installation pour les réunions à distance (visioconférence) - Eteindre la lumière en quittant une pièce (bureaux, toilettes...) : mieux vaut la détection au comportementalisme - Eteindre chaque soir les ordinateurs, les écrans, les imprimantes, les photocopieurs... : préférer un gestionnaire et une coupure générale des ordinateurs au comportementalisme - Emprunter les escaliers plutôt que les ascenseurs : privilégier les descentes par les escaliers et les montées par les ascenseurs (plus simple pour le comportement) - Chauffer ou climatiser en fermant les portes et les fenêtres de la pièce. - Limiter les déplacements professionnels inutiles en voiture. - Envisager le co-voiturage quand cela est possible. - Diminuer les température de consigne de chauffage et de climatisation (1°C = 7 % d'économies sur le chauffage et 3 % sur la climatisation). 	<p style="text-align: center;">Energie</p>  <p style="text-align: center;">30,7 KWh (électricité et gaz) par agent par jour en moyenne (260 j ouvrés/an)</p> <p style="text-align: center;">Electricité : 8,8 kWh/pers/jour</p> <p style="text-align: center;">Gaz : 21,8 kWh/pers/jour</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous installons des mousseurs sur la robinetterie - Fermer les robinets quand on n'a pas l'utilité de l'eau. : il vaut mieux mettre des robinets presto (qui limite le temps d'écoulement de l'eau à 10 secondes) - Signaler les fuites d'eau à SVP Logistique. <p>c'est aussi valable pour les personnes ayant accès aux productions.</p>	<p style="text-align: center;">Eau</p>  <p style="text-align: center;">5 litres d'eau (sanitaire, de chauffage) par jour en moyenne par agent (260 jours ouvrés/an)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Veiller à l'état du parc des imprimantes et tendons vers des consommables éco-labellisés. - N'imprimer que lorsque cela est indispensable ou en Recto verso si cela est possible. - Garder les feuilles inutilisées en verso et faire des blocs brouillons au façonnage. - Eviter les tirages en trop grande quantité et leur stockage - Réutiliser les chemises et les dossiers en carton. 	<p style="text-align: center;">Papier</p>  <p style="text-align: center;">40 kg par agent par an, soit plus de 17 ramettes de papier A4, en moyenne pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous réparons au lieu de jeter. - Nous faisons recycler : <ul style="list-style-type: none"> - les ordinateurs : récupération des métaux nobles ou envoi dans les pays du tiers monde - les déchets : attention aux différents types de déchets, si métaux : OK, si fluide frigorigène, voir directement avec les organismes affiliés à leur récupération, autres en fonction - le papier - Trier les éléments à jeter dans les corbeilles en respectant les compartiments alimentaires et papier. 	<p style="text-align: center;">Déchets</p>  <p style="text-align: center;">300 kg de déchets par agent et par an pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous achetons des véhicules moins polluants : < 110 g CO2/an, au dessus il n'y a pas d'intérêts - Nous facilitons les transports en train grâce à des cartes d'abonnements - Nous développons nos installations de visio conférences <ul style="list-style-type: none"> - Développer le covoiturage pour les déplacements en mission et/ou domicile-travail - Privilégier des moyens de transports en commun dès que cela est possible - Déployer les réunions dématérialisées 	<p style="text-align: center;">Transports</p>  <p style="text-align: center;">3 500 km par agent et par an pour ce type d'usage</p>

32.2 Enveloppe

❖ Isolation des murs extérieurs :

Comme nous avons pu le remarquer, il existe des surconsommations de chauffage et de climatisation liées au manque d'isolation du bâtiment, l'année de construction du bâtiment étant antérieure à la première réglementation thermique.

Nous préconisons une isolation par l'intérieur des murs du bâtiment. Le choix de l'isolation intérieure est lié à la facilité de mise en œuvre de la préconisation, car on n'agit pas sur la structure extérieure du bâtiment, mais sur un ajout d'isolation manquante. De plus le bâtiment fait partie d'une zone classée par les Architectes des Bâtiments France, et donc nous ne pouvons pas agir par l'extérieur de l'enveloppe, afin de conserver l'aspect historique du site.

Ces préconisations seront calculées sans action sur la régulation du bâtiment, donc on garde comme écart de température les 26 °C de l'état des lieux.

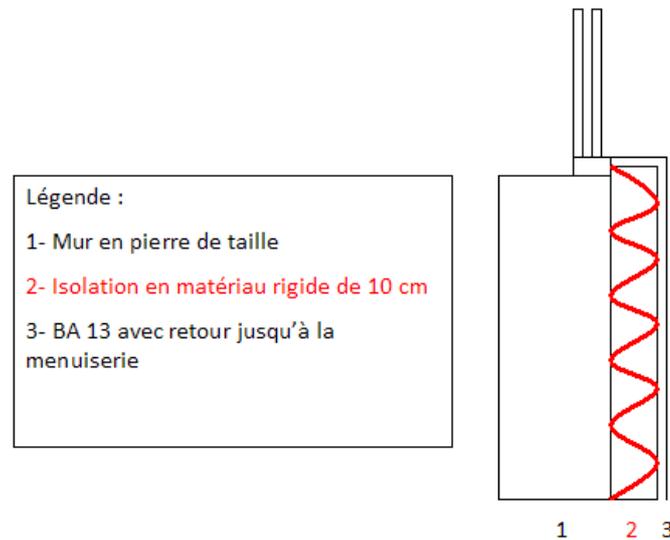
Actuellement les déperditions par les murs extérieurs représentent 31 % des déperditions totales.

Pour l'isolation intérieure, nous préconisons l'emploi d'isolant rigide (fibre de bois ou polystyrène) ($\lambda < \text{ou} = 0,038 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$) avec du BA 13, l'avis technique existe pour l'obtention des assurances décennales. Les avis techniques sont des documents édités par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) qui informent sur un produit qui satisfait la réglementation, son emploi et sa durabilité dans le temps.

Pour le calcul du temps de retour sur investissement, notre choix s'est porté sur un système d'isolation rigide avec un parement en BA 13 correspondant à l'architecture intérieure (couche de plâtre) actuelle du site. L'utilisation d'un isolant rigide est justifié par le fait que les isolants en rouleaux s'affaissent dans le temps et ne permettent pas une économie énergétique linéaire dans le temps. La couche d'isolant doit avoir une épaisseur d'au moins 100 mm et une conductivité thermique d'au moins 0,04 W/m°C.

ATTENTION : Lors de l'isolation, il est très important de mettre le pare vapeur de l'isolant côté extérieur du bâtiment. Cela permet à l'humidité de traverser la paroi.

Voici la préconisation qui nous semble la plus adaptée :



Il est important que l'isolation par l'intérieur couvre le rebord de fenêtre afin d'éviter la création de ponts thermiques. De même pour la partie haute de la fenêtre, l'isolant doit revenir jusqu'aux menuiseries.

Estimation des économies réalisables :

- Déperditions par les murs avant isolation (31 % des déperditions): 7 056 kWh/an
 - U murs avant travaux : 2,3 W/m².°C
 - U mur après travaux : 0,3 W/m².°C
- } **Facteur d'économies : 87 %**
- Economie sur les déperditions par ce type de parois : 6 139 kWh/an
 - Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
 - **Economies financières : 215 € HT/an**

Coût de l'investissement :

- Isolation intérieure (sont compris l'isolant, la préparation du mur, le BA 13, les vis et la main d'œuvre) d'épaisseur 100 mm : 7 500 € HT (pour une surface d'environ 211 m²)
- TRB = 7 500 / 215 = 34,9 ans

Malgré un temps de retour important, le sentiment de paroi froide va être nettement amoindri, le confort des occupants sera amélioré, surtout en période estivale.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
527 500 kWh CUMAC*

- : Action BAT-EN-02.

Gènes occasionnées par la précø. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

❖ Isolation des toitures à pans non isolée :

Lors de notre visite, nous avons constaté l'absence d'isolation dans les combles.

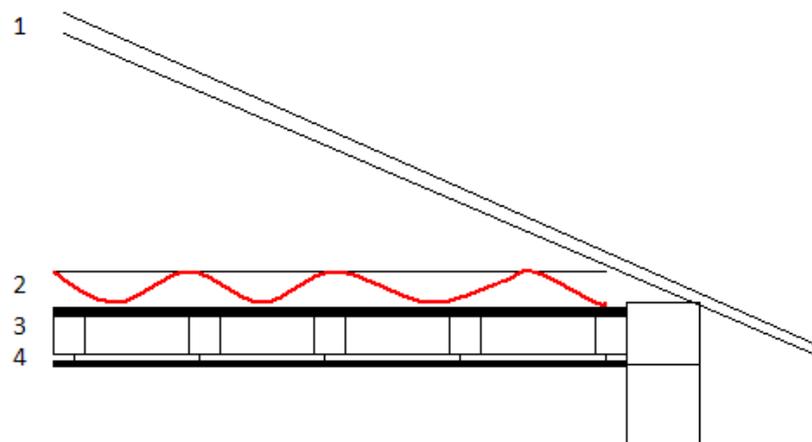
Il serait donc judicieux d'isoler la toiture du bâtiment avec une épaisseur isolante d'au moins 300 mm d'épaisseur et une conductivité thermique d'au moins 0,038 W/m.°C.

Pour le calcul du temps de retour, notre choix se porte sur de la ouate de cellulose pour plusieurs raisons :

- Tout d'abord la ouate de cellulose est un éco-matériau c'est-à-dire que l'énergie grise* est moins importante pour la conception de ce type de matériaux que pour la conception de matériaux plus conventionnels (laines minérales, polyuréthanes, polystyrènes,...)
- Les ouates de celluloses possèdent l'ACERMI . L'ACERMI est la reconnaissance par l'Association pour la CERTification des Matériaux Isolants, que le produit est de bonne qualité (qualité d'isolation, durée de vie, comportement dans le temps,...).

* : L'énergie grise d'un matériau est l'énergie nécessaire, pour sa conception, son transport, son utilisation (mise en place) et son retraitement.

Légende :	
1	Couverture en tuile
2	Isolation en ouate de cellulose (30 cm pour un lambda de 0,038 W/m°C)
3	Plancher bois
4	Plafond en lattes-plâtre



Pour les toitures à pans (combles non utilisables), il est préférable d'isoler le plancher haut plutôt que la toiture.

Il est important de passer un peu d'eau sur la ouate de cellulose afin de cristalliser les sels de bore, ce qui empêchera au vent de déplacer l'isolant (qui est volatile : comme du coton).

Estimation des économies potentiellement réalisables :

- Déperditions par la toiture avant isolation (35 % des déperditions) : 7 966 kWh/an
 - U toitures avant travaux : 2,4 W/m².°C
 - U toitures après travaux : 0,1 W/m².°C
 - Economies sur les déperditions de chauffage : 7 647 kWh/an
 - Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
 - Economies liées au chauffage : 268 € HT/an
- } **Facteur d'économies : 96 %**

Coût de l'investissement :

- Isolation toiture : 5 000 € HT (pour une surface d'environ 246 m²)
- TRB = 5 000 / 268 = 18,6 ans.

Certificats d'économies d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
369 000 kWh CUMAC*

- : Action BAT-EN-06.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

De plus il ne faut pas négliger que la durée de vie du bâtiment va augmenter.

❖ Les ouvrants

- Remplacement des vitrages actuels :

Le vitrage actuel installé principalement au sud est dans un état correct mais peu être optimisé. (absence de couche peu émissive, manque de rupteurs de ponts thermiques, performance du double vitrage 4 x 10 x 4 qui peut être améliorée de façon significative par l'emploi de matériel plus récent).

Le fait de remplacer cette surface de vitrage va permettre de diminuer les apports solaires en été, donc les surchauffes, et va augmenter le coefficient d'isolation du bâtiment, d'où une diminution des déperditions. De fait cela va entraîner une baisse de la consommation électrique (moins de besoins des ventilateurs) et une diminution des besoins de chauffage.

De plus la sensation de paroi froide va être nettement amoindrie, donc le confort des occupants sera amélioré.

Nous préconisons le remplacement des ouvrants 4 x 10 x 4 par des ouvrants 4 x 16 x 4 (4 mm de verre, 16 mm d'air, 4 mm de verre) peu émissifs avec des menuiseries PVC (pour rester dans l'architecture du site : tous les ouvrants actuels sont munis de menuiseries PVC) équipées de rupteurs de ponts thermiques (isolation des menuiseries).

Il serait judicieux de choisir un vitrage dont la lame d'air est composée d'argon : les performances du vitrage sont améliorées lorsqu'on ajoute du gaz Argon, plus isolant que l'air (pour que l'air ou un gaz soit le plus isolant possible, il faut qu'il reste figé Si l'argon est indispensable sur des [menuiseries aluminium](#), il ne l'est pas forcément sur des [menuiseries PVC](#) (plus isolantes naturellement) qui affichent des performances supérieures à ce que demande la RT2005, sans pour autant avoir recours à cette option.

Isolation thermique haute performance

Fenêtres PVC Maestro



Isolation thermique haute performance

- 1- double vitrage 4-16-4 ITR (Isolation Thermique Renforcée) qui limite les déperditions de chaleur et amène un grand confort en supprimant l'effet de paroi froide le long des vitres
- 2- doubles joints d'étanchéité

Solidité, fiabilité

- 3- renfort acier (selon abaques de fabrication contrôlés par le CSTB)
- 4- soudure dont la solidité est testée quotidiennement sur un banc d'essai contrôlé par le CSTB

Esthétique et finition

- 5- joint de vitrage gris clair très discret
- 6- fiches laquées avec visserie cachée

Des lignes élégantes, exclusives

- 7- parciose moulurée côté intérieur
- 8- poignée centrée, et battement mouluré symétrique pour des lignes équilibrées

(source image : www.fenetre-apdiffusion.com)

ATTENTION : il est recommandé de mettre en place les ouvrants sur le nu extérieur afin d'éviter la création de ponts thermiques importants, surtout dans le cas d'une isolation extérieure, préconisée ci-dessus.

Gains sur les déperditions :

- Consommations liées au vitrage (représentées 6 % des déperditions) : 1 366 kWh/an
- U vitrages avant travaux : 2,8 W/m².°C
- U vitrages après travaux : 1,6 W/m².°C
- Economies énergétiques liées au remplacement du vitrage : 587 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 TTC/kWh ou 0,039 € HT/kWh
- Gain économique : 20 € HT/an
- Investissement : 7 800 € HT pour environ 24 m²
- Temps de retour brut : 390 ans

} Facteur d'économies : 43 %

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
61 200 kWh CUMAC*

* : Action BAT-EN-04.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

32.3 Remise en état de la VMC et mise en place d'une variation de vitesse

Lors de notre visite, nous avons constaté que la Variation Mécanique Contrôlé (VMC) ne fonctionnée pas. Après le sondage du responsable du site, il est apparu que celle-ci ne fonctionne plus depuis de nombreux mois. La remise en état de cette ventilation permettrait un renouvellement d'air suffisant pour les besoins de ce bâtiment.

D'autre part, le caisson de ventilation est équipé d'une programmation mais les horaires ne correspondent pas toujours au taux d'occupation réel du bâtiment augmentant ainsi les dépenses énergétiques. A titre d'exemple, un ventilateur d'une puissance d'1 kW fonctionnant en continu consomme 8 760 kWh/an soit une dépense d'environ 876 € par an. La commande par horloge est bien adaptée pour le contrôle des zones à occupation constante et à intermittence régulière (bureaux).

Sachant que les locaux sont occupés pendant une période de 8h à 18h en moyenne hors week-ends, il faut optimiser au mieux le temps de fonctionnement de ces équipements.

Pour du conditionnement d'air ou du renouvellement d'air en zone sèche, on coupera la ventilation en période d'inoccupation. Par contre pour de l'extraction en zones humides (toilettes, ...), il est préférable de diminuer le débit (petite vitesse) afin d'éviter des problèmes d'odeur en cas de coupures prolongées.

Par contre, une surventilation nocturne peut être bénéfique afin de décharger le bâtiment des calories emmagasinées en période estivale.

C'est pour cela que la variation de vitesse est intéressante, car elle coupera l'alimentation des moteurs (ventilateurs) et ajustera les débits en fonction des besoins réels.

Faisabilité de la préconisation :

- Consommation électrique théorique liée à la remise en état de la ventilation estimée à : 876 kWh/an ($P = 0,1 \text{ kW}$).
- Economies théoriques totales liées à la variation de vitesse par rapport à une ventilation classique, estimées à : 219 kWh/an
- Economies financières liées à la variation de vitesse estimées à : 16 € HT/an (0,072 € HT/kWh)
- Investissement global pour 1 ventilateur : 75 € HT
- Temps de retour global : 6 ans.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 10 ans ventilateurs : 780 kWh CUMAC*

- : Action BAT-TH-12

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

32.4 Eclairage

L'éclairage est un pôle très peu optimisé dans le bâtiment.

Il faut pour diminuer les consommations électriques liées à l'éclairage :

- remplacer les ampoules à incandescence par des basses consommations de 11 W,
- Mise en place de détection dans les sanitaires,
- Utiliser les kits de rénovation rétrolux afin de remplacer les tubes T8 de 18 W par des tubes fluorescents T5 de 14 W, les tubes de 36 W par des 28 W et les tubes de 58 W par des tubes T5 de 35 W pour les mêmes luminosités.

Luminaire en place	Kit de rénovation adapté
1x18W + ballast ferromagnétique	1x14W + ballast électronique
1x36W + ballast ferromagnétique	1x28W + ballast électronique
1x58W + ballast ferromagnétique	1x35W + ballast électronique
4x18W + ballast ferromagnétique	4x14W + ballast électronique

Le passage à de l'éclairage fluorescent plus performant (ballasts et tubes) permet d'économiser jusqu'à 40% d'énergie.

Le changement de luminaire doit s'intégrer dans une politique globale de rénovation des espaces intérieurs sinon les économies ne suffisent pas à rentabiliser l'opération.

Le kit de rénovation RETROLUX permet de transformer un éclairage muni de tubes fluorescent T8 avec ballasts ferromagnétique en luminaire performant constitué d'un tube T5, d'un ballast électronique (qui améliore le cos phi) et d'un réflecteur en aluminium.

Les kits existent pour 1, 2 ou 4 tubes.

Voici leurs mises en place :



1 : on enlève le tube existant 2 et 3 : on met le kit rétrolux (T5 + ballast électronique)

Les avantages de l'utilisation de tubes T5 par rapport au T8 :

- augmentation de la durée de vie,
- allumage instantané,
- meilleur rendu des couleurs.

De plus, nous devons signaler : La Commission de l'environnement du Parlement européen s'est prononcée en février 2009 à une large majorité en faveur du retrait progressif des ampoules à incandescence. Ce qui est prévu sous réserve d'approbation définitive :

- retrait des ampoules de 100 watts au 1er septembre 2009 ;
- retrait des ampoules de 75 watts en septembre 2010 ;
- les 60 watts pour septembre 2011 et les dernières (25 et 40 watts) pour 2012.

COMBIEN DE WATTS? – ÇA C'EST LA QUESTION!



Ampoules à incandescence	Ampoules économie d'énergie
25 Watts	5 Watts
40 Watts	7 Watts
60 Watts	11 Watts
75 Watts	15 Watts
100 Watts	20 Watts

Nous préconisons l'emploi de 11 W, plutôt que des ampoules basse consommation de 7 W, afin de conserver le nombre de lumens (lm : capacité d'éclairage des sources lumineuses : lux/m²). En effet une ampoule incandescente de 40 W produit environ 600 lm contre 420 lm pour une basse consommation de 7 W. Le modèle 11 W permet d'atteindre 660 lm, donc ce choix correspond mieux aux besoins lumineux des pièces desservies (stockage et WC).

Il est vrai que la mise en place d'un allumage par détection de présence, va limiter fortement le temps de fonctionnement des sources lumineuses fluorescentes et donc diminuer leurs durées de vie. Ce type d'éclairage a une meilleure durée de vie sur des utilisations longues plutôt qu'intermittentes. La durée de vie de ses sources lumineuses est alors divisée par un facteur 4. Or leur temps de vie moyen, en condition normale, est d'environ 8 000 h/an, soit 2 000 h/an pour des usages intermittents (facteur 4).

Maintenant une source lumineuse incandescente a un temps de vie de 1000 h/an, donc même en utilisation intermittente, et de courtes durées, les éclairages fluorescents auront une durée de vie supérieure à l'incandescence.

Attention aux déchets : *Petit déchet dangereux. Traitement spécifique (Mercure, Krypton 85 radioactif dans certains starter).*

L'investissement concernant la minuterie est de : 60 € HT, qui induit une économie de l'ordre de 5 % des consommations de l'éclairage : 192 kWh/an.

Economie et investissement sur l'éclairage					
Type	Nombre	Economies/sources (W)	Tps de fct (h/an)	Economies (kWh/an)	Investissement (€ HT)
Sanitaires (remplacement des 75 W par des 11 W)	2	75 – 11= 64	520	66	20
Détections sanitaires avec horloge intégrée (pour minuterie)	Estimé à 5	Estimé à 5 % des consommations totales de l'éclairage de ces parties		13	60
Kits de rénovation	40	58 – 35 = 23	1 560		
Rétrolux pour 40 W,	1	60 – 35 = 25	520	1 983	1 454
58 W et 60 W	1	40 – 28 = 12	520		
Total				2 062	1 534

Faisabilité de la préconisation :

Economies totales sur le pôle éclairage : 2 062 kWh/an

- Economies financières estimées à : 148 € HT/an (0,072 € HT/kWh)
- Investissement global : 1 594 € HT
- Temps de retour global : 10,7 ans.

Le temps de retour est prohibitif car l'investissement prend en compte tout les tubes fluorescents. De plus les économies sont peu importantes du fait que les consommations de ce pôle sont faibles.

Certificats d'économies d'énergies :

- pour le remplacement des tubes T8 en T5 : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
28 290 kWh CUMAC*
- pour le remplacement des ampoules à incandescence par lampes fluorescentes sans automatisme : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
2 000 kWh CUMAC*

- : Action : BAT-EQ-04 et BAT-EQ-09.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

32.5 Informatique

Plusieurs solutions existent :

- mise en place du logiciel libre Energy Star (www.energystar.gov), qui est un gestionnaire de veilles.

Pour savoir de quel gestionnaire d'énergie est muni un ordinateur, il faut se rendre dans le menu gestion des paramètres d'alimentation. Pour ce faire, depuis le bureau, on clique sur :

- Démarrer
- Paramètres
- Panneau de configuration
- Option d'alimentation

Si les délais paramétrables proposés sont écran, arrêt des disques durs, veille et veille prolongée, le gestionnaire est ACPI (dernière génération de gestionnaire d'énergie disponible : type Energy Star). Si l'option veille prolongée n'est pas proposée, il s'agit d'une version antérieure.

Si on veut réduire efficacement les consommations d'énergie tout en maintenant des temps de remise en marche raisonnables, les délais conseillés sont les suivants:

- Ecran : 10 minutes
- Veille (unité centrale) : 20 minutes
- Veille prolongée (unité centrale) : 60 minutes

Si le temps de sortie de l'état d'hibernation est suffisamment court, on pourra réduire le temps de passage dans cet état à 20 minutes. Il est conseillé de continuer à éteindre chaque jour son ordinateur, non pour des raisons de réduction de consommation (les puissances appelées en hibernation et à l'arrêt sont en général identiques) mais pour lui permettre de redémarrer quotidiennement et donc d'éviter des blocages intempestifs du système.

Des délais plus courts peuvent même être paramétrés (par exemple 5 minutes pour l'écran et 10 minutes pour l'unité centrale). L'économie afférente n'est pas négligeable. Cependant, si on veut que cette mesure soit acceptée, il faudra en parallèle sensibiliser les usagers à la nécessité de réduire leur consommation énergétique. Sans aucune explication, cette mesure pourra être rejetée car vécue comme inconfortable.

Pour les ordinateurs qui sont munis d'un gestionnaire de veille de génération antérieure à ACPI, on paramètrera le passage en veille uniquement de l'écran (délai : 10 minutes). En effet, la gestion d'énergie de l'unité centrale n'est pas suffisamment fiable pour généraliser son utilisation.

Il faut toujours garder en mémoire que le réglage des paramètres de gestion de l'énergie dépend essentiellement de la façon dont l'ordinateur est utilisé.

- mise en place d'une horloge sur le TGBT avec actions sur toutes les imprimantes et photocopieurs. La plupart des appareils de bureautique continue de fonctionner inutilement au cours de la nuit (21 heures à 6 heures). On pourrait commander leur fonctionnement grâce à cette horloge, qui couperait l'alimentation des appareils de 21 h à 6 h du matin.

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées à l'utilisation d'Energy star : 120 kWh/poste/an soit 720 kWh/an sur les consommations électriques
- Economies liées à la mise en place de coupures sur les armoires électriques pour les photocopieurs : 263 kWh/photoc./an soit 526 kWh/an sur les consommations électriques,
- Investissements :

Coût des préconisations informatiques			
Désignation	Coût (€ HT/unités)	Nombre	Coûts total (€ HT)
Energy Star	0	8	0
Horloge	40	2	80
		Total	80

- Economie énergétique totale : 1 246 kWh/an
- Economies financières (0,072 € HT/kWh) : 97 € HT/an
- Temps de retour global : 0,9 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

32.6 Formation du personnel

FORMATION DU PERSONNEL	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur entretien des infrastructures • Aspects sécurité mieux pris en compte 	
Description	
<p>Dans nombre d'établissements, des problèmes d'habilitation électrique sont présents. En effet du personnel non électricien est souvent confronté à des problèmes liés à l'électricité et dépanne des installations sans être pour autant habilité.</p> <p>Nous mettons l'accent sur ces habilitations électriques, indispensables pour des interventions en toute sécurité.</p> <p>De plus le personnel peut effectuer des tâches ne correspondant pas à sa qualification (ex : un peintre peut faire de la plomberie).</p> <p>Il serait souhaitable de former ce personnel qui est multi-tâches afin d'obtenir du travail exécuté dans les règles de l'art.</p> <p>En outre, une sensibilisation aux économies d'énergies du personnel technique est recommandée pour apporter des connaissances supplémentaires par exemple sur l'étanchéité à l'air, l'éclairage, l'utilisation de peinture adaptée (pour diminuer la consommation d'électricité par l'entremise de l'éclairage), etc. ...</p>	
Résultats d'analyse	
<p>On évite par ces formations et habilitations des problèmes de sécurité ou de malfaçons éventuelles.</p>	

33 Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque

Pour de la revente d'électricité produite à partir du solaire photovoltaïque, il est recommandé d'intégrer au bâti les capteurs solaires pour bénéficier du tarif de rachat optimal : 0,42 € HT/kWh produit, et ainsi obtenir un temps de retour le plus rapide possible.



Comme le montre la vue de dessus de la Cité Administrative, le bâtiment D (entouré) a une toiture exposée Sud.

Par contre la proximité avec le bâtiment B qui à une hauteur (12m) beaucoup plus importante que celle du bâtiment D (7m), créé un masque ne permettant pas une exposition solaire suffisante pour permettre une production rentable (pas assez de couverture).



Bâtiment I – Cité Lacuée Agen

34 Description des éléments du bâti

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des parois. Ils seront présentés sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux coefficients thermiques. Lors de la visite, l'appréciation visuelle de l'état général est également notée sur une échelle de couleur (voir pied de page).

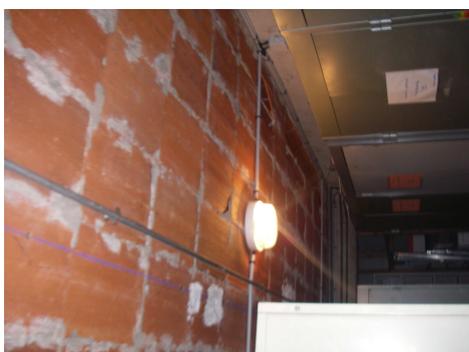
34.1 La structure des bâtiments



(Enduit protecteur des murs extérieurs)



(Plaque de plâtre BA13 coté intérieur)



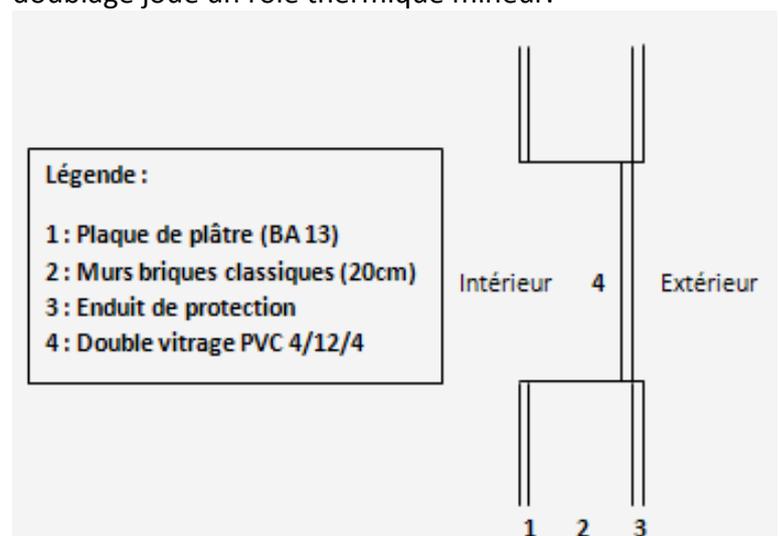
(Briques apparentes des murs extérieurs)

Composition des murs extérieurs :

Les murs extérieurs sont en briques classiques creuses d'une épaisseur de 20 cm recouvert d'un enduit de protection à l'extérieur et de plaques de plâtre (BA13) pour la partie intérieure. Ils ne comprennent aucun isolant. Ces murs extérieurs sont dans un état moyen, des fissures et des trous sont visibles à certains endroits.

Les murs porteurs, séparant les locaux chauffés et non chauffés en rez-de-chaussée ont la même composition que les murs de l'enveloppe.

On notera la présence d'un doublage intérieur (dernier indice d'un ancien laboratoire vétérinaire) dans certaines pièces comme la salle de réunion. On considère que ce doublage joue un rôle thermique mineur.

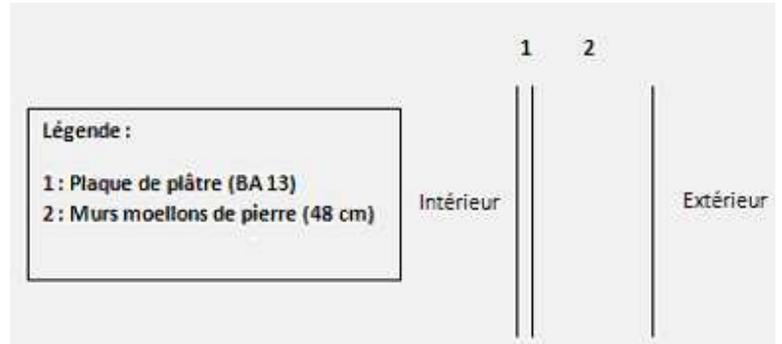


Composition des murs du sous sol :

Les murs du sous sol sont en moellons de pierre, comprenant des plaques de plâtre (BA13) en intérieur. Leur épaisseur totale est de 50 cm. Ils ne disposent d'aucun isolant thermique. Ces murs sont en bon état.



(Murs du sous sol)



(Détérioration de la structure porteuse)

Structure du bâtiment :

La structure portante du bâtiment (poteaux, poutrelles,...) est assurée par du béton armé. On remarque pour certains poteaux que le béton s'est détérioré laissant l'armature métallique ainsi exposée à l'air libre rouiller.



(Ouvrants sur façade Sud)



(Fenêtre PVC double vitrage 4/12/4)



(Lucarnes dans les escaliers Ouest)



(Sas d'entrée)



(Infiltration d'air par la porte du sous-sol)

Ouvrants :

Le bâtiment dispose en majorité de menuiseries PVC double vitrage 4/12/4. Les ponts thermiques sont limités par le choix d'une menuiserie PVC peu conductrice. On remarque que les vitrages ne sont pas traités basse émissivité (cela permet notamment de diminuer les apports solaires durant l'été). Le choix pour ce type de vitrage aurait été intéressant sur la façade Sud pour un meilleur confort d'été. De plus le bâtiment dispose d'ouverture en majorité sur la façade Sud.

On relève aussi d'autres menuiseries de type PVC double vitrage 4/6/4, se situant dans le hall d'accueil du bâtiment. On y observe un sentiment de paroi froide plus important que pour les menuiseries précédentes.

La majorité des fenêtres disposent de stores extérieurs en résille de couleur sombre. Cette couleur permet une absorption du rayonnement solaire, ce qui occasionne des surchauffes sur les vitres. Il aurait été préférable de choisir une couleur claire pour un meilleur confort d'été. En effet le blanc réfléchit la lumière contrairement au noir qui tend à l'absorber dans sa totalité.

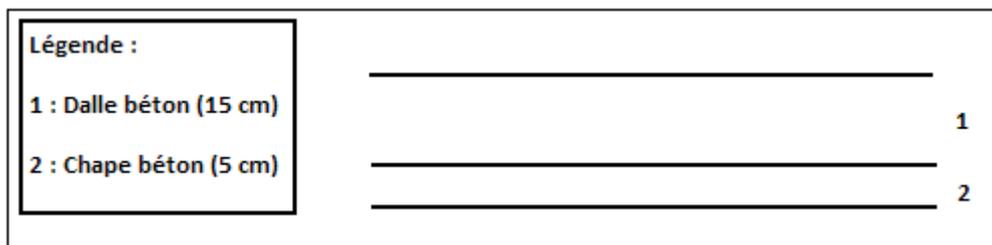
Ce bâtiment dispose d'un hall d'entrée avec un sas constitué de double vitrage PVC 4/6/4. Ce type d'ouverture permet de limiter les fuites thermiques par renouvellement d'air lors des passages. L'escalier situé à l'ouest du bâtiment dispose de 31 lucarnes en verre de 5 cm d'épaisseur.

Les portes du bâtiment sont pour leur majorité constituées de menuiseries PVC avec 50 % de leurs surfaces en simple vitrage (portes d'accès aux locaux du rez-de-chaussée sauf hall d'accueil). L'effet de paroi froide est très important dans ces zones. Une porte fenêtre (à proximité du local repos en rez-de-chaussée) quant à elle est en PVC avec 80% de sa surface de double vitrage 4/10/4

Finalement, la porte du sous sol en bois est peu isolante. Elle est aussi nettement percée ce qui favorise les fuites thermique par renouvellement d'air.

Planchers bas :

Le plancher bas du bâtiment sur terre plein est constitué d'une chape et d'une dalle en béton (bâtiment construit avant la RT 1988). Le plancher présente un bon état apparent.



(Couvertures en tôles métalliques)

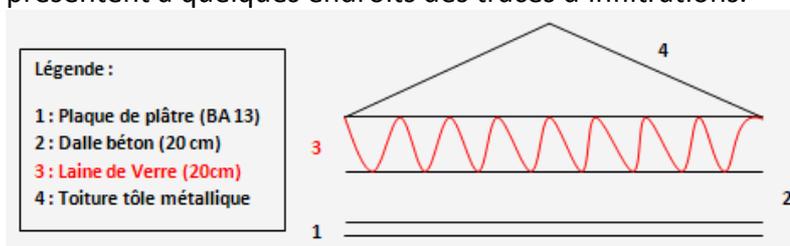
Toiture :

Il s'agit d'une toiture à un pan avec une couverture en tôles métalliques. Le toit est isolé par 20 cm de laine de verre dans les combles non aménagés.

On constate un bon état de la charpente et de l'isolation. D'autre part, il nous a été rapporté lors de notre visite, des problèmes d'étanchéité au niveau de quelques chenaux d'évacuation d'eau de pluie. En effet, certains bureaux présentent à quelques endroits des traces d'infiltrations.



(Laine de verre dans les combles)



La trappe d'accès aux combles, n'était pas recouverte par la laine de verre lors de la visite.





(Local non chauffé au RDC)



(Local non chauffé au RDC)



(Local commissariat mitoyen)

Locaux non chauffés

Le bâtiment dispose de locaux non chauffés au rez-de-chaussée, entre le hall d'entrée et la chaufferie. Ces locaux ont pour parois communes au bâtiment chauffé : les murs cotés hall et chaufferie ainsi que le plancher intermédiaire avec le R+1.

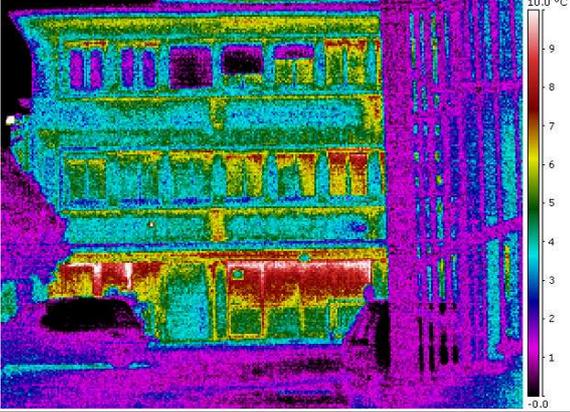
La façade Nord est mitoyenne avec des locaux du commissariat, que l'on considèrera comme chauffé à la même température de consigne que le bâtiment I.

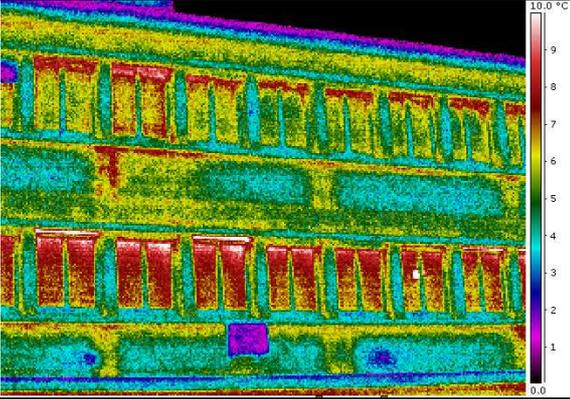
34.2 Prises de vue infrarouge

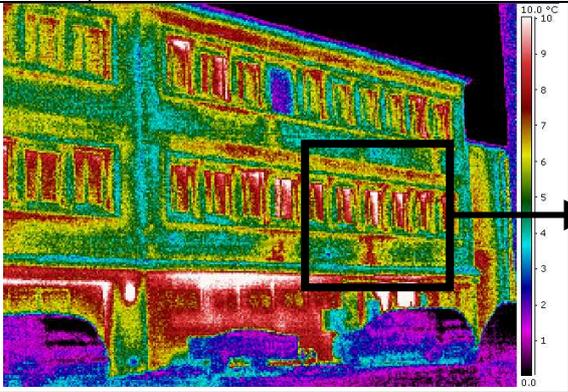
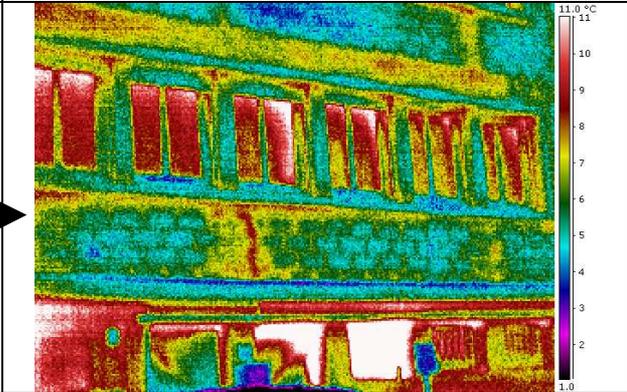
Données sur le matériel utilisé	
Marque et type de la caméra	FLIR Sytems / ThermaCAM P60
Objectif	36 mm
Résolution spectrale	LW (8 à 12 μ m)
Résolution spatiale	320x240
Gamme de température	-40°C à + 1500°C.
Exactitude	$\pm 2^\circ\text{C}$ ou $\pm 2\%$ de la lecture
Certificat d'étalonnage	N°V0903-21802594 du 26/03/2009 (réalisé par FLIR Systems France)

Données météorologiques	
Date d'intervention	22/01/2010 entre 7H00 et 8H00
Conditions	Temps clair, sans couverture nuageuse.
Température extérieure début d'intervention	3,6°C
Température extérieure fin d'intervention	3,1°C
Hygrométrie	78%
Température intérieure	21°C
Commentaire	<p>L'intervention thermographique s'est déroulée dans de bonnes conditions météorologiques. Il n'y a pas eu de pluie précédent les 12 dernières heures et le temps était clair, sans couverture nuageuse.</p> <p>Le choix des angles des prises de vue non pas été aisé compte tenu de la disposition architecturale du site et de la présence de nombreux végétaux (arbres).</p>

34.3 Thermographie infra-rouge

N°1	Photographie	Thermogramme
		
<p>Commentaires :</p> <p>Prise de vue de la façade Sud du bâtiment, côté gauche.</p> <p>Nous remarquons sur ce thermogramme de nombreuses irrégularités thermiques au niveau des planchers (intermédiaires et haut) et au niveau des poteaux de structures en béton armé.</p>		

N°2	Photographie	Thermogramme
		
<p>Commentaires :</p> <p>Le thermogramme ci-dessus, présentant la partie centrale du bâtiment, révèle des anomalies thermiques, comme le thermogramme précédent, au niveau des planchers et des poteaux de structure. Certaines zones du mur extérieur présentent des différences thermiques pouvant être dû à une densité moins importante par rapport aux autres zones (briques détériorées).</p>		

N°3	Thermogramme	Thermogramme
		
<p>Commentaires :</p> <p>Les thermogrammes présentés ci-dessus révèlent, comme les thermogrammes précédents, les mêmes irrégularités thermiques. On observe dans la zone, au centre du thermogramme de gauche, une température plus élevée au niveau du rez-de-chaussée. Cette zone correspond à la chaufferie.</p> <p>Le thermogramme de droite est un agrandissement de la prise de vue de gauche. On observe distinctement, sur celui-ci, la maçonnerie en brique ainsi que les ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires et des encadrements de menuiseries.</p>		

34.4 Déperditions des bâtiments

Tableau 34 Caractéristiques des parois

Type	Nature	Surface (m ²)	U (W/m ² °C)	Eff. Energ.	Commentaire
Ossature	Poutres et poteaux béton	-	-	-	-
Murs extérieurs	BA 13 ($\lambda = 0,25$ W/m ² °C) + Briques classiques (20 cm : $\lambda = 0,56$ W/m ² °C) + enduit extérieur (1,5 cm : $\lambda = 0,56$ W/m ² °C)	246	1,7		peu isolé
Murs intérieurs sur LNC au RDC	BA 13 ($\lambda = 0,25$ W/m ² °C) + Briques classiques (20 cm : $\lambda = 0,56$ W/m ² °C) + enduit extérieur (1,5 cm : $\lambda = 0,56$ W/m ² °C)	37	1,7		peu isolé
Mur extérieur du sous sol	BA 13 ($\lambda = 0,25$ W/m ² °C) + Moellons de pierre calcaire dur (48 cm : $\lambda = 1,7$ W/m ² °C) + enduit extérieur (1,5 cm : $\lambda = 0,56$ W/m ² °C)	7	1,9		peu isolé
plancher bas	Dalle de béton (20 cm : $\lambda = 2$ W/m ² °C) + revêtement de sol (1 cm)	175	3,2		Non isolé
plancher intermédiaire sur LNC au RDC	Dalle de béton (20 cm : $\lambda = 2$ W/m ² °C) + revêtement de sol (1 cm)	127	3,2		Non isolé
toiture	béton (20 cm : $\lambda = 2$ W/m ² °C) + BA13 ($\lambda = 0,25$ W/m ² °C) + Laine de verre (20cm : $\lambda = 0,04$ W/m ² °C)	302	0,20		très bien isolé
Vitrage	DV 4/12/4 (air) menuiserie PVC	90	2,7		bien isolé
Vitrage	DV 4/6/4 (air) menuiserie PVC	21	3		moyennement isolé
Vitrage	lucarne simple vitrage (5cm : $\lambda = 1$ W/m ² °C)	2,5	4,5		Non isolé
Portes d'entrée bois	bois massif (4cm : $\lambda = 0,23$ W/m ² °C)	3,41	2,9		Non isolé
Sas d'entrée	DV 4/6/4 (air) menuiserie PVC	3,23	3		moyennement isolé

* : A partir des plans fournis par la cité administrative de Lacuée et ayant réalisé un mètre des bâtiments
Hypothèse de température :

- Température extérieure de base : - 5°C
- Température intérieure : 21°C (température régulée par la chaufferie)
- Température du sol : 10°C
- Température des locaux non chauffés : 16°C
-

Nous obtenons une déperdition surfacique totale de 31,1 kW environ.

Tableau 35 Caractéristiques des ponts thermiques

Type	Nature	Longueur*	ψ	Eff. Energ.	Commentaire
		(m)	(W/m°C)		
Périmètres planchers bas **	Plancher bas sur terre plein	81	0,2		Aucune isolation des planelles
Périmètres planchers haut	plancher haut sur comble	90	0,3		Aucune isolation des acrotères
Angles sortants ***	Murs Briques et murs en moellons du sous sol	36	0,24		Pas de gestion des ponts thermiques
Périmètres planchers intermédiaire	Plancher R+1 et R+2 sur extérieur	106	0,3		Pas de gestion des ponts thermiques
Ouvrants	Embrasure des ouvrants / façades	198	0,1		Pas de gestion des ponts thermiques
Divers****	Cloisons intérieures / comble	-	Estimé à 5 % du total des ponts thermiques		Pas de gestion des ponts thermiques

* : A partir du métré réalisé lors de la visite des bâtiments :

- Longueur du bâtiment : 37m
- Largeur du bâtiment : 8,20 m environ
- Hauteur d'un niveau: 2,25m
- Nombre de niveau : 3 et un sous sol
- Périmètre du bâtiment toiture : 90 m
- Périmètre du bâtiment plancher bas : 80 m,
- Longueur LNC au RDC : 15 m environ (Largeur LNC = Largeur du bâtiment)
- Largeur sous sol : 5 m environ

** : Le plancher bas comprend la largeur du sous sol mais pas les linéaires du LNC au rez-de-chaussée.

*** : les angles sortants/entrants correspondent aux 4 angles du bâtiment sur la hauteur de chaque niveau. On ajoute les angles du sous sol et du LNC au rez-de-chaussée donnant sur l'extérieur.

**** : Divers correspond aux cloisons intérieures du bâtiment sans gestion des ponts thermiques qui donnent sur le plancher haut dont l'isolation est bonne. Il est estimé à 5% du total des pertes du bâtiment par ponts thermiques.

Les ponts thermiques représentent environ 2,6 kW.

En ce qui concerne les déperditions par renouvellement d'air, lors de la visite, nous avons pu constater une infiltration d'air conséquente, comme au niveau de la porte du sous sol. De plus le bâtiment dispose d'une surface de vitrage importante augmentant également les infiltrations. On effectuera donc l'hypothèse d'un renouvellement d'air égal à 0,5 volume/heure.

Nous obtenons donc un renouvellement d'air d'environ 918 m³/h*, soit une déperdition estimée à 8,1 kW.

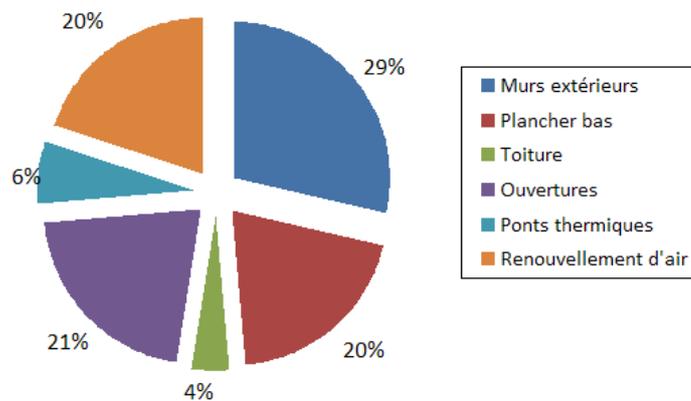
* On considère le volume total du bâtiment moins le volume des locaux non chauffés au rez-de-chaussée, plus le volume du sous sol.

Voici la répartition des consommations :

Désignation	Déperditions (kW)	Ratio (%)
Parois	32,6	80,0%
Renouvellement d'air	8,1	20,0%
Total chauffage	40,7	100%

Il faut aussi souligner que le calcul des déperditions correspond au cas le plus défavorable pour le bâtiment. La cité de Lacuée dispose d'une même chaufferie pour couvrir les besoins des 5 bâtiments. Nous tirerons donc des conclusions quant à la déperdition des bâtiments et la puissance des chaudières dans une partie commune pour les 5 bâtiments.

Répartition des déperditions



Globalement le bâtiment n'est pas isolé au niveau des murs extérieurs et du plancher bas. Il dispose néanmoins d'une bonne isolation en toiture et d'un double vitrage efficace pour la grande majorité des ouvertures.

Environ un tiers des déperditions thermiques (29%) proviennent des murs extérieurs. En effet les murs extérieurs ne sont pas isolés et représentent une surface importante. On notera qu'un mur en brique nécessite l'ajout d'un isolant afin d'obtenir une efficacité thermique.

Les ouvertures, le plancher bas et le renouvellement d'air représentent plus de la moitié des pertes :

Les ouvertures représentent 1/5 des pertes. En effet le bâtiment dispose d'une surface vitrée importante, surtout au Sud, ce qui peut poser des problèmes de confort d'été. La majorité de ce vitrage est efficace thermiquement, comme le double vitrage 4/12/4 en menuiserie PVC. Cependant on note la présence de lucarnes en carreaux de verre.

Le plancher bas non isolé avec une surface relativement élevée correspond à 19 % des pertes. Il comprend le plancher intermédiaire du R+1 donnant sur le local non chauffé (LNC) au rez-de-chaussée.

Le renouvellement d'air a un poids non négligeable, à hauteur de 19%, il s'agit effectivement d'un bâtiment volumineux. On décèle des perméabilités au niveau de la porte du sous sol par exemple. A contrario, l'utilisation de sas d'entrée et de portes coupe-vent limite cependant ce renouvellement d'air naturel.

La toiture ne représente que 4% des déperditions grâce aux 20cm de laine de verre dans les combles. Cela lui assure une très bonne isolation, alors qu'il s'agit souvent du poste le plus déperditif.

Finalement, les ponts thermiques représentent environ 6%. On notera la présence de ponts thermiques non maîtrisés en toiture. En effet, les ponts thermiques sont d'autant plus conséquents aux endroits où les parois sont hétérogènes (Les murs en briques non isolé au niveau des combles, par exemple).

35 Les installations climatiques

Dans ce chapitre, nous allons retrouver les relevés de la composition des installations de chauffage et de climatisation. Elles seront présentées sous la forme de tableaux, pour stipuler le niveau de performance énergétique, cette efficacité faisant référence aux caractéristiques techniques des équipements de production, distribution, régulation et émission. L'appréciation visuelle de l'état lors de la visite est notée également sur une échelle de couleur en pied de page.

35.1 Le traitement d'air

35.1.1 Généralités

Le traitement d'air est assuré par différents pôles :

- la Ventilation Mécanique Contrôlée hygro A et l'extracteur d'air.
- des productions de froid centralisées ou non (PAC et climatiseur).

35.1.2 Description des installations de renouvellement d'air

❖ Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) :

Il y a une VMC simple flux classique installée pour les besoins sanitaires et le renouvellement d'air des archives du bâtiment.

		<p>Désignation : VMC Marque : ? Type : classique Puissance* : 125 W Temps de fonctionnement : 8760 h/an** Consommation : 1095 kWh/an</p>
Ventilation Mécanique Contrôlée installée sur le bâtiment formation	8 Bouches d'extraction dans chacun des sanitaires et archives.	

* : Puissance estimée : pour 8 bouches d'extraction au total comprises dans les sanitaires et les archives.

** : Temps de fonctionnement estimés : Pour un renouvellement d'air en permanence des sanitaires et archives, soit 8 760 h/an.

❖ Extraction d'air :

Désignation : extracteur d'air

Marque : ?

Type : classique

Puissance* : 50 W

Temps de fonctionnement : 8760 h/an

Consommation : 438 kWh/an

Il sert à diminuer l'humidité dans le local de stockage du plan de sécurité sanitaire.

* : Puissance estimée : 50 W pour le fonctionnement d'un simple ventilateur d'extraction.

La consommation totale du Renouvellement d'air est estimée à : 1 533 kWh/an.

35.2 Production de froid et usages

Les productions de froid sont de deux types :

- Un groupe froid produisant de l'eau glacée,
- Des pompes à chaleur centralisées

 ❖ Groupes froids à eau glacée :

Un groupe froid alimente le site en eau glacée, pour la chambre froide située dans les locaux du rez-de-chaussée. L'état du calorifugeage est médiocre. On notera que le groupe fonctionne encore mais qu'il n'est plus utilisé.

Tableau 36 : Caractéristiques des groupes froids

Désignation	(Groupe froid du bâtiment accueil)
Marque	L'UNITÉ HERMETIQUE
Modèle	C4J4461A
Puissance absorbée	960 W
Puissance froid estimée*	2 880 W
Fluide frigorigène	R22
Année	1988
Type de compresseur	piston
Nombre de compresseur	1
Type d'évaporateur double	eau
Efficacité énergétique	Matériel vétuste et fluide frigorigène : R22

* : Pour un COP moyen de 3 pour des compresseurs à piston et une installation de 1988

La consommation du groupe froid est estimée à 2 803 kWh/an.**

** : Temps de fonctionnement estimés :

- Pour les besoins du laboratoire au rez-de-chaussée : toute l'année : 1/3 (temps de fonctionnement du compresseur) soit 2 920 h/an.

❖ Productions centralisées de froid :

Le rafraîchissement de l'ensemble des bureaux est assuré par 2 pompes à chaleur (PAC) de marque DAIKIN. On observe que les calorifuges sont en bon état mais incomplet pour l'une des PAC.

❖ Productions individuelles de froid :

Les productions de froid individuelles sont assurées par des pompes à chaleurs air/air, ce qui signifie qu'elles évacuent leur chaleur par le biais de condenseurs à air.

Les PAC sont régulées par le biais d'une sonde intérieure sur laquelle on fait varier la consigne.



Une PAC air/air est destinée au refroidissement du réseau informatique du bâtiment (voir photo).

L'autre PAC est destinée au rafraîchissement de la salle de réunion au R+1.



L'état du calorifuge est critique pour la PAC du réseau informatique. On observe la présence de glace à la sortie de l'évaporateur. Calorifuger les canalisations dans leur totalité pourrait remédier au problème. Il est important de contrôler s'il n'y a pas de fuites dans le circuit.



Le rafraîchissement de l'ensemble des bureaux est assuré par 2 pompes à chaleur (PAC) de marque DAIKIN. On observe que les calorifuges sont en bon état mais incomplet pour l'une des PAC.

Les informations sur les différentes pompes à chaleur (PAC), sont synthétisées dans le tableau suivant :

Marque	Type	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) **	Conso. (kWh/an)	Fluide frigorigène
DAIKIN	RXYQ10P7W1B	2	0.86	970	1 668	R410A
FUTJITSU ATLANTIC	AOY121SEC	1 (réunion)	0.13	970	126	R22
AIRWELL	*	1 (informatique)	0.15***	2 920	438	R22
CONSOMMATION TOTALE PAC (kWh/an)					2 232	

 PAC fonctionnant au R22

* : La plaque de cette PAC était illisible lors des visites.

** : Temps de fonctionnement estimés :

- Pour les bureaux : 4 mois/an : 1/3 (temps de fonctionnement du compresseur) du temps, soit 970 h/an,
- Pour les serveurs informatiques : toute l'année en appoint : 1/3 (temps de fonctionnement du compresseur), soit 2 920 h/an.

*** : Compte tenu de l'âge apparent du groupe extérieur (+ de 10 ans) et de la superficie du local informatique (- de 15 m²), nous estimons la puissance à 1,5 kW.

35.3 Divers

On retrouve également un ventilateur destiné à refroidir les bureaux en période estivale.

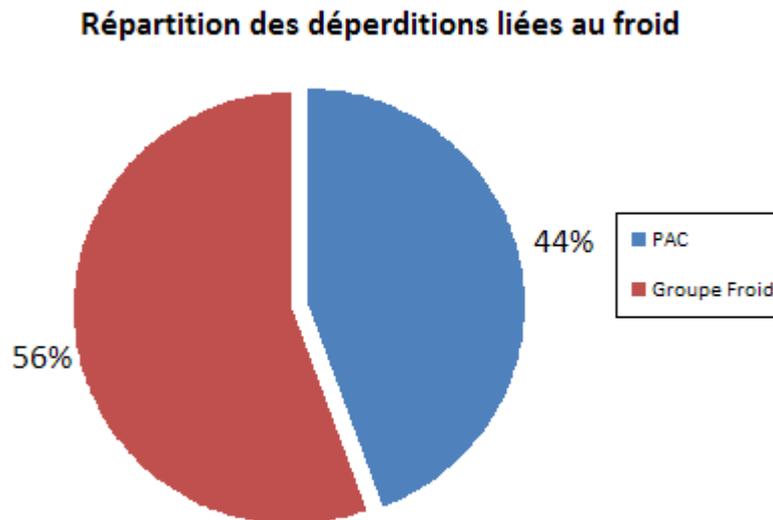
Consommation totale des ventilateurs de 37 kWh/an.*

* Consommation : pour 1 ventilateur de 50 W, durant environ ¼ de l'année (période estivale), pendant 8h/jour, soit 730 h/an.

❖ Bilan des productions de froid ou de rafraîchissement :

Nous obtenons une consommation électrique de froid totale de : 5 070 kWh/an.

Voici la répartition des consommations liées aux productions de froid :



Il est important de noter que le groupe froid utilise du R12 et que 2 PAC utilisent du R22. Ces fluides frigorigènes sont hautement polluants et seront interdits à l'utilisation d'ici 2012 ; d'autre part dès 2010, il sera difficile d'utiliser du R12 et R22 recyclé.

Donc d'ici 2012, les climatisations fonctionnant au R22 devront être remplacées par des installations dont le fluide frigorigène est moins polluant. Le groupe froid quant à lui pourra être supprimé car il ne répond plus à un besoin du bâtiment. L'ancien laboratoire ne nécessite plus d'eau glacée.

Il n'est pas envisageable de conserver les installations au R22 existantes et de remplacer le fluide par un autre, car avec le nouveau fluide, nous obtiendrions une perte d'efficacité de l'ordre de 30 % sur chaque machine traitée. En effet les compresseurs sont optimisés pour l'emploi du R22 et non pour les autres fluides. Avec cette perte d'efficacité, la puissance froid des différentes productions au R22 passerait de 2,8 kW à 2 kW, ce qui est nettement insuffisant face aux besoins actuels.

De plus, il est important de souligner le fait que le matériel est vieillissant.

36 Les productions Thermiques électriques

36.1 La production ECS

Tout d'abord, la production ECS est électrique par l'emploi de 3 ballons d'eau chaude sanitaire. Ces productions électriques individuelles servent sur des points de puisage spécifiques dont l'utilisation d'eau chaude est requise.

	
Ballon ECS de 150 litres pour les sanitaires.	Ballon ECS de 15 litres pour la cuisine.

Tableau 37 : Caractéristiques des productions électriques individuelles d'ECS

Marque	Nombre	P élec./u (kW)	Capacité (litres)	Temps de fonctionnement (h/an) *	Conso. (kWh/an)
ATLANTIC	2	1,65	150	730	2409
ATLANTIC	1	1	15	318	318
Consommation Totale (kWh/an)					2 727

* : Temps de fonctionnement estimé à :

- Energie nécessaire pour passer 150 litres de 10°C à 60°C :
 $4,18 \times 50 \times 150 = 31\,350 \text{ kJ}$
- Energie instantanée produite par le préparateur :
 $1,65 \times 8\,760 = 14\,454 \text{ kJ}$
- Temps de fonctionnement : $31\,350 / 14\,454 = 2 \text{ heures/jour}$, soit 730 h/an.
 On effectue le même calcul pour le ballon de 15 litres : 0.87h/jour, soit 318h.

❖ Bilan des productions électriques :

Nous obtenons une consommation électrique thermique de : 2 727kWh/an.

37 Equipements liés à l'électricité spécifique

37.1 L'éclairage

La puissance installée dans le bâtiment I est de 10,4 kW soit un ratio d'environ 15,2 W/m² installé pour l'ensemble du bâtiment. Nous estimons à environ 14 % le nombre de points lumineux ne fonctionnant plus (nous avons réalisé un échantillonnage lors des visites).

Plus précisément 117 tubes fluorescents de 58 W et les 19 tubes fluorescents de 36 W équipent très majoritairement les bureaux. On notera que 6 tubes fluorescents sont compris dans les escaliers et sous sol.

On retrouve 27 lampes basses consommations 18 W, notamment dans les locaux d'archives et les sanitaires.

On a 25 ampoules à incandescence de 60 W situées dans les circulatoires, le hall d'entrée, au sous sol et autres .

Finalement, on trouve dans le hall d'entrée, 5 LED GU 10.

On note la présence d'un éclairage à temporisation dans le sous sol. En effet il s'agit d'un lieu de passage, ce système bien réglé réduit de manière importante le temps de fonctionnement de l'éclairage.



(Ampoules basses consommation 18 W)

On trouve des ampoules basses consommations de 18 W, principalement dans les circulations.

Les tubes fluorescents T8 58 W, présent essentiellement dans les bureaux pourraient être remplacés par des tubes fluorescents de moindre puissance mais tout aussi efficace en luminosité.



(Néon T4 58W)

Lors de notre visite, nous avons constaté qu'à peu près 1/3 des sources lumineuses étaient soit éteintes, soit hors service (beaucoup n'ont pas été volontairement remplacés pour des raisons de confort visuel).

Tableau 38 : éclairage présent sur le site

Désignation	Nombre	Puissance (W)	Tps de fct (h/an)*	Total (kWh/an)
ECLAIRAGE INTERIEUR				
Tubes fluocompacts T8	117 (bureaux)	58	1 140	7736
	6 (escaliers/sous sol)		520	181
Tubes fluocompacts T8	19	36	1 140	780
Ampoules basses consommation	27	18	520	253
Ampoules incandescentes	14	60	365	307
	11		520	343
LED GU 10	5	3	520	8
Ampoules BC de bureau	9	9	365	29
Total (kWh/an)				9 637
Estimation de 34% de fluorescents ou d'ampoules ne fonctionnant pas				
Consommation réel (kWh/an)				6 360

* : Temps de fonctionnement moyen estimé :

- pour les bureaux : sur une base de 4 h/jour pendant 260 jours ouvrés (il est lié au manque de système de gestion en place) : soit 1 140 h/an. Comme 14% des sources lumineuses ne fonctionnent pas et que 20% n'étaient pas allumés
- pour la partie circulations/sanitaires/escalier/sous sol/hall : sur une base de 2h/jour pendant 260 jours ouvrés : soit 520 h/an.
- pour les lampes de bureaux : temps estimé à 1 h/jour, soit 365 h/an.

Nous obtenons une consommation électrique liée à l'éclairage de : 6 360 kWh/an.

Il serait judicieux de remplacer les sources d'éclairage incandescentes restantes en vue d'optimiser ce pôle de consommations. Il est aussi conseillé d'installer des détections dans les sanitaires et dans les circulations, car le ratio de puissance est très important. Pour information, on a remarqué que le parking de la cité de Lacuée était éclairé même la journée. Il est essentiel d'avoir une gestion de ce poste d'éclairage.

37.2 Informatique

D'après le récapitulatif du matériel informatique relevé par nos soins durant la visite, nous obtenons diverses typologies de matériels :

- Unités centrales avec écrans LCD (19 "en majorité ou 15"),
- Ordinateurs portables,
- Divers : serveur informatique et Switchs,

	<p>On trouve une pièce spécialement allouée au sous réseau informatique du bâtiment I. Le serveur est composé d'un ordinateur avec écran LCD, d'un portable et de 4 onduleurs.</p> <p>En considérant que la consommation d'un ordinateur pour le réseau est de 385kWh/poste/an* pour une utilisation estimée à 8h/jour, avec dans notre cas un fonctionnement en continu 24h/24h et toute l'année, on arrive à une consommation liée au réseau de : 1 540 kWh/an..</p>
	<p>Tous les bureaux sont majoritairement équipés d'ordinateurs avec écran LCD 19" et on retrouve quelque portables.</p> <p>Aucun système de veille ou d'extinction n'est programmé, seul le personnel pense à éteindre son poste de travail. On ne peut vérifier l'efficacité de cette mesure.</p> <p>D'autre part, nous estimons que 45% du parc informatique ne fonctionnait pas, au regard de l'occupation des bureau lors de notre visite.</p>
	<p>On relève des appareils électriques liés à la bureautique, à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6 photocopieurs - 2 imprimantes <p>Bien que le jour de la visite l'ensemble des appareils n'était pas en marche, aucun dysfonctionnement n'a été précisé. Nous considérerons donc que tous fonctionnent au cours de l'année.</p>

Tableau 39 : informatique présent dans le bâtiment

Désignation	Nombre	Conso en fct moyen (kWh/ordi/an)*	Total (kWh/an)
Unités centrales + écrans LCD 19"	31	290	8 990
Unités centrales + écrans cathodiques 15"	1	370	370
Ordinateurs portables	6	53	318
Imprimantes	2	147	294
Photocopieurs	6	681	4 086
		Total (kWh/an)	14 058
		45% de non utilisation	
		Conso reel (kWh/an)	7 732

* : Ces ratios de consommation informatique sont issus d'une campagne de mesure effectuée par le cabinet Enertech. Elle est disponible sur leur site internet.

La consommation totale liée à l'informatique est estimé à : 9 272 kWh/an.

37.3 Electricité spécifique ou divers

L'électricité spécifique correspond à 7 % des consommations électriques du bâtiment principal, soit une consommation de : 1 915 kWh/an.

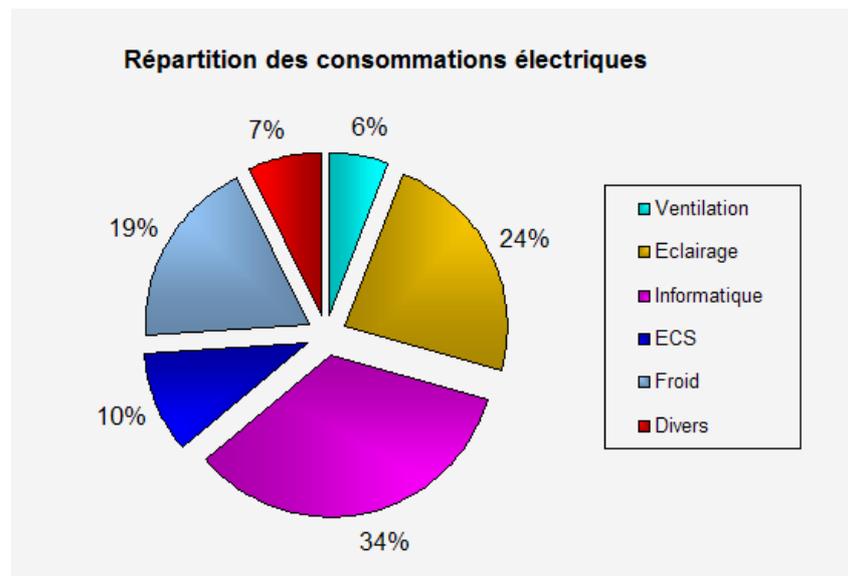
Nous considérons dans ce chapitre :

	<p>Inventaire relevé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5 Réfrigérateur, - 2 congélateurs, - 2 Cafetières, - 5 bouilloires, - 1 Micro onde, -1 distributeur d'eau <p>-les process spécifiques, -la domotique, -les sous répartiteurs, -...</p>
	<p>On fera remarquer qu'il existe un compteur électrique spécifique au bâtiment. En revanche le compteur ne fonctionne pas.</p> <p>Utiliser un compteur électrique est très intéressant pour retrouver les consommations propres du bâtiment. Actuellement, les factures sont communes à la cité administrative de Lacuée.</p>

37.4 Bilan des consommations d'électricité

Le bâtiment affiche une consommation électrique moyenne estimée à 25 344 kWh/an* (37,1 kWh/m² SHON/an) nécessaire aux différents besoins du bâtiment (éclairage, informatique, ECS, froid...).

* Selon la facture électrique de 2008 prise comme référence.



L'informatique, comprenant la bureautique, est le pôle le plus consommateur (34%). Cette consommation relativement importante est normale pour un bâtiment accueillant majoritairement des bureaux. Les ordinateurs de bureaux sont tous équipés d'écrans plats moins consommateur d'énergie, et sont par conséquent optimisés. Cependant il ne semble pas y avoir une gestion particulière du parc informatique comme le témoigne les écrans sans mise en veille automatique.

Vient ensuite l'éclairage qui représente un poste également consommateur avec environ un quart des dépenses (24%). Cela est principalement dû au nombre important de bureaux éclairés. Le remplacement des tubes fluorescent T8 58 W par des tubes fluorescents avec une puissance moindre permettrait d'optimiser ce poste de consommation.

Vient ensuite le froid (19 %) dont on peut diminuer facilement la consommation électrique en arrêtant le fonctionnement du groupe froid qui ne sert plus. L'essentiel de cette consommation est dû aux PAC permettant le rafraîchissement des locaux en été. Limiter leur usage permet également de diminuer la consommation électrique. Pour cela, il convient d'avoir également une vision sur le confort d'été. Le changement des stores de couleur sombre par des stores de couleur plus claire peut jouer dans ce sens.

L'eau chaude sanitaire (ECS) représente une part assez faible, 10% du totale, de même que la ventilation avec 6 %.

Les autres consommations électriques, représentent le divers (7%), et prennent une part non négligeable dans la consommation globale. Cela est dû, entre autre, à l'utilisation de nombreux réfrigérateurs et congélateurs.

38 Bilan des consommations d'eau

Les consommations de l'année de référence sont de 172 m³/an.

Nous estimons donc une consommation de : 0,25 m³/m²/an.

Divers postes de consommation existent :

- Les sanitaires (2 au R+1 et 2 au R+2)
- La cuisine (au RDC utilisé comme espace de détente)
- Divers (ménage, arrosage, fuites,...)

	<p>On retrouve 7 évier au total, 1 dans la cuisine et les autres dans les sanitaires. Ils sont équipés de robinet mitigeur. Leur débit est estimé à 0,2 l/s.</p>
	<p>On retrouve 1 douche avec robinetterie classique.</p>
	<p>On retrouve 5 WC, 3 WC ont une capacité de 6 l. et 2 d'une capacité de 10 l., soit une moyenne de 7,6 l.</p>

Finalement, on tiendra compte de comportements divers comme le ménage, l'arrosage de plantes,...

Les consommations d'eau sont estimées à

Tableau 40 : récapitulatif des équipements consommateurs d'eau froide et évaluation des consommations

ZONE	WC	LAVABOS	EVIER	DOUCHE
Nombre total	5	6	1	1
Conso moyenne annuelle en m ³	110,7*	29,1**	18,2***	6,5****

* : pour une occupation des locaux par 28 personnes/jour (qui vont 2 fois/jour au WC en moyenne), durant 260 jours ouvrés et un stockage de 7,6 l.

** : pour une occupation des locaux par 28 personnes/jour (qui vont 2 fois/jour au WC en moyenne), durant 260 jours ouvrés et un débit de 2l/usage.

*** : pour une occupation des locaux par 28 personnes/jour (qui vont consommer 5l/jour), durant 260 jours ouvrés.

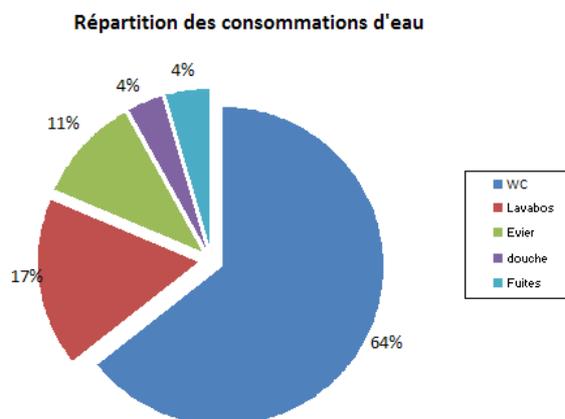
**** : pour une occupation des locaux de 28 personnes/jour (avec 1 personne qui utilise la douche) durant 260 jours ouvrés, soit une consommation de 25l/pers/jour.

Les consommations effectives d'eau représente environ 164,5 m³

- Les fuites :

Nous obtenons le volume de fuites d'eau par différence : $172 - 164,5 = 7,5$ m³.

Selon nos estimations nous obtenons les répartitions suivantes :



Nous remarquons que la consommation d'eau principale est due à l'utilisation des WC avec 64% de la consommation globale d'eau. Il dispose pour 3 d'entre eux d'une chasse d'eau de 6 l. et pour les 2 autres, d'une chasse d'eau de 10 l. dont le remplacement pour une chasse d'eau plus économe de 6l serait judicieux.

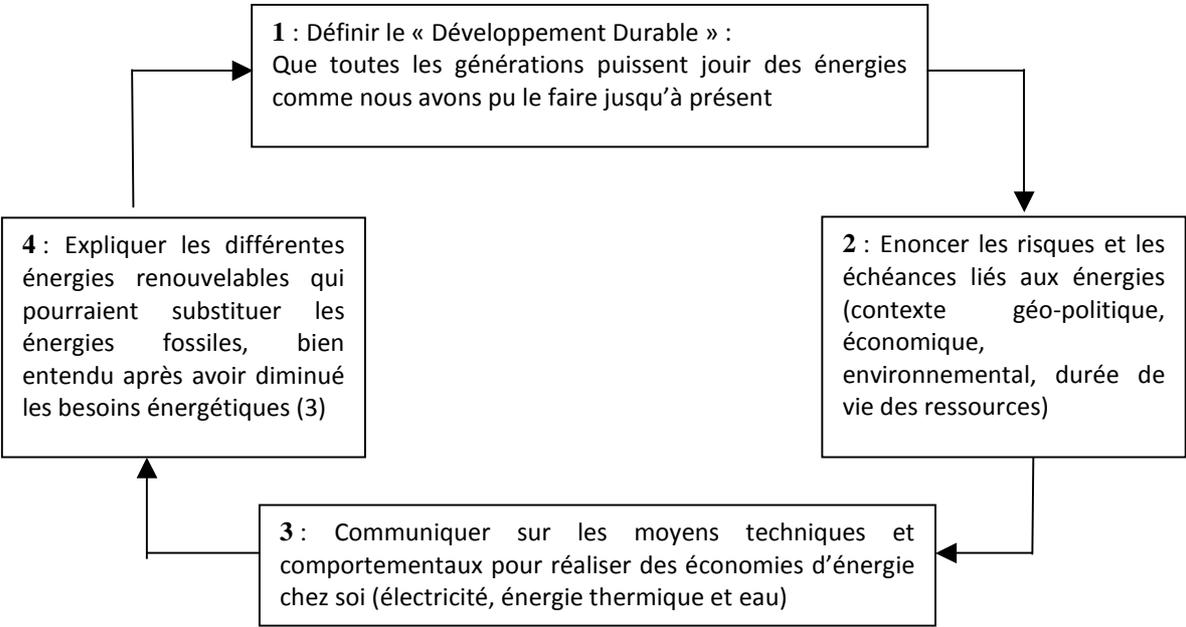
L'usage de l'évier représente 11% et les lavabos représentent 17%. Ces postes ne sont pas équipés de matériel hydro-économe, cela réduirait leur débit et donc la consommation d'eau qui leur est propre.

La douche que l'on considère peu utilisée représente une part faible avec 4%.

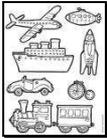
Les fuites représentent une part assez importante (19%).

39 Propositions d'actions

39.1 Responsable Energie

Responsable « ENERGIE »	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des consommations énergétiques • Sensibilisation du personnel 	
Description	
 <pre> graph TD 1["1 : Définir le « Développement Durable » : Que toutes les générations puissent jouir des énergies comme nous avons pu le faire jusqu'à présent"] 2["2 : Enoncer les risques et les échéances liés aux énergies (contexte géo-politique, économique, environnemental, durée de vie des ressources)"] 3["3 : Communiquer sur les moyens techniques et comportementaux pour réaliser des économies d'énergie chez soi (électricité, énergie thermique et eau)"] 4["4 : Expliquer les différentes énergies renouvelables qui pourraient substituer les énergies fossiles, bien entendu après avoir diminué les besoins énergétiques (3)"] 1 --> 2 2 --> 3 3 --> 4 4 --> 1 </pre>	
Mise en œuvre	
Voici différentes mises en œuvre possibles : <ul style="list-style-type: none"> ▪ mettre des autocollants et afficher des papiers concernant le gaspillage (pour éveiller les consciences) ▪ donner à chaque salarié un ratio de consommation qui peut lui être attribué (consommations d'eau et d'énergie finale ramenées au nombre d'employés) pour lui montrer qu'il a une empreinte sur les consommations de l'établissement. ▪ Penser à sensibiliser les employés sur ce qui peut être réalisé chez eux, car s'ils prennent de bonnes habitudes à la maison, celles-ci se répercuteront sur le lieu de travail. ▪ Utiliser l'outil de suivi réalisé par l'APAVE pour permettre au responsable « Energie » de toujours connaître l'évolution des consommations en fonction des travaux ou des restructurations réalisables. 	
Résultats d'analyse	
Une bonne sensibilisation permettra aux salariés de mieux se comporter au niveau énergétique (on peut atteindre une diminution de 5 % des consommations globales des établissements avec ce type de procédé).	

Voici des éléments, à ajouter à une fiche de bonne pratique :

Qu'est-ce que je peux faire ?	Consommation par agent
<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer les éclairage énergivores par des ampoules à basse consommation - Afficher un Diagnostic de Performance Energétique (DPE). - Nous mettons à votre disposition une installation pour les réunions à distance (visioconférence) - Eteindre la lumière en quittant une pièce (bureaux, toilettes...) : mieux vaut la détection au comportementalisme - Eteindre chaque soir les ordinateurs, les écrans, les imprimantes, les photocopieurs... : préférer un gestionnaire et une coupure générale des ordinateurs au comportementalisme - Emprunter les escaliers plutôt que les ascenseurs : privilégier les descentes par les escaliers et les montées par les ascenseurs (plus simple pour le comportement) - Chauffer ou climatiser en fermant les portes et les fenêtres de la pièce. - Limiter les déplacements professionnels inutiles en voiture. - Envisager le co-voiturage quand cela est possible. - Diminuer les température de consigne de chauffage et de climatisation (1°C = 7 % d'économies sur le chauffage et 3 % sur la climatisation). 	<p style="text-align: center;">Energie</p>  <p style="text-align: center;">12,14 KWh (électricité et gaz) par agent par jour en moyenne (260 j ouvrés/an)</p> <p style="text-align: center;"><u>Electricité :</u> 5,0 kWh/pers/jour</p> <p style="text-align: center;"><u>Gaz :</u> 3,5 kWh/pers/jour</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous installons des mousseurs sur la robinetterie - Fermer les robinets quand on n'a pas l'utilité de l'eau. : il vaut mieux mettre des robinets presto (qui limite le temps d'écoulement de l'eau à 10 secondes) - Signaler les fuites d'eau à SVP Logistique. <p>c'est aussi valable pour les personnes ayant accès aux productions.</p>	<p style="text-align: center;">Eau</p>  <p style="text-align: center;">23,6 litres d'eau (sanitaire, de chauffage) par jour en moyenne par agent (260 jours ouvrés/an)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Veiller à l'état du parc des imprimantes et tendons vers des consommables éco-labellisés. - N'imprimer que lorsque cela est indispensable ou en Recto verso si cela est possible. - Garder les feuilles inutilisées en verso et faire des blocs brouillons au façonnage. - Eviter les tirages en trop grande quantité et leur stockage - Réutiliser les chemises et les dossiers en carton. 	<p style="text-align: center;">Papier</p>  <p style="text-align: center;">40 kg par agent par an, soit plus de 17 ramettes de papier A4, en moyenne pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous réparons au lieu de jeter. - Nous faisons recycler : <ul style="list-style-type: none"> - les ordinateurs : récupération des métaux nobles ou envoi dans les pays du tiers monde - les déchets : attention aux différents types de déchets, si métaux : OK, si fluide frigorigène, voir directement avec les organismes affiliés à leur récupération, autres en fonction - le papier - Trier les éléments à jeter dans les corbeilles en respectant les compartiments alimentaires et papier. 	<p style="text-align: center;">Déchets</p>  <p style="text-align: center;">300 kg de déchets par agent et par an pour ce type de bâtiment</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Nous achetons des véhicules moins polluants : < 110 g CO2/an, au dessus il n'y a pas d'intérêts - Nous facilitons les transports en train grâce à des cartes d'abonnements - Nous développons nos installations de visio conférences - Développer le covoiturage pour les déplacements en mission et/ou domicile-travail - Privilégier des moyens de transports en commun dès que cela est possible - Déployer les réunions dématérialisées 	<p style="text-align: center;">Transports</p>  <p style="text-align: center;">3 500 km par agent et par an pour ce type d'usage</p>

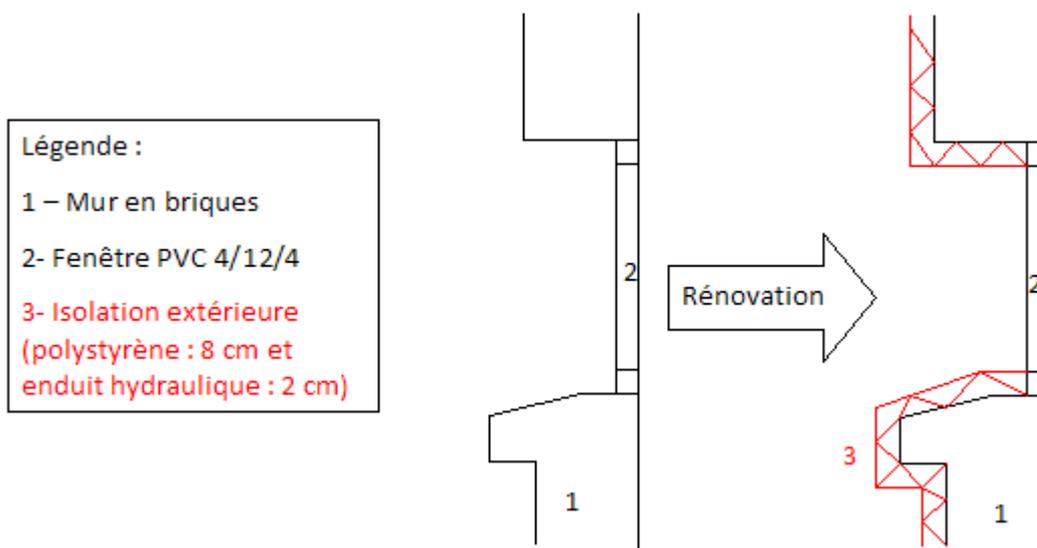
❖ Isolation des murs extérieurs :

L'application de l'isolation extérieure au niveau des étages du mur extérieur se fera plus aisément que pour le RDC, mais au niveau des rebords de fenêtre, il faudra tout de même penser à faire des renvois d'isolant.

Nous préconisons une isolation par l'extérieur du bâtiment. C'est la solution la plus simple à mettre en place, d'autant que la rénovation peut être réalisée sans que les employés ne soient forcés de déménager.

Les avantages de l'isolation par l'extérieur sont :

- pas d'affaissement de l'isolant dans le temps car celui-ci est rigide
- meilleure isolation thermique que par l'intérieur
- plus de surface habitable
- protège le bâtiment contre l'environnement extérieur (permettra de supprimer tous les problèmes de fissures)
- conserve l'inertie des parois (cela permet de diminuer la température intérieure lors des fortes chaleurs sans avoir recours à des climatisations).



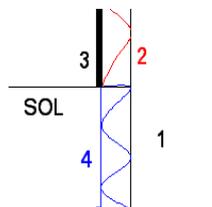
Remarque : penser à une pente de 2 % pour l'écoulement des eaux pluviales sur les rebords de fenêtre. Pensez à isoler les retours de fenêtres pour éviter la création de ponts thermiques importants



Attention :

- Il faudra avancer les gouttières pour pouvoir poser l'isolant extérieur et son enduit.
- Les PAC devront également être avancées et posées sur des équerres plus longue.

Voici les points importants à vérifier dans la mise en place de l'isolation des murs au niveau des planchers bas :



Légende :

- 1 : mur en béton banché
- 2 : Isolation de 10 cm rigide avec une conductivité thermique $< 0,038 \text{ m} \cdot \text{C/W}$
- 3 : Enduit hydraulique extérieur
- 4 : Isolation des soubassements (il faut creuser une tranchée sur 30 cm de profondeur autour du bâtiment avec du floamglass = isolant impeméable)

Pour l'isolation extérieure, nous préconisons l'emploi d'isolant rigide (fibre de bois ou polystyrène) ($\lambda < \text{ou} = 0,038 \text{ W/m} \cdot \text{C}$) avec un enduit hydraulique, l'avis technique existe pour l'obtention des assurances décennales. Les avis techniques sont des documents édités par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) qui informent sur un produit qui satisfait la réglementation, son emploi et sa durabilité dans le temps.

Estimation des économies réalisables :

- Déperditions par les murs avant isolation (29%) : 18 252 kWh/an
- Déperditions par les ponts thermiques avant isolation (20%) : 3 776 kWh/an
- U murs avant travaux : 1,7 W/m².°C
- U murs après travaux : 0,31 W/m².°C } **Facteur d'économies : 82 %**
- Suppression des ponts thermiques : 90 %
- Déperdition par les parois après isolation : 3 285 kWh/an
- Déperditions par les ponts thermiques après isolation : 378 kWh/an
- Economie sur les déperditions par les parois : 14 966 kWh/an
- Economie sur les ponts thermiques par les parois : 2 907 kWh/an
- Economie totale : 17 873 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/an
- **Economies financières : 625 € HT/an**

Coût de l'investissement :

- Isolation extérieure (sont compris l'isolant, la préparation du mur, l'enduit de finition, les vis, les acrotères, le floamgalass, l'échafaudage et la main d'œuvre) d'épaisseur 100 mm : 19 000 € HT (pour surface d'environ 253 m²).
- Temps de retour brut : 30,4 ans.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
632 500 kWh CUMAC*

* : Action BAT-EN-05.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

De plus, grâce à cette préconisation, des économies notables seront également réalisées sur les consommations électriques. En effet, l'isolation extérieure des murs va permettre d'éviter des surchauffes du bâtiment en été et ainsi limiter l'utilisation de la climatisation. Il est par contre difficile de chiffrer cette économie.

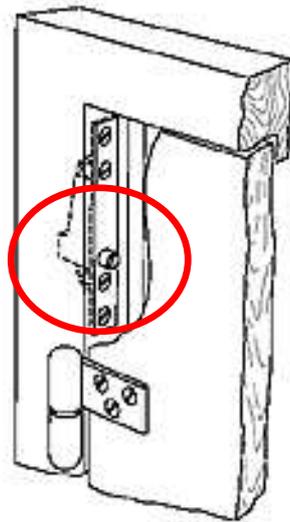
- Mise en place de contact à feuillure pour vérification des fermetures d'ouvrants :

Ayant remarqué lors des visites que certains ouvrants restaient ouverts, il nous paraît judicieux de mettre en place des contacts à feuillures sur les fenêtres. Ces contacts seraient reliés à la loge du gardien, qui serait informé qu'une ou des fenêtres sont ouvertes. Il pourrait ainsi aller fermer les ouvrants concernés.

Contact à feuillure encastré dans le dormant.

Ces contacts à feuillures sont discrets.

Ils sont reliés à la loge du gardien par le biais d'une armoire électrique qui donne les informations sur une interface graphique (ordinateur).



Utilisation possible

Analyse de la préconisation :

- Consommation électrique de climatisation du bâtiment : 2 232 kWh/an
- Consommation de chauffage liée aux ouvrants en double vitrage 4/12/4 : 12 588 kWh/an,
- Facteur d'économie énergétique pour la climatisation et le chauffage : 5 %
- Economie énergétique de climatisation et de chauffage : $0,05 \times 2\,232 + 0,05 \times 12\,588 = 741$ kWh/an
- Tarif électrique : 0,072 € HT/kWh et tarif gaz : 0,035 € HT/kWh
- Economie financière de climatisation et de chauffage : 30 € HT/an
- Investissement estimé à : 2 500 € HT
- Temps de retour : 83,3 ans.

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

- Remplacement des vitrages 4/6/4 actuels :

Le vitrage actuel du rez-de-chaussée est important au vue de la vétusté des matériaux (couche peu émissive en piteux état, performance du double vitrage 4 x 6 x 4 qui peut être améliorée de façon significative par l'emploi de matériel de nouvelle génération).

Le fait de remplacer cette surface des vitrages va permettre de diminuer les apports solaires en été, donc les surchauffes, et va augmenter le coefficient d'isolation du bâtiment, d'où une diminution des déperditions. De fait cela va entraîner une baisse de la consommation électrique (moins de besoins de climatisation) et une diminution des besoins de chauffage.

De plus la sensation de paroi froide va être nettement amoindrie, donc le confort des occupants sera amélioré.

Nous préconisons le remplacement des ouvrants double vitrage 4 x 6 x 4 en PVC par des ouvrants 4 x 16 x 4 (4 mm de verre, 16 mm d'air, 4 mm de verre) peu émissifs avec des menuiseries PVC (pour rester dans l'architecture du site : tous les ouvrants actuels sont munis de menuiseries PVC).

Il serait judicieux de choisir un vitrage dont la lame d'air est composée d'argon : les performances du vitrage sont améliorées lorsqu'on ajoute du gaz Argon, plus isolant que l'air (pour que l'air ou un gaz soit le plus isolant possible, il faut qu'il reste figé Si l'argon est indispensable sur des [menuiseries aluminium](#), il ne l'est pas forcément sur des [menuiseries PVC](#) (plus isolantes naturellement) qui affichent des performances supérieures à ce que demande la RT2005, sans pour autant avoir recours à cette option.

Isolation thermique haute performance

Fenêtres PVC Maestro



Isolation thermique haute performance

- 1- double vitrage 4-16-4 ITR (Isolation Thermique Renforcée) qui limite les déperditions de chaleur et amène un grand confort en supprimant l'effet de paroi froide le long des vitres
- 2- doubles joints d'étanchéité

Solidité, fiabilité

- 3- renfort acier (selon abaques de fabrication contrôlés par le CSTB)
- 4- soudure dont la solidité est testée quotidiennement sur un banc d'essai contrôlé par le CSTB

Esthétique et finition

- 5- joint de vitrage gris clair très discret
- 6- fiches laquées avec visserie cachée

Des lignes élégantes, exclusives

- 7- parciose moulurée côté intérieur
- 8- poignée centrée, et battement mouluré symétrique pour des lignes équilibrées

(source image : www.fenetre-apdiffusion.com)

ATTENTION : il est recommandé de mettre en place les ouvrants sur le nu extérieur afin d'éviter la création de ponts thermiques importants, surtout dans le cas d'une isolation extérieure, préconisée ci-dessus.

Gains sur les déperditions :

- Consommations liées au vitrage situé au rez-de-chaussée (représentent 21% des déperditions du total du vitrage) : 2 776 kWh/an
- U vitrages avant travaux : 3 W/m².°C
- U vitrages après travaux : 1,6 W/m².°C
- Economies énergétiques liées au remplacement du vitrage : 1 277 kWh/an
- Prix du gaz : 0,035 € HT/kWh
- Gain économique : 45 € HT/ans
- Investissement : 7 500 € HT pour environ 24 m²
- Temps de retour brut : 167 ans

} Facteur d'économies : 46 %

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 35 ans
61 200 kWh CUMAC*

* : Action BAT-EN-04.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

39.2 Variation de vitesse

Les équipements de ventilation sont équipés parfois d'une programmation mais les horaires ne correspondent pas toujours au taux d'occupation réel du bâtiment augmentant ainsi les dépenses énergétiques. La commande par horloge est bien adaptée pour le contrôle des zones à occupation constante et à intermittence régulière (bureaux).

Sachant que les locaux sont occupés pendant une période de 8h à 18h en moyenne hors week-ends, il faut optimiser au mieux le temps de fonctionnement de ces équipements.

Pour du conditionnement d'air ou du renouvellement d'air en zone sèche, on coupera la ventilation en période d'inoccupation. Par contre pour de l'extraction en zones humides (toilettes, ...), il est préférable de diminuer le débit (petite vitesse) afin d'éviter des problèmes d'odeur en cas de coupures prolongées.

Par contre, une surventilation nocturne peut être bénéfique afin de décharger le bâtiment des calories emmagasinées en période estivale.

C'est pour cela que la variation de vitesse est intéressante, car elle coupera l'alimentation des moteurs (pompes ou ventilateurs) et ajustera les débits en fonction des besoins réels.

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées à la variation de vitesse sur la ventilation estimées à : 365 kWh/an (*on diminue d'un tiers le fonctionnement de la ventilation : 7 h/nuit*) $P = 0,125 \text{ kW}$
- Economies financières liées à la variation de vitesse estimées à : 26 € HT/an (0,072 €/kWh)
- Investissement global pour une variation de vitesse : 75 € HT
- Temps de retour global : 2,9 ans.

Certificats d'économie d'énergie : Durée de vie de la préconisation 10 ans
Ventilateurs : 975 kWh CUMAC*

- : Action BAT-TH-12

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

39.3 Remplacement des climatisations fonctionnant au R22

Suite au décret JORF n°158 du 10 Juillet 2007 concernant le R22 et sa disparition, la DDEA doit envisager, d'ici 2012, de remplacer ses climatisations fonctionnant au R22.

Il est impossible de changer uniquement le fluide frigorigène car le nettoyage du compresseur est complexe, de plus on aurait une baisse d'efficacité de l'ordre de 30 % sur chaque machine.

A titre indicatif, pour 1°C d'air climatisé en moins, on permet une économie de 3%.

Les climatisations à remplacer sont en rouge dans le tableau :

Marque	Type	Nombre	P élec./u (kW)	Temps de fonctionnement (h/an) **	Conso. (kWh/an)	Fluide frigorigène
DAIKIN	RXYQ10P7W1B	2	0.86	970	1 668	R410A
FUTJITSU ATLANTIC	AOY121SEC	1 (réunion)	0.13	970	126	R22
AIRWELL	*	1 (informatique)	0.15	2 920	438	R22
CONSOMMATION TOTALE PAC (kWh/an)					2 232	



PAC fonctionnant au R22

Cela représente 14 pompes à chaleur.

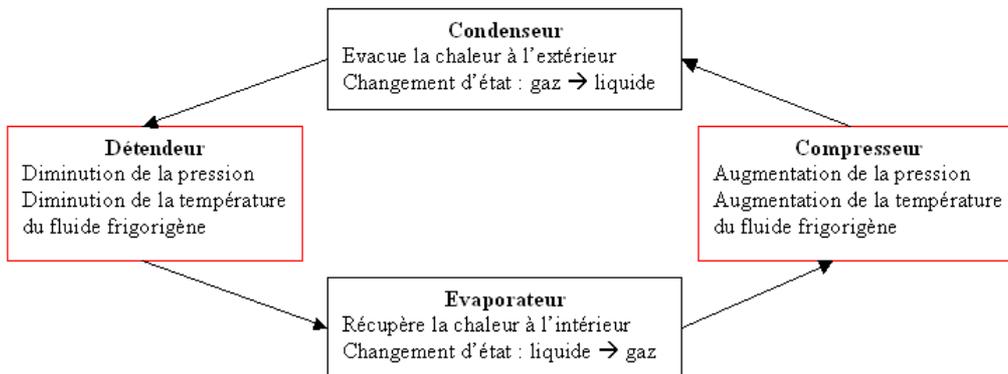
Voici les éléments d'une pompe à chaleur :



Voici les composants d'un split :

- en haut : l'unité intérieure (évaporateur)
- en bas à gauche : télécommande de régulation
- en bas à droite : l'unité extérieure (condenseur)

Voici le fonctionnement d'un système frigorifique :



Il est très important de remplacer le matériel actuel par des appareils de classe A, voir A+ ou A++. En effet, ils seront ainsi beaucoup plus efficaces. Nous préconisons l'emploi de matériel fonctionnant au fluide frigorigène R134a, fluide utilisé pour des applications de froid positif (au dessus de 0 °C). Le remplacement du matériel permettra d'obtenir des Coefficients de Performance (COP) plus important et donc les consommations électriques seront diminuées. Le COP pourrait atteindre 3,7 au lieu des 3,3 actuels.

Il est important, dans la maintenance, de penser à améliorer l'environnement du condenseur : S'assurer que le condenseur n'est pas placé dans un environnement propice au recyclage de l'air (sous un auvent,...). Cela se vérifie aisément : la température de l'air d'aspiration est alors bien supérieure à la température ambiante.

Les mesures proposées engendrent une réduction de la température de condensation, ce qui abaisse le niveau de pression à la sortie du compresseur, et donc diminue le travail de celui-ci et l'énergie qu'il consomme.

Analyse de la préconisation :

- Consommation de climatisation assurée par les 2 PAC à remplacer : 564 kWh/an
- Facteur d'économie énergétique : 40 % (différence de COP moyen : 3,7 (COP PAC récentes optimisées) – 2,5 (COP moyen pour matériel vétuste) = 1,2.
- Economie énergétique : 226 kWh/an
- Tarif de l'électricité en 2008 : 0,072 € HT/kWh
- Economie financière : 16 € HT/an
- Investissement estimé à : 5 000 € TTC (fourniture et main d'œuvre).
- Temps de retour : 312 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Le remplacement des climatisations demande une étude complémentaire plus approfondie mais va s'avérer nécessaire dans un court délai.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
**	2020

❖ Suppression du groupe froid à eau glacée

La chambre froide alimenté par le groupe froid du site n'est plus utilisée. Employé auparavant par les services vétérinaires quand il y avait encore un laboratoire, elle ne sert plus. Nous vous conseillons de supprimer le groupe.

- Economie énergétique : 2 880 kWh/an
- Tarif de l'électricité en 2008 : 0,072 € HT/kWh
- Economie financière : 207 € HT/an
- Investissement estimé à : 0 € HT
- Temps de retour : 0 an

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la précé. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

39.4 Eclairage

L'éclairage est un pôle très peu optimisé dans le bâtiment.

Il faut pour diminuer les consommations électriques liées à l'éclairage :

- remplacer les ampoules à incandescence par des basses consommations de 11 W,
- mettre une minuterie sur le TGBT coupant l'éclairage de tout le bâtiment lors des inoccupations (22 h – 5 h),
- Mise en place de détection dans les sanitaires et les circulations,
- Utiliser les kits de rénovation rétrolux afin de remplacer les tubes T8 de 18 W par des tubes fluorescents T5 de 14 W et les tubes de 58 W par des tubes T5 de 35 W pour les mêmes luminosités.

Luminaire en place	Kit de rénovation adapté
1x18W + ballast ferromagnétique	1x14W + ballast électronique
1x36W + ballast ferromagnétique	1x28W + ballast électronique
1x58W + ballast ferromagnétique	1x35W + ballast électronique
4x18W + ballast ferromagnétique	4x14W + ballast électronique

Le passage à de l'éclairage fluorescent plus performant (ballasts et tubes) permet d'économiser jusqu'à 40% d'énergie.

Le changement de luminaire doit s'intégrer dans une politique globale de rénovation des espaces intérieurs sinon les économies ne suffisent pas à rentabiliser l'opération.

Le kit de rénovation RETROLUX permet de transformer un éclairage muni de tubes fluorescent T8 avec ballasts ferromagnétiques en luminaire performant constitué d'un tube T5, d'un ballast électronique (qui améliore le cos phi) et d'un réflecteur en aluminium.

Les kits existent pour 1, 2 ou 4 tubes.

Voici leurs mises en place :



1 : on enlève le tube existant 2 et 3 : on met le kit rétrolux (T5 + ballast électronique)

Les avantages de l'utilisation de tubes T5 par rapport au T8 :

- augmentation de la durée de vie,
- allumage instantané,
- meilleur rendu des couleurs.

De plus, nous devons signaler : La Commission de l'environnement du Parlement européen s'est prononcée en février 2009 à une large majorité en faveur du retrait progressif des ampoules à incandescence. Ce qui est prévu sous réserve d'approbation définitive :

- retrait des ampoules de 100 watts au 1er septembre 2009 ;
- retrait des ampoules de 75 watts en septembre 2010 ;
- les 60 watts pour septembre 2011 et les dernières (25 et 40 watts) pour 2012.

COMBIEN DE WATTS? – ÇA C'EST LA QUESTION!



Ampoules à incandescence	Ampoules économie d'énergie
25 Watts	5 Watts
40 Watts	7 Watts
60 Watts	11 Watts
75 Watts	15 Watts
100 Watts	20 Watts

Nous préconisons l'emploi de 11 W, plutôt que des ampoules basse consommation de 7 W, afin de conserver le nombre de lumens (lm : capacité d'éclairage des sources lumineuses : lux/m²). En effet une ampoule incandescente de 40 W produit environ 600 lm contre 420 lm pour une basse consommation de 7 W. Le modèle 11 W permet d'atteindre 660 lm, donc ce choix correspond mieux aux besoins lumineux des pièces desservies (stockage et WC).

Il est vrai que la mise en place d'un allumage par détection de présence, va limiter fortement le temps de fonctionnement des sources lumineuses fluorescentes et donc diminuer leurs durées de vie. Ce type d'éclairage a une meilleure durée de vie sur des utilisations longues plutôt qu'intermittentes. La durée de vie de ses sources lumineuses est alors divisée par un facteur 4. Or leur temps de vie moyen, en condition normale, est d'environ 8 000 h/an, soit 2 000 h/an pour des usages intermittents (facteur 4).

Aujourd'hui une source lumineuse incandescente a un temps de vie de 1000 h/an, donc même en utilisation intermittente, et de courtes durées, les éclairages fluorescents auront une durée de vie supérieure à l'incandescence.

Attention aux déchets : *Petit déchet dangereux. Traitement spécifique (Mercure, Krypton 85 radioactif dans certains starters).*

L'investissement concernant la minuterie est de : 40 € HT.

Economie et investissement sur l'éclairage					
Type	Nombre	Economies/sources (W)	Tps de fct (h/an)	Economies (kWh/an)	Investissement (€ HT)
Incandescentes (remplacement des 60 W par des 11 W)	14 11	49	1140 520	1 062	250
Détections Circulations et sanitaires avec horloge intégrée (pour minuterie)	10	Estimé à 30 % des consommations totales de l'éclairage de ces parties		288	1 300
Kits de rénovation	117	58 – 35 = 23	1140	3 312	2 850
Rétrolux pour 18 W,	6	58 – 35 = 23	520		
36 W et 58 W	19	36 – 28 = 8	1140		
Total				4 662	4 400

Faisabilité de la préconisation :

- Economies totales sur le pôle éclairage : 4 662 kWh/an
- Economies financières estimées à : 335 € HT/an (0,072 € HT/kWh)
- Investissement global : 4 400 € HC
- Temps de retour global : 13,1 ans.

Le temps de retour est long car l'investissement prend en compte tout les tubes fluorescents, sachant qu'une bonne partie n'est pas utilisée (environ 40 %) ou est déjà défectueuse. De plus les économies sont peu importantes du fait que les consommations de ce pôle sont faibles. Il faut quand même noter qu'avec ces préconisations, 42 % d'économies sont réalisées sur le pôle éclairage, ce qui est important.

Certificats d'économies d'énergies :

- pour détection + horloge : Durée de vie de la préconisation 10 ans
1 400 kWh CUMAC*
- pour le remplacement des tubes T8 en T5 : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
106 500 kWh CUMAC*
- pour le remplacement des ampoules à incandescence par lampes fluorescents sans automatisme : Durée de vie de la préconisation 15 ans pour les bureaux
175 00 kWh CUMAC*

* : Action BAT-EQ-01, BAT-EQ-02, BAT-EQ-03 et BAT-EQ-09.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
***	2020

39.5 Informatique

Plusieurs solutions existent :

- mise en place du logiciel libre Energy Star (www.energystar.gov), qui est un gestionnaire de veilles.

Pour savoir de quel gestionnaire d'énergie est muni un ordinateur, il faut se rendre dans le menu gestion des paramètres d'alimentation. Pour ce faire, depuis le bureau, on clique sur :

- Démarrer
- Paramètres
- Panneau de configuration
- Option d'alimentation

Si les délais paramétrables proposés sont écran, arrêt des disques durs, veille et veille prolongée, le gestionnaire est ACPI (dernière génération de gestionnaire d'énergie disponible : type Energy Star). Si l'option veille prolongée n'est pas proposée, il s'agit d'une version antérieure.

Si on veut réduire efficacement les consommations d'énergie tout en maintenant des temps de remise en marche raisonnables, les délais conseillés sont les suivants:

- Ecran : 10 minutes
- Veille (unité centrale) : 20 minutes
- Veille prolongée (unité centrale) : 60 minutes

Si le temps de sortie de l'état d'hibernation est suffisamment court, on pourra réduire le temps de passage dans cet état à 20 minutes. Il est conseillé de continuer à éteindre chaque jour son ordinateur, non pour des raisons de réduction de consommation (les puissances appelées en hibernation et à l'arrêt sont en général identiques) mais pour lui permettre de redémarrer quotidiennement et donc d'éviter des blocages intempestifs du système.

Des délais plus courts peuvent même être paramétrés (par exemple 5 minutes pour l'écran et 10 minutes pour l'unité centrale). L'économie afférente n'est pas négligeable. Cependant, si on veut que cette mesure soit acceptée, il faudra en parallèle sensibiliser les usagers à la nécessité de réduire leur consommation énergétique. Sans aucune explication, cette mesure pourra être rejetée car vécue comme inconfortable.

Pour les ordinateurs qui sont munis d'un gestionnaire de veille de génération antérieure à ACPI, on paramètrera le passage en veille uniquement de l'écran (délai : 10 minutes). En effet, la gestion d'énergie de l'unité centrale n'est pas suffisamment fiable pour généraliser son utilisation.

Il faut toujours garder en mémoire que le réglage des paramètres de gestion de l'énergie dépend essentiellement de la façon dont l'ordinateur est utilisé.

- mise en place d'une horloge sur le TGBT avec actions sur toutes les imprimantes et photocopieurs. La plupart des appareils de bureautique continuent de fonctionner inutilement au cours de la nuit (21 heures à 6 heures). On pourrait commander leur fonctionnement grâce à cette horloge, qui couperait l'alimentation des appareils de 21 h à 6 h du matin.
- continuer à changer les écrans cathodiques par des écrans plats (il ne reste cependant que 3 écrans cathodiques). Des ordinateurs portables pourraient également être envisagés, puisque ceux-ci sont encore moins consommateur que l'ensemble unité centrale + écran LCD.

Faisabilité de la préconisation :

- Economies liées à l'utilisation d'Energy star : 120 kWh/poste/an soit 4 560 kWh/an sur les consommations électriques,
- Economies liées au remplacement des écrans cathodiques : 68 kWh/écran/an soit 68 kWh/an sur les consommations électriques,
- Economies liées à la mise en place de coupures sur les armoires électriques pour les photocopieurs : 263 kWh/photoc./an soit 2 104 kWh/an sur les consommations électriques,
- Investissements :

Coût des préconisations informatiques			
Désignation	Coût (€ HT/unités)	Nombre	Coûts total (€ HT)
Energy Star	0	38	0
Horloge	40	8	320
Ecrans	190	1	190
Total			510

- Economie énergétique totale : 6 732 kWh/an
- Economies financières (0,072 € HT/kWh) : 485 € HT/an
- Temps de retour global : 1,1 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

39.6 Consommation d'eau froide

Nous encourageons la DDVS à installer du matériel hydro-économe sur les points de puisage de lavabos.

Il s'agit de mettre en place des mousseurs sur chaque bec de robinets pour diminuer les débits d'eau sur les puisages aux lavabos et aux éviers. Ces mousseurs permettent une économie de 30 % en insufflant 30 % d'air dans le jet d'eau par le biais d'un joint torique.



ATTENTION : Il faut prévoir de les remplacer tous les 6 mois pour écarter tout risque de légionellose.

Il est important de supprimer les fuites, signalées en état des lieux. Il suffit pour cela de régler le problème des lavabos fuyards . Nous ne pouvons chiffrer cette préconisation car lors de la visite nous n'avons pu déterminer la provenance du volume de fuites total.

Investissement			
Désignation	Nombre	Prix HT unitaire (€)	Prix total HT (€)
Mousseurs	6	17*	102
		Total	102

* : prix unitaire d'un mousseurs = 9,5 € HT, mais nous en changeons deux fois par an, soit un investissement de 17 € TTC/an/lavabos.

En ce qui concerne les économies d'eau :

- Consommation initiale des lavabos et de l'évier : 110,7 m³/an
- Consommation après maîtrise de l'énergie : 77,5 m³/an
- Economie d'eau sur les lavabos et l'évier : 33,2 m³/an, soit 30 % d'économies
- Prix de l'eau : 3,25 € TTC/m³ ou 2,43 € HT/ m³
- Economie financière : 81 € HT/an
- Investissement des appareils hydro-économes : 102 € HT
- Temps de retour brut : 1,3 ans.

Certificats d'économies d'énergies : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Gènes occasionnées par la préc. lors de sa mise en place (* : peu, ** : moyen et *** : important)	Objectif 2020 ou 2050
*	2020

39.7 Formation du personnel

FORMATION DU PERSONNEL	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur entretien des infrastructures • Aspects sécurité mieux pris en compte 	
Description	
<p>Dans nombre d'établissements, des problèmes d'habilitation électrique sont présents. En effet du personnel non électricien est souvent confronté à des problèmes liés à l'électricité et dépanne des installations sans être pour autant habilité.</p> <p>Nous mettons l'accent sur ces habilitations électriques, indispensables pour des interventions en toute sécurité.</p> <p>De plus le personnel peut effectuer des tâches ne correspondant pas à sa qualification (ex : un peintre peut faire de la plomberie).</p> <p>Il serait souhaitable de former ce personnel qui est multi-tâches afin d'obtenir du travail exécuté dans les règles de l'art.</p> <p>En outre, une sensibilisation aux économies d'énergies du personnel technique est recommandée pour apporter des connaissances supplémentaires par exemple sur l'étanchéité à l'air, l'éclairage, l'utilisation de peinture adaptée (pour diminuer la consommation d'électricité par l'entremise de l'éclairage), etc. ...</p>	
Résultats d'analyse	
<p>On évite par ces formations et habilitations des problèmes de sécurité ou de malfaçons éventuelles.</p>	

40 Pré-faisabilité Solaire Photovoltaïque

Pour de la revente d'électricité produite à partir du solaire photovoltaïque, il est recommandé d'intégrer au bâti les capteurs solaires pour bénéficier du tarif de rachat optimal : 0,42 € HT/kWh produit, et ainsi obtenir un temps de retour le plus rapide possible.



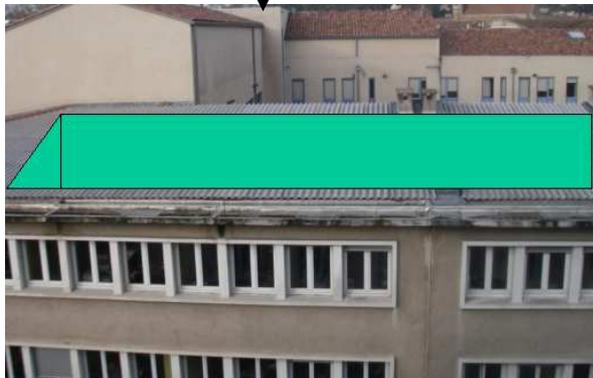
Le site dispose d'une toiture avec un pan principal ayant une inclinaison allant vers le sud.

La proximité du bâtiment B n'est pas un problème puisque la hauteur de la toiture du bâtiment I est légèrement plus basse que ce bâtiment voisin.

Quelques conduits de cheminée empêchent d'utiliser toute la surface de la toiture.

Nous disposons donc d'une surface disponible de l'ordre de 250 m².

Le fait que les capteurs soient posés avec une inclinaison de 30° conduit à un coefficient de structure 0,67.

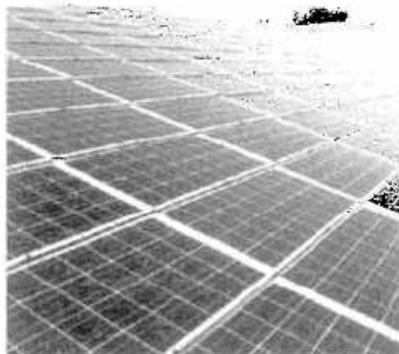


L'installation des capteurs photovoltaïques permet l'implantation de 250 m² de toiture (120 W/m² : ratio de puissance en fonction de la surface de toiture disponible ADEME) soit 28,8 kW.

Pouvant bénéficier sur Agen d'une production de 1 150 kWh/kW installée pour du panneaux en silicium monocristallin (: rendement de 12,5 %) et d'un coefficient de structure de 0,67, nous obtenons une production de l'ordre : 22 190 kWh/an.



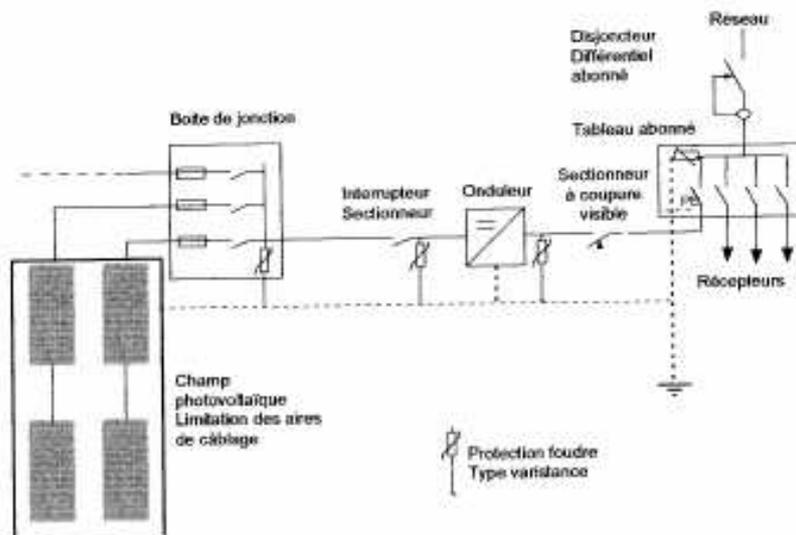
Pose en toiture inclinée
(tuiles, ardoises,...)



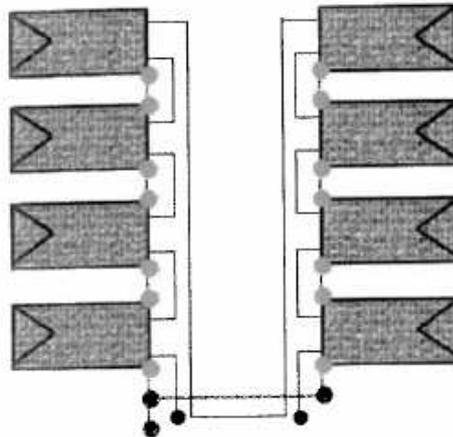
Voici l'exemple d'une installation solaire photovoltaïque installée sur la partie de toiture sélectionnée. L'intérêt de ce type de capteurs est qu'ils sont légers et donc ne nécessitent aucune étude de structure.

Cette pose peut bénéficier de la prime intégration toiture définie par : l'arrêté du 10 Juillet 2006.

Voici le synopsis de l'installation photovoltaïque et de sa protection anti-foudre :



Voici le type de raccordement des panneaux entre eux :



13 – Bon câblage : limitation des aires de boucles induites

Faisabilité de la préconisation :

Production solaire photovoltaïque possible estimée à (selon source : ADEME) : 22 190 kWh/an,

- Revente financière possible estimées à : 9 320 € HT/an (tarif de rachat au moment du diagnostic : 0,42 € HT/kWh)
- Economies environnementales : (0,097 kg CO₂/kWh/an pour l'électricité produite par du PV) : 2 152 kg CO₂/an.
- Investissement global pour 250 m² de capteurs amorphes : 178 750 € HT
- Temps de retour global : 19,2 ans (hors subvention). Il faut savoir que l'installation est garantie 25 ans à 80 % de son rendement.

ATTENTION : A noter que le tarif de rachat diminuera de 10 % tous les 1^{er} janvier.

Certificats d'économie d'énergie : il n'y a pas de CEE dans ce cas, car nous ne sommes pas dans le cadre d'une opération standardisée.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Production d'électricité d'origine renouvelable - Bilan environnemental intéressant - Vente de l'électricité - Assurance de conservation du rendement de production (chute du rendement inférieure ou égale à 20 %) pendant 25 ans 	<ul style="list-style-type: none"> - Montage de dossier de rachat d'électricité, par le fournisseur : délai long - maintenance des capteurs (nettoyage) - investissement