



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Département de l'Indre

# Bâtiment J de la cité administrative de Châteauroux

Boulevard Georges Sand, 36 000 Châteauroux

Mai 2010

## Audit énergétique et gros entretien

## SOMMAIRE

---

<b>PREAMBULE</b>	<b>2</b>
I. DESCRIPTION DES IMPLANTATIONS	3
II. PREMIERES IMPRESSIONS	3
<b>CHAPITRE I. VOLET ENERGIE</b>	<b>6</b>
I. SYNTHESE DE L'ETAT EXISTANT	6
II. PRECONISATIONS	14
<b>CHAPITRE II. VOLET GROS ENTRETIEN</b>	<b>17</b>
I. SYNTHESE DE L'ETAT EXISTANT	18
II. PRECONISATIONS	23
<b>CHAPITRE III. STRATEGIE DE REHABILITATION PAR BATIMENT</b>	<b>25</b>
I. PROGRAMMATION DES TRAVAUX & SCENARIOS DE REHABILITATION	26
II. RESULTATS ET GRAPHIQUES	28
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>34</b>

## **PREAMBULE**

---

# I. DESCRIPTION DES IMPLANTATIONS

---

La cité administrative est une ancienne caserne construite en 1850 environ. Elle est composée de bâtiments anciens à l'exception du restaurant administratif, construit dans les années 70 et du bâtiment P (non inclus dans la présente étude). Edifices en moellon construits sur terre plein (présence de sous sol sous certains bâtiments).

L'ensemble des locaux ont subis différentes réhabilitations et rénovations dans le temps. Notamment, l'ensemble des menuiseries ont été changées sur l'intégralité des bâtiments dans les années 1995-2000 et diverses rénovations intérieures se sont succédé au fur et à mesure des réorganisations des services de l'état.

La cité administrative est desservie par une chaufferie gaz commune à tous les édifices. Le bâtiment J est entièrement alimenté par la chaufferie collective de la cité administrative. De plus, les informations suivantes peuvent être dégagées

- Bâtiment sur 1 niveau Le bâtiment dispose également de combles non accessibles, qui n'ont pas pu être visité. Le bâtiment accueille des bureaux.

## II. PREMIERES IMPRESSIONS

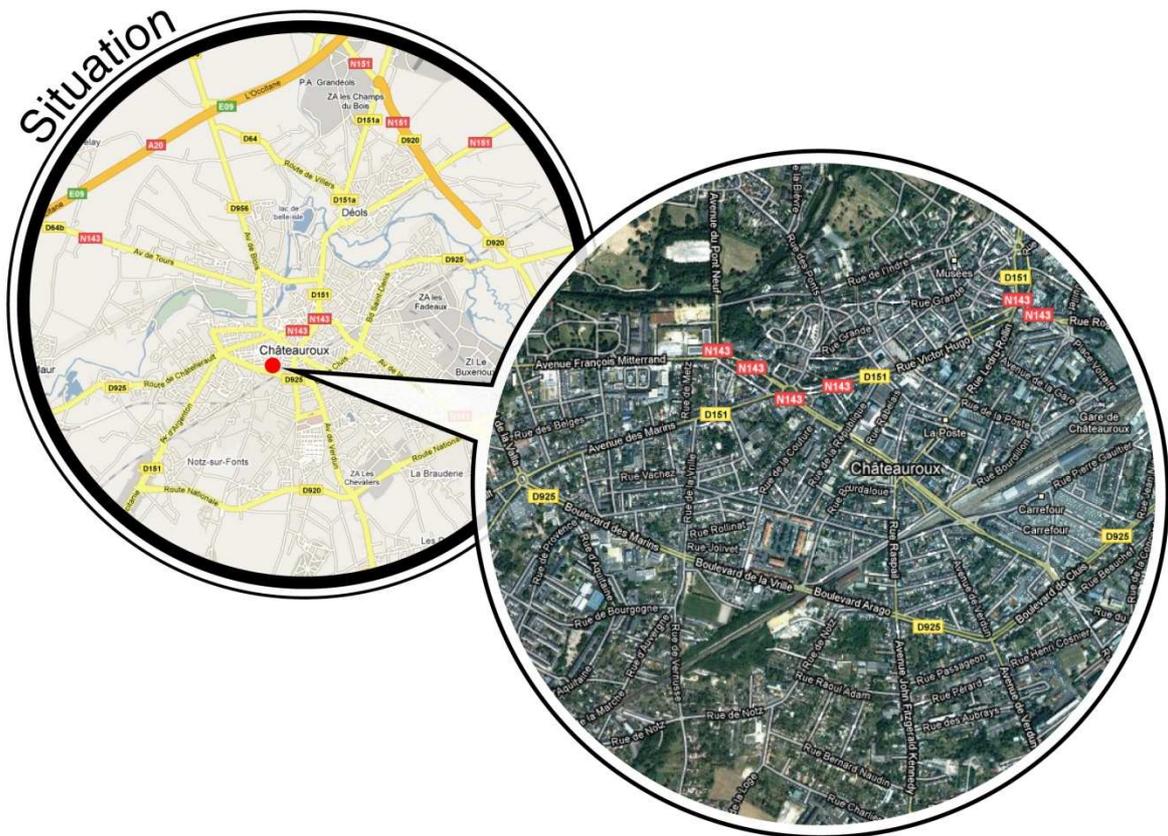
---

Sur la base des visites du site et entretiens avec les responsables de l'entretien effectuées les semaines 7 et 10, il est manifeste que l'ensemble des structures est maintenu en relativement correcte.

Toutefois, nous avons noté les principaux désordres ou dysfonctionnements listés ci-dessous. Ceux-ci ne sont pas exhaustifs mais paraissent les plus évidents.

Le contenu de l'audit en précisera l'étendue, l'origine et les solutions d'amélioration.

- Pas d'isolation sur les façades verticales.
- Pas de système de ventilation des locaux.





## DONNEES GENERALES SUR LE BATIMENT



### Référent - Gestionnaire

NOM	JELODIN Jacques
Adresse électronique	<a href="mailto:Jacques.Jelodin@developpement-durable.gouv.fr">Jacques.Jelodin@developpement-durable.gouv.fr</a>
Numéro de téléphone	02 54 53 20 80

### Identification du bâtiment

Nom du site	Cité Administrative		
Nom du bâtiment	Bâtiment J		
Adresse	Boulevard Georges Sand		
Code postal	36000	Ville	Châteauroux

Code TGPE	
Code Bâtiment (SPSI)	
Code Gestionnaire	
Code Audit (défini dans le cadre du présent marché) :	

### Occupants / effectifs

Ministère	
Effectifs physiques	10 personnes
Dont personnels	10 personnes
Dont public	0 personnes

### Usage du bâtiment

Usage principal du bâtiment	
-----------------------------	--

### Description

Année de construction	1850
Année de dernière réhabilitation	
Classement incendie	
Catégorie ERP	5
Type d'ERP	W

### Surfaces (en m²) et volumes (en m)

SHON	290 m²
Surface chauffée	env. 290 m²

Volume chauffé	870 m³
Volume non chauffé	0 m³
Hauteur moyenne sous plafond (en m)	3 m

### Coordonnées GPS

Coordonnées GPS	46°48'19N - 1°41'17E
-----------------	----------------------

### Urbanisme

Protection du bâtiment	
Protection monument historique	

### Données économiques

Valeur conventionnelle du bâtiment (€ HT)	
Valeur foncière estimées du bâtiment (€ HT)	
Date valeur des travaux proposés par le prestataire (mm/aaaa)	10/05/2010

## IMPLANTATION ET ENVIRONNEMENT

	Très satisfaisant	Satisfaisant	Peu satisfaisant	Pas de tout satisfaisant
Desserte transports collectifs				
Desserte routière				
Accès piétons / cyclistes				
Accessibilité PMR				
Nature du contexte adapté				
Protection face aux risques				
Cohérence bâtiment / usage				
Sécurité globale des installations				
Evolutivité du site				
Evolutivité du bâtiment				

# CHAPITRE I. VOLET ENERGIE

---

## I. SYNTHESE DE L'ETAT EXISTANT

Site : Cité Administrative Bâtiment : Bâtiment J		ETAT DES LIEUX ENERGIE			 	
Auditeur(s) :			date de visite : 10/03/2010		date d'émission : 10/05/2010	
nb. occupants	SHON	Surf chauffée	Vol chauffé	Vol non chauffé	Année de construction :	
10	env 290 m <sup>2</sup>	env 290 m <sup>2</sup>	870 m <sup>3</sup>		1850	
Température ambiante :	21 °C	Température ext base :		-7 °C	Altitude	<200m
Temp. réduite nocturne :	16 °C	Température réduite week-end :		16 °C	Zone thermique	H2b
 						

BATI				
Menuiseries extérieures :	Types d'ouvertures	Etat du composant	U <sub> moy estimé</sub>	%
Menuiseries 1	Menuiseries PVC, Double vitrage 4/12/4	Bon	2,42	83%
Menuiseries 2	Porte vitrée bois	médiocre	3,80	17%
Parois :	Composition de paroi	Etat du composant	U <sub> moy estimé</sub>	%
murs extérieurs*	Moëlon 65 cm	Moyen	1,43	100%
plancher*	Plancher ancien	Bon	9,09	100%
toiture*	Charpente bois non isolée	Médiocre	4,76	100%

**Synthèse**

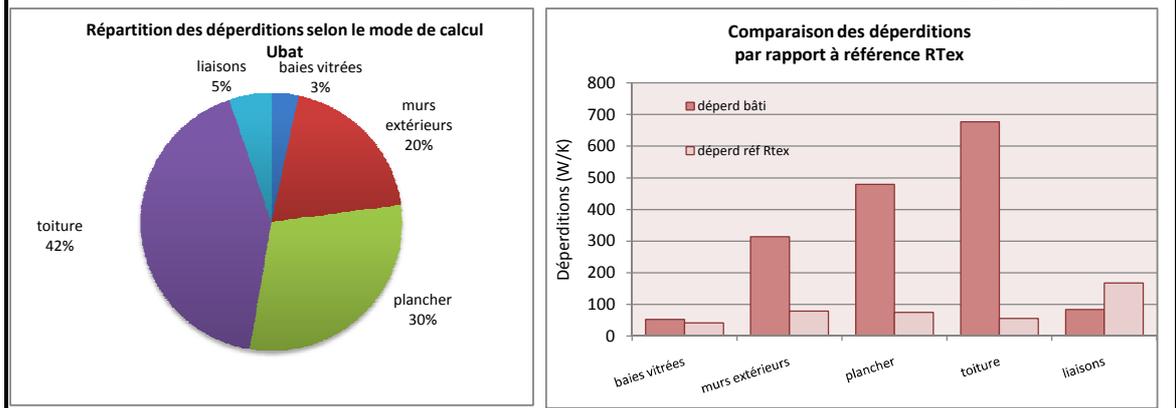
Le bâtiment est situé à proximité du centre ville, au sein d'une ancienne caserne. Il a été partiellement rénové à diverses reprises avec notamment la pose de menuiseries PVC double vitrage équipées de volets roulants. Les murs extérieurs sont composés de moëlon, pierre calcaire locale. Ils ne comportent pas d'isolant, tout comme le plancher bas et la toiture. L'état de l'isolant et de la toiture n'ayant pu être constaté lors de la visite, l'hypothèse de l'absence d'isolant en toiture a été retenue en cohérence avec les données fournies par le gestionnaire. L'ensemble des données considérées dans la présente étude ont été extraites des informations et documents récoltés lors de la visite sur site.

Les performances de ce bâtiment ne respectent donc pas la réglementation thermique en vigueur.

*\* En l'absence de données fournies par le gestionnaires du bâtiment sur les compositions des parois, les hypothèses suivantes ont été retenues. Elles se basent sur les données récoltées (année construction, date de rénovation,...) et observées (épaisseur des murs, présence de doublage,...) lors des visites*

Élément en contact avec l'extérieur ou avec un local non chauffé	surf ou liné m <sup>2</sup> ou ml	perf. element W/m <sup>2</sup> K ou W/mlK	déperd bâti W/K	part %	déperd réf Rtex W/K	W/m <sup>2</sup> .K
baies vitrées	20	2,66	53	3%	42	2,10
murs extérieurs	220	1,43	314	20%	79	0,36
plancher	279	1,72	479	30%	75	0,27
toiture	279	2,43	677	42%	56	0,20
liaisons	218	0,39	84	5%	167	0,77
<b>Total</b>			<b>1 608</b>	<b>100%</b>	<b>419</b>	

Déperditions totales par les parois : **45 036** W      Ubat équiv : **2,02** W/m<sup>2</sup>.K      UbatRef : **0,53** W/m<sup>2</sup>.K  
Ecart -283%



ASPECTS BIOCLIMATIQUES			
Orientation des baies vitrées :	Très satisfaisant	Peu satisfaisant	
Accès général à l'éclairage naturel	Très satisfaisant	Peu satisfaisant	
Présence d'espaces tampons	Très satisfaisant	Peu satisfaisant	
Compacité	Très satisfaisant	Peu satisfaisant	
Qualité des protections solaires	Très satisfaisant	Peu satisfaisant	
<b>Synthèse</b>			
Le bâtiment est construit sur un seul niveau. Il est orienté Est Ouest, il a une surface vitrée peu importante et subit des ombrages, provoqués par les bâtiments voisins. Des protections solaires sont présentes (volets roulants). La répartition des locaux (bureaux) ne permet pas de créer des espaces tampons significatifs au nord.			
<b>Synthèse : bioclimatique</b>	Très satisfaisant	Peu satisfaisant	

SYNTHESE GENERALE BATI			
<b>Synthèse : Qualité du bâti</b>	Très satisfaisant	Peu satisfaisant	

VENTILATION

Description : Ventilation mécanique en sanitaire

Débit théorique (Qth) :	325 m3/h	Age de l'installation :	>15 ans
Débit constaté :	< Qth ≈ Qth > Qth	Puissance ventilateur(s) :	0,2 kW
Ventilation naturelle :	<i>oui non</i>	Part * :	Type :
Ventilation mécanique :	<i>oui non</i>	Part * :	100% Type : Extraction d'air en sanitaires
<i>* A l'appréciation de l'auditeur</i>			
Extraction d'air vicié :	<b>mécanique</b>	préchauffage de l'air	humidification de l'air
Amenée d'air neuf :	<i>mécanique</i>	<i>insuffisante</i>	<b>Pas d'intermittences</b>
Gestion des intermittences :	<i>suffisante</i>	<i>excessive</i>	
Perméabilité des menuiseries :	<b>satisfaisante</b>	<b>inadapté</b>	
Zonage de la ventilation :	<i>adapté</i>		
Dépense globale par renouvellement d'air :	6,1 kW		

Commentaires de synthèse

Un système de ventilation mécanique est présent au niveau des sanitaires. L'air vicié y est extrait à l'aide de bouches de ventilation. Cependant, le débit d'extraction de l'air est insuffisant pour créer une véritable dépression dans le bâtiment, le système actuel ne permet pas de respecter le taux de renouvellement d'air en vigueur dans la réglementation actuelle. Les parois verticales ne sont pas équipées de grilles de ventilation et les menuiseries ne sont pas pourvues d'entrées d'air. Une réfection totale de la ventilation s'impose, afin d'avoir une qualité d'air intérieure acceptable.

Synthèse : Qualité ventilation

Très satisfaisant

Peu satisfaisant



Fenêtre du rez de chaussée



Bouche de ventilation dans les sanitaires

ECS

Description : Production d'eau chaude dans les sanitaires

Production :	<i>Centralisée</i>	Décentralisée	Age de l'installation :	NC ans
Système prod :	<i>inst/semi-inst</i>	<b>accu/semi-accu</b>	Puissance installée :	1,2 kW
Performance syst prod :	<b>suffisante</b>	<i>insuffisante</i>		
Eau stockée :	<b>régulation température calorifugée bonnes perf.</b>	<i>traitement d'eau non calorifugée ou perf. insuffisante</i>	<i>traitement légionellose</i>	
Distribution :	<i>calorifugée bonnes perf. réseau bouclé</i>	<b>non calorifugée ou perf. insuffisante</b>	<i>réseau tracé mitigeage eau chaude / eau froide</i>	
Utilisateur :	<b>satisfait</b>	<i>non satisfait</i>		
Consommations volumiques annuelles connues relevées au compteur :			N/A m <sup>3</sup> /an	
Consommations non connues, besoins annuels estimés à ** :			11 m <sup>3</sup> /an à la température produite	
T° eau froide moyenne :	12 °C	T° ECS prod. :	65 °C	
Energie 1 pour l'ECS : Electricité		Part en énergie 1 :	100%	Rend. global : 72%
Energie 2 pour l'ECS :		Part en énergie 2 :		Rend. global :

Commentaires de synthèse

Un ballon électrique a été observé au rez de chaussée, installé au niveau des sanitaires. Au vue des utilisations des occupants, un ballon pour deux étages aurait suffi à assurer la quantité d'eau chaude nécessaire au bon fonctionnement du bâtiment.

Synthèse : Qualité ECS

Très satisfaisant

\*\* estimations basées sur les méthodes de calcul du guide CPC de l'AICVF



Ballon d'eau chaude sanitaire



Fiche technique du ballon ECS

CHAUFFAGE				
<b>Description :</b> Production d'eau chaude par la chaudière de la cité, réseau de chaleur pour les conduites d'eau chaude.				
<b>Production assurée par :</b> sous-station <i>Pompe à chaleur</i>		<b>chaufferie</b> <i>production-émission</i>	<b>Puissance installée :</b> 2958 kW	
			<b>Age de l'installation :</b> 40 ans	
Energie 1 pour le chauffage :	gaz	% puissance système 1 :	100%	Rendement global* syst énergie 1 :
Energie 2 pour le chauffage :		% puissance système 2 :		63%
Performance syst. 1 prod :	<b>suffisante</b>			<i>* Suivant données guide AICVF</i>
Performance syst. 2 prod :	<i>suffisante</i>			
Distribution :		<b>hydraulique totale</b>	<i>dispositif d'équilibrage</i>	
<i>aéraulique totale</i>		<i>hydraulique partielle</i>		
<i>aéraulique partielle</i>				
Calorifugeage :	<b>total</b>	<b>parti</b>	<b>bonne performance</b>	<i>performance insuffisante</i>
Zonage :	<i>bien adapté</i>	<b>mal adapté</b>		
Emission :	<b>adaptée bonne perf</b>	<i>adaptée mais régulation terminale insuffisante</i>	<i>inadaptée ou perf insuffisante</i>	
Régulation :	<b>adaptée ou bonne perf bien subdivisée</b>	<i>inexistante ou pas adaptée ou performance insuffisante mal subdivisée</i>		
<b>Analyse du contrat d'exploitation/maintenance</b>	Type de contrat :	P2	Adaptation du contrat :	Coût annuel (€ HT) 129 €
	Commentaires/ améliorations	Contrat réalisé par Dalkia pour la totalité de la cité administrative. Il comprend également l'entretien du chaufferie et des émetteurs associés. Ce prix correspond à un prix relatif à la surface de ce bâtiment.		
<b>Commentaires de synthèse</b>	Le chauffage est assuré par une chaufferie principale, commune à l'ensemble des bâtiments de la cité administrative de Châteauroux. Les chaudières sont ancienne, datant de 1969. Leur rendement est donc médiocre. Une sous station assure la fourniture du bâtiment J. Les radiateurs sont en acier et sont équipés de vannes thermostatiques d'âge et de qualité variable. La consigne de température, en période d'occupation, est de 21°C, et de 16°C en période d'inoccupation (soir et week-end).			
<b>Synthèse : Qualité chauffage</b>		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Très satisfaisant</span> <span style="background-color: yellow; color: black; padding: 2px;">Peu satisfaisant</span>		



Radiateur acier avec son robinet thermostatique



Chaudière de la cité administrative

REFROIDISSEMENT				
<b>Description :</b> Le bâtiment n'est pourvu d'aucun système de refroidissement				
<b>Surface refroidie :</b> m <sup>2</sup>			<b>Puissance installée :</b> kW	
			<b>Age de l'installation :</b> ans	
Système détente directe :	<i>oui non</i>	Part syst 1 :		Rendement estimé* syst 1 :
Système eau glacée :	<i>oui non</i>	Part syst 2 :		Rendement estimé* syst 2 :
Performance syst. 1 prod :	<i>suffisante</i>			<i>* A l'appréciation de l'auditeur</i>
Performance syst. 2 prod :	<i>suffisante</i>			
Distribution :		<b>hydraulique totale</b>	<i>dispositif d'équilibrage</i>	
<i>aéraulique totale</i>		<i>hydraulique partielle</i>		
<i>aéraulique partielle</i>				
Calorifugeage :	<b>total</b>	<b>parti</b>	<b>bonne performance</b>	<i>performance insuffisante</i>
Zonage :	<i>bien adapté</i>	<b>mal adapté</b>		
Emission :	<b>adaptée bonne perf</b>	<i>adaptée mais régulation terminale insuffisante</i>	<i>inadaptée ou perf insuffisante</i>	
Régulation :	<b>adaptée ou bonne perf bien subdivisée</b>	<i>inexistante ou pas adaptée ou performance insuffisante mal subdivisée</i>		
Consigne intérieure de T° :	°C	Aucune pièce du bâtiment n'est climatisé.		
<b>Commentaires de synthèse</b>				
<b>Synthèse : Qualité refroidissement</b>		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">Très satisfaisant</span>		



**CONFORT THERMIQUE**

**Confort d'hiver**

**Degré de satisfaction :** Très satisfaisant Satisfaisant

Commentaires / Justifications : Les bureaux sont équipés de fenêtres double vitrage PVC 4/12/4 et de radiateurs à eau en acier . Ces derniers étant associés à une température de consigne de 21°C, le confort pour les utilisateurs est optimal.

**Confort d'été**

Recours à la ventilation nocturne : *oui non* Type :

Protections solaires	Oui/Non	Type (volet, store, casquette)	Intérieure/Extérieure
façade nord	Oui	Volet roulant PVC	Extérieur
façade nord/est	Oui	Volet roulant PVC	Extérieur
façade sud/ouest	Oui	Volet roulant PVC	Extérieur

Inertie du bâtiment : *Faible Moyenne Lourde Très lourde*

**Degré de satisfaction :** Très satisfaisant Satisfaisant

Commentaires / Justifications : Etant construit en pierre, avec des épaisseurs de murs importantes et n'étant pas pourvu d'isolant en face intérieur, le bâtiment bénéficie d'une forte inertie, qui peut aider à réguler les flux de chaleur en saison estivale. Les fenêtres sont équipées de volets roulants PVC extérieurs ne permettant pas de réduire de manière efficace les apports solaires thermiques pouvant générer des surchauffes estivales. Les masques solaires lui permettent également de ne pas subir de surchauffe estivale.

**CONFORT VISUEL**

**Degré de satisfaction :** Très satisfaisant Satisfaisant

Commentaires / Justifications : Bureaux à proximité des parois vitrées. Les surfaces vitrées étant importantes et l'usage des locaux étant de type tertiaire, un recours à l'éclairage naturel important en possible. Des blocs néons viennent donner l'appoint l'éclairage naturel n'est pas suffisant.

**CONFORT ACOUSTIQUE**

**Degré de satisfaction :** Très satisfaisant Satisfaisant

Commentaires / Justifications : Environnement sonore calme.

**QUALITE D'AIR INTERIEUR**

**Degré de satisfaction :** Très satisfaisant Satisfaisant  Pas du tout satisfaisant

Commentaires / Justifications : L'air est relativement peu renouvelé. En effet, seules des bouches d'extraction sont présentes dans les sanitaires, et les débits sont trop faibles pour renouveler correctement tout l'air des bureaux. Ainsi les employés ont recours à l'ouvertures des fenêtres pour aérer leur bureau.

## Synthèse Energie

### CONSOUMMATIONS TOTALES DU BATIMENT

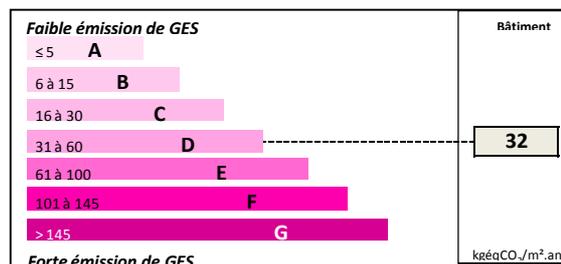
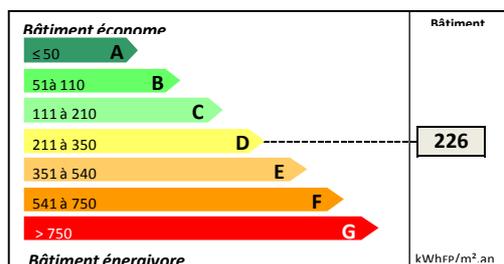
Poste	Calculées		Coûts annuels € TTC	Emiss CO2 kgCO2	Décomposition par type d'énergie		
	kWh EF/an	kWh EP/an			Electricité kWhEP/an	Gaz kWhEP/an	Fioul kWhEP/an
Chauffage	35 623	35 623	1 865 €	8 336	0	35 623	0
Ventilation	1 752	4 520	137 €	147	4 520	0	0
ECS	964	2 486	75 €	81	2 486	0	0
Eclairage	5 971	15 405	467 €	502	15 405	0	0
Bureautique	2 884	7 440	225 €	242	7 440	0	0
Elec Autre	0	0	- €	0	0	0	0
Refroidissement	0	0	- €	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>47 193</b>	<b>65 475</b>	<b>2 769 €</b>	<b>9 308 kg</b>	<b>29 852 kWh</b>	<b>35 623 kWh</b>	<b>0 kWh</b>
<b>Performance énergétique * : 226 kWhEP/m².an D</b>		Coûts par énergie :		<b>905 €</b>	<b>1 865 €</b>	<b>- €</b>	
<b>Emission de CO2 : 32 kgCO2/m².an D</b>		Emission par énergie :		<b>972 kg</b>	<b>8 336 kg</b>	<b>0 kg</b>	
* Surface utilisée pour les calculs d'étiquette : Surface chauffée				Coûts au kWhEF (abo inclus) :	0,078 €/kWhEF	0,052 €/kWhEF	0,000 €/kWhEF
				Emission de CO2 /kWhEF :	0,084 kgCO2/kwh	0,234 kgCO2/kwh	0,300 kgCO2/kwh

**Commentaires :** L'intégralité des locaux de la cité administrative sont desservis en électricité et en gaz à partir d'un seul compteur (à l'exception des locaux du commissariat(A) et du RIA, qui disposent d'une chaudière et d'un compteur gaz propre). Dans un premier temps, les consommations énergétiques fournies sur les 3 dernières années ont été étudiées, intégrant l'évolution des températures extérieures par le biais des DJU. Afin d'établir les consommations "calculées" de chauffage, ces consommations ont été réparties bâtiment par bâtiment à partir d'un ratio surfacique pondéré par différents paramètres: l'occupation effective des locaux, la présence ou non d'isolant en toiture, le nombre de niveaux mais aussi la température de consigne, propre au bâtiment. De même, les consommations électriques ont été réparties sur l'ensemble des locaux, en fonction de leur surface et de leur occupation. Par la suite, les données électriques "calculées" poste par poste ont été établies à partir de méthodes de calcul( AICVF, RT,...) et permettent d'établir une répartition des consommations énergétiques, poste par poste, en cohérence avec les consommations électriques globales.

Le bâtiment est d'un niveau énergétique acceptable. Ce positionnement raisonnable est principalement du aux coefficients de conversion énergie primaire/énergie finale du gaz. La part du chauffage dans les consommations de ce bâtiment est prépondérante. Cela induit une nécessité d'agir en premier lieu sur l'enveloppe du bâtiment (l'isolation de la toiture et des murs) et la réduction des pertes thermiques par renouvellement d'air. Des améliorations notables peuvent être effectuées afin de réduire de manière significative les consommations énergétiques du bâti.

## ETIQUETTES ENERGIE & CLIMAT

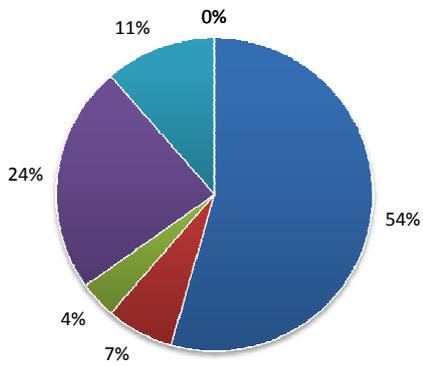
Bâtiment à usage principal de bureau, d'administration ou d'enseignement



MARGES DE PROGRES	Limitées	Moyennes	Importantes	Principales pistes d'actions proposées :
Sur le bâti			X	Niveau 1 : Isolation par l'extérieur Réfection de la toiture et de son isolation Niveau 2 : Rénovation des menuiseries
Sur les équipements		X		Niveau 1 : Mise en place de robinet thermostatique performants Niveau 2 : Remplacement de la chaufferie par une chaudière gaz à condensation Remplacement de la chaufferie par une chaudière Bois
Sur la gestion du bâtiment			X	Niveau 1 : Installation de détecteur de présence pour l'éclairage Installation d'ampoules fluocompactes Niveau 2 : Remplacement de l'éclairage par des néons basses consommations
Sur le comportement des utilisateurs		X		Niveau 1 : Sensibilisation des occupants aux économies d'énergies Niveau 2 :

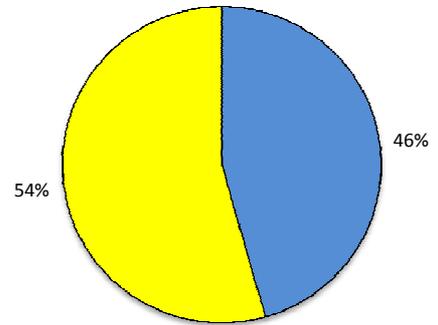
**ENERGIE PRIMAIRE**

Répartition par poste



■ Chauffage ■ Ventilation ■ ECS ■ Eclairage ■ Bureautique ■ Elec Autre ■ Refroidissement

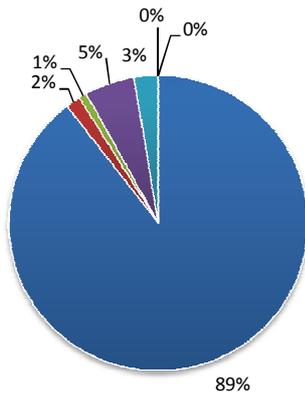
Répartition par énergie



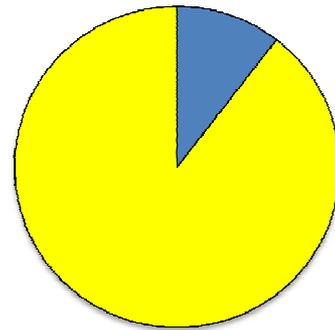
■ Electricité ■ Gaz ■ Fioul

**EMISSION DE CO2**

Répartition par poste

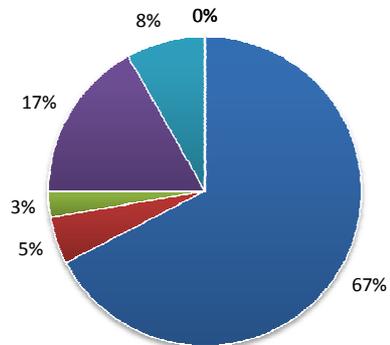


Répartition par énergie

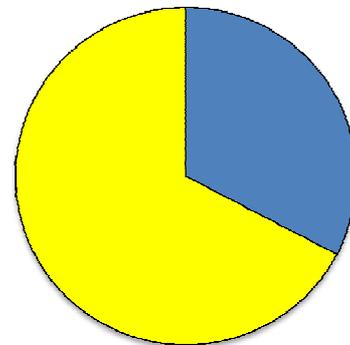


**COÛTS ANNUELS**

Répartition par poste



Répartition par énergie



## II. PRECONISATIONS

---

Dans cette partie sont listées l'ensemble des préconisations réalisables sur ce bâtiment. Le principal objectif est la réduction maximale de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, les solutions proposées n'ont pas été limitées par leur coût, c'est la raison pour laquelle certaines affichent des temps de retour très élevés.

Les travaux proposés incluent les coûts de matériaux et de main d'œuvre, avec notamment la prise en compte du surcoût lié à la dépose de l'ancien. Cependant ces coûts peuvent varier en fonction de la difficulté de mise en œuvre et les différentes contraintes (déplacement des occupants, ...), ainsi que les surcoûts liés aux études complémentaires.

Sauf mention contraire, les travaux proposés incluent la solution la plus courante. Par exemple, un remplacement d'une ouverture par un double vitrage 4/16/4 PVC de performance  $U_w=1.4$   $m^2.K/W$ , correspond à un système à lame d'argon et couche de faible émissivité (la performance ne pouvant être atteinte que par ce type de matériaux). Ils ne seront cependant pas « acoustiques » ou « solar control ».

Site : Cité Administrative  
Bâtiment : Bâtiment J

PROPOSITION DE TRAVAUX ENERGIE



Surf chauffée : env. 290 m²  
SHON : 290 m²

Réf. Tvx	Amélioration proposée	Coûts d'investissements estimés				Gains énergétiques annuels		Gains GES annuels		Gains économiques annuels		Temps de retour brut (années)	Domaine affecté	Nature de l'amélioration	Remarques / justifications	
		Quantité	Unités	Unitaires (€ TTC)	Total (€ TTC)	KWh/EP /m².an	%	kgéq CO2/m².an	%	€ TTC	%					
Bâti	BA1	Travaux d'isolation intérieure des façades, comprenant, dépose de l'existant ; préparation du support, fourniture et mise oeuvre d'une contre-cloison de doublage constituée de plaques de plâtre de 13mm avec pare-vapeur, vissée sur fourrures métalliques avec appuis intermédiaires ; finition des joints entre plaques par bandes et enduit spécial et isolation en laine minérale de résistance thermique R= 4 m².K/W ; finitions et nettoyage du chantier.	220	m²	330	72 600	39,2	17,3%	9,18	28,7%	595,2	21,5%	122,0	Façades/Murs/Structure	Investissement - Bâti	Attention aux risques de condensation très importants entre l'isolant et le mur extérieur. Installation d'une VMC fortement recommandée pour réduire l'humidité et limiter les risques de dégradation de l'isolant.
	BA2	Travaux de réfection de l'isolation en combles, comprenant : Dépose de l'existant, préparation du support, traitement du dispositif électrique, fourniture et mise en oeuvre de rouleaux de laine minérale de résistance thermique R = 6 m².K/W. Finitions et nettoyage du chantier.	279	m²	30	8 370	4,3	1,9%	1,01	3,2%	65,8	2,4%	127,2	Toiture	Investissement - Bâti	L'état de l'isolation actuelle est mauvais. De par la présence de fuites au niveau de la toiture, l'isolant est gorgé d'eau et ses performances sont sérieusement réduites. Suite à la réparation de la toiture, l'isolation doit être changée et renforcée en déroulant, par exemple, de la laine de verre au sol.
	BA3	Remplacement des fenêtres, portes d'entrées et de secours existantes par des menuiseries , comprenant : Dépose des vantaux, descellement et dépose des dormants, fourniture et pose de menuiseries PVC à double-vitrage 4/16/4 à lame d'argon, de performances thermiques Uw=1,37 W/m².K pour les fenêtres et Uw = 1,80 W/m².K pour les portes, ferrage, joints d'étanchéité, crémones et poignées. Raccords d'enduits.	17	m²	660	11 220	7,3	3,2%	1,71	5,3%	111,1	4,0%	101,0	Menuiseries ext.	Investissement - Bâti	
	BA4	Réflexion totale des façades comprenant la pose d'une isolation thermique par l'extérieur de résistance thermique R=4,5m².K/W, et remplacement des menuiseries extérieures par des menuiseries performantes PVC à double vitrage 4/16/4 à lame d'argon, de performance thermiques Uw=1,37 W/m².K. Comprenant : Echafaudage avec protection verticale, nettoyage, isolant fixé mécaniquement, dépose et pose des menuiseries, enduit de finition et nettoyage du chantier.	220	m²	409	90 000	50,2	22,2%	11,74	36,7%	761,7	27,5%	118,2	Façades/Murs/Structure	Investissement - Bâti	Solution plus efficace que l'isolation par l'intérieur, qui présente l'intérêt de pouvoir conserver l'accès à l'inertie du bâtiment, de limiter les ponts thermiques et de présenter moins de risque de condensation. A privilégier si aucune restriction patrimoniale (classement du bâtiment, etc.) n'est en vigueur. L'isolation devra être adaptée pour ne pas dénaturer certaines parties de la façade et être respirante. Travaux à réaliser façade par façade en commençant par les plus déperditives.
Ventil	V1	Installation d'une ventilation modulée tertiaire simple flux à extraction de type Micro Watt de chez Aldès ou équivalent. Dépose du faux plafond, gainage technique, pose des bouches et accessoires, fourniture et mise en fonctionnement de l'équipement.	290	U	60	17 400	21,2	9,4%	6,53	20,4%	371,7	13,4%	46,8	Ventilation	Investissement - Equipements	Solution peu rentable économiquement mais fortement conseillée du point de vue sanitaire pour améliorer la qualité d'usage. De plus, la ventilation actuelle ne satisfait pas aux exigences réglementaires actuellement en vigueur.
	V2	Installation d'une ventilation modulée tertiaire double flux avec un échangeur haute efficacité (0,9). Dépose du faux plafond, gainage technique, pose des bouches et accessoires, fourniture et mise en fonctionnement de l'équipement.	290	U	100	29 000	24,8	11,0%	11,30	35,3%	551,1	19,9%	52,6	Ventilation	Investissement - Equipements	Solution plus efficace qu'une ventilation simple flux car elle permet de récupérer des calories sur l'air extrait des locaux. Les besoins de chauffage des locaux sont donc fortement diminués. Cette solution permet également de limiter les surchauffes estivales par le biais de la surventilation nocturne. Cependant, cette mesure n'est efficace que si elle est couplée à un travail de perméabilité à l'air du bâtiment.
C1	C1	Imposer une température en période d'occupation de 19°C (au lieu de 23°C) et une température nocturne / WE de 15°C (au lieu de 8°C actuellement).	-	-	-	-	34,4	15,2%	8,05	25,2%	522,1	18,9%	0,0	Chauffage	Gestion	Cette solution a un effet immédiat à coût nul
	C2	Inciter les occupants à fermer le robinet du radiateur lorsqu'ils ouvrent les fenêtres pour aérer.	-	-	-	-	1,2	0,5%	0,29	0,9%	18,6	0,7%	0,0	Chauffage	Comportement	Cette solution a un effet immédiat à coût nul

Réf. Tvx	Amélioration proposée	Coûts d'investissements estimés				Gains énergétiques annuels		Gains GES annuels		Gains économiques annuels		Temps de retour brut (années)	Domaine affecté	Nature de l'amélioration	Remarques / justifications	
		Quantité	Unités	Unitaires (€ TTC)	Total (€ TTC)	kWh/EP /m².an	%	kg eq CO2/m².an	%	€ TTC	%					
Chauffage	C3	Remplacement de la chaufferie collective gaz par une chaudières gaz à condensation de 2MW du type LRK 30 de chez Atlantic Guillot ou équivalent. Dépose de l'équipement existant, préparation, fourniture et mise en fonctionnement de l'équipement, vérifications et réglages, finition et nettoyage de chantier.	1	U	2100	2 100	15,0	6,6%	3,50	10,9%	227,1	8,2%	9,2	Chauffage	Investissement - Equipements	Le chiffrage des équipements a été réparti sur l'ensemble de la cité administrative. L'investissement indiqué ne correspond qu'à la part représentative du bâtiment.
	C4	Pose d'un compteur thermique propre au bâtiment	1	U	1200	1 200		0,0%		0,0%		0,0%	0,0	Chauffage	Gestion	Actuellement, la chaufferie dessert indistinctement tous les bâtiments de la cité. La mise en place de sous compteurs permettrait de discerner les consommations de chacun des édifices et permettrait, le cas échéant, de détecter des dysfonctionnement sur chacun des systèmes de chauffage.
	C5	Remplacement des robinets de l'ensemble des radiateurs par des robinets thermostatiques dimmables performants.	12	U	70	840	3,7	1,6%	0,86	2,7%	55,7	2,0%	15,1	Chauffage	Investissement - Equipements	Pour prendre son sens, cette mise en œuvre doit être couplée à une vérification de la régulation de la chaufferie.
Electricité	EI1	Remplacement des néons de type T8 par des néons T5, plus économe en énergie, couplé avec la mise en place de détecteur de présence et de luminosité.	26	U	300	7 800	24,9	11,0%	0,81	2,5%	218,8	7,9%	35,7	Electricité/éclairage	Investissement - Equipements	
	EI2	Pose d'un sous compteur électrique propre au bâtiment.	1	U	500	500		0,0%		0,0%		0,0%	0,0	Electricité/éclairage	Gestion	L'ensemble des bâtiments de la cité sont reliés à un même compteur électrique. La mise en place de sous compteurs permettrait de connaître les consommations de chacun des édifices et permet, le cas échéant, de détecter des dysfonctionnement sur chacun des systèmes électriques.
Bureautique	BU1	Achat de blocs prises avec interrupteurs, permettant la coupure d'électricité des postes informatiques, par les usagers, en période d'inoccupation.	8	U	8	64	1,2	0,5%	0,04	0,1%	10,3	0,4%	6,2	Bureautique	Gestion	
	BU2	Installation de contacteurs programmables sur les photocopieurs, en les programmant pour s'arrêter la nuit (10h) et le WE	1	U	25	25	2,9	1,3%	0,10	0,3%	25,8	0,9%	1,0	Bureautique	Gestion	
	BU3	Installation de logiciels permettant la gestion de l'énergie sur les postes informatiques (Type PowerOut). Ce logiciel permet la programmation de veilles sur les PC d'un réseau (pour les pauses, les absences, ...).	8	U	9	72	0,9	0,4%	0,03	0,1%	8,3	0,3%	8,7	Bureautique	Gestion	
ENR	ENR1	Remplacement de la chaufferie collective gaz par une chaufferie collective bois 1,5MW et d'une chaudière de sécurité et d'appoint gaz. Dépose de l'équipement existant, préparation, travaux de maçonnerie (construction de local), pose d'une chaudière gaz d'appoint, fourniture et mise en fonctionnement de l'équipement, vérifications et réglages, finition et nettoyage de chantier. Cette mesure devra nécessairement être précédée d'une étude de faisabilité (non incluse au chiffrage)	1	U	20000	20 000	34,39	15,2%	19,0	59,4%	283,0	10,2%	70,7	Autres	Investissement - Equipements	A programmer remplacement d'une des chaudières gaz lorsqu'elles seront en fin de vie. Il est fortement recommandé de la faire fonctionner à un taux de charge élevé les chaudières bois. Ainsi l'appoint peut être effectué avec une autre énergie, comme le gaz. Une plate-forme Bois Energie est présente à proximité de Châteauroux et permettrait l'approvisionnement en bois de la cité. Si les besoins de chauffage des bâtiments de la cité ont été préalablement réduits (travaux d'isolation par exemple), la puissance des équipements installés peut être revue à la baisse.

## **CHAPITRE II.**

## **VOLET GROS ENTRETIEN**

---

## I. SYNTHESE DE L'ETAT EXISTANT

---

Site : Cité administrative Bâtiments : J		CARNET ETAT DE SANTE GROS ENTRETIEN					 				
NOTE MOY.	1	Date de visite : 10/03/2010 SHON (m²) : 290		Date d'émission : 10/05/2010 Année de construction : 1900							
Etats santé :		Proposition d'évaluation des non-conformités		Evaluation de la durée de vie résiduelle		Critères de décision					
0	Bon état ([0; 0,5[ )	SI - RAS	Non conform. sans incidence - RAS	0	Intervention au delà 10 ans:	1 : Sécurité et hygiène	5 : Pérennité des ouvrages				
1	Etat moyen : quelques défauts ( [0,5 ; 1 ] )	PI	Non conform. avec peu d'incidence	1	Intervention entre 5 et 10 ans:	2 : Sécurité					
2	Etat médiocre, dégradation partielle ( [1;2 ] )	G	Non conformité grave	2	Intervention entre 2 et 5 ans:	3 : Continuité	6 : Energie				
3	Etat mauvais, dégradation générale ( [ 2 ; 3 ] )	TG	Non conformité très grave	3	Intervention entre 0 et 2 ans:	4 : Adaptation à l'usage	7 : Accessibilité				
Familles	Constituants	Sous-constituants	Description succincte et observations de l'état apparent	Etats de conservation des ouvrages	Etats de santé	Poids relatifs en %	Non conformités	Durée de vie résiduelle	Etats moyens de santé	Critère de décision	Référence des actions
<b>Clos-couvert-structure</b>				<b>1,2</b>	<b>63%</b>						
<b>Clos-couvert-structure</b>	<b>Structures porteuses</b>	Façade Nord	Détérioration des jambages et linteaux. Epaufrures relevées sur les appuis de fenêtres	1	0,5	21%	SI - RAS	2	ETAT MEDIOCRE	5	GE1
		Façade Sud		1			SI - RAS	2		5	GE1
		Façade Est		1			SI - RAS	2		5	GE1
		Façade Ouest		1			SI - RAS	2		5	GE1
		Refends/ Poteaux	Aucun désordre structurel majeur constaté.	0			SI - RAS				
		Plancher bas		0			SI - RAS				
		Planchers intermédiaires		0			SI - RAS				
		Plancher haut		0			SI - RAS				
		Charpente de toiture	Aucun élément disponible permettant un jugement sur l'état de conservation de la charpente								
	<b>Couvertures</b>	Couvertures	Dégradations des éléments de couverture. Salissures diverses.	2	1,0	15%	SI - RAS	2		5	GE2
		Evacuations eaux pluviales	Etanchéité ?	0			SI - RAS				
	<b>Façades</b>	Revêtements	Manque de tenue ou dégradation de la peinture (Contour de fenêtre) Décollements de l'enduit Fissurations provoquées par des chocs thermiques Dégradation par l'eau infiltrée par trop grande porosité Apparition de différence de teinte (Façade Sud)	2	2,0	15%	SI - RAS	2		5	GE1
<b>Ouvertures extérieures</b>	Fenêtres, Portes-fenêtres	Cf. aux conclusions du volet énergie	1	1,5	12%	SI - RAS	2	6	GE5		
	Portes		2			SI - RAS	2	6	GE5		

Site : Cité administrative Bâtiments : J		CARNET ETAT DE SANTE GROS ENTRETIEN					 				
NOTE MOY.	1	Date de visite : 10/03/2010 SHON (m²) : 290		Date d'émission : 10/05/2010 Année de construction : 1900							
Etats santé :		Proposition d'évaluation des non-conformités		Evaluation de la durée de vie résiduelle		Critères de décision					
0	Bon état ([0; 0,5[ )	SI - RAS	Non conform. sans incidence - RAS	0	Intervention au delà 10 ans:	1 : Sécurité et hygiène	5 : Pérennité des ouvrages				
1	Etat moyen : quelques défauts ( [0,5 ; 1 ] )	PI	Non conform. avec peu d'incidence	1	Intervention entre 5 et 10 ans:	2 : Sûreté					
2	Etat médiocre, dégradation partielle ( [1;2 ] )	G	Non conformité grave	2	Intervention entre 2 et 5 ans:	3 : Continuité	6 : Energie				
3	Etat mauvais, dégradation générale ( [ 2 ; 3 ] )	TG	Non conformité très grave	3	Intervention entre 0 et 2 ans:	4 : Adaptation à l'usage	7 : Accessibilité				
Familles	Constituants	Sous-constituants	Description succincte et observations de l'état apparent	Etats de conservation des ouvrages	Etats de santé	Poids relatifs en %	Non conformités	Durée de vie résiduelle	Etats moyens de santé	Critère de décision	Référence des actions
<b>Equipements techniques</b>					<b>0,7</b>	<b>26%</b>					
<b>Equipements techniques</b>	<b>Plomberie et sanitaire</b>	Réseaux d'alimentation eau froide et chaude, évacuation	Installations en état de fonctionnement satisfaisant	0	0,0	7%	SI - RAS		<b>ETAT MOYEN</b>		
		Appareillages et robinetteries		0			SI - RAS				
	<b>Chauffage et ventilation</b>	Production de chauffage	Cf. aux conclusions du volet énergie	2	2,0	8%	PI	2		6	Cf. travaux énergie
		Climatisation									
		Ventilations (naturelles, mécaniques)		2			PI	2		6	
	<b>Electricité</b>	Production électrique: transformateur HT / BT, groupes électrogènes onduleurs, tableaux TGBT	Installations en état de fonctionnement. Le dernier rapport de vérification électrique fait toutefois part d'observations mineures. Cf. aux rapport électrique VERITAS du 23/02/10	0	0,3	7%	SI - RAS				
		Distributions / Prises / Interrupteurs		0			SI - RAS				
		Luminaires (tubes fluo, halogènes, ...)	Cf. aux conclusions du volet énergie	1			PI	2		6	Cf. travaux énergie
	<b>Courants faibles (téléphonie, informatique, TV)</b>	Répartiteurs / Autocommutateur	Installations en état de fonctionnement satisfaisant	0	0,0	3%	SI - RAS				
		Prises/ Câblages		0			SI - RAS				
	<b>Equipements de sécurité incendies</b>	Systèmes d'alarme: Centrale, Détecteurs	Equipements vérifiés 2008 et 2009. Cf. au registre de sécurité	0	0,0	1%	SI - RAS				
		Système de désenfumage (déclenchement manuel, automatique, trappes, skydômes, ...)		0			SI - RAS				
Equipements asservis (portes, clapets CF, ...)		0		SI - RAS							
Eclairage de sécurité, Extincteurs, Plans d'évacuation et consignes		0		SI - RAS							

Site : Cité administrative Bâtiments : J		<b>CARNET ETAT DE SANTE GROS ENTRETIEN</b>				 					
NOTE MOY.	<b>1</b>	Date de visite : 10/03/2010 SHON (m²) : 290		Date d'émission : 10/05/2010 Année de construction : 1900							
<b>Etats santé :</b>		<b>Proposition d'évaluation des non-conformités</b>		<b>Évaluation de la durée de vie résiduelle</b>		<b>Critères de décision</b>					
<b>0</b>	Bon état ([0; 0,5[ )	<b>SI - RAS</b>	Non conform. sans incidence - RAS	<b>0</b>	Intervention au delà 10 ans:	1 : Sécurité et hygiène	5 : Pérennité des ouvrages				
<b>1</b>	Etat moyen : quelques défauts ( [0,5 ; 1 ] )	<b>PI</b>	Non conform. avec peu d'incidence	<b>1</b>	Intervention entre 5 et 10 ans:	2 : Sûreté					
<b>2</b>	Etat médiocre, dégradation partielle ( [1;2 ] )	<b>G</b>	Non conformité grave	<b>2</b>	Intervention entre 2 et 5 ans:	3 : Continuité	6 : Energie				
<b>3</b>	Etat mauvais, dégradation générale ( [ 2 ; 3 ] )	<b>TG</b>	Non conformité très grave	<b>3</b>	Intervention entre 0 et 2 ans:	4 : Adaptation à l'usage	7 : Accessibilité				
Familles	Constituants	Sous-constituants	Description succincte et observations de l'état apparent	Etats de conservation des ouvrages	Etats de santé	Poids relatifs en %	Non conformités	Durée de vie résiduelle	Etats moyens de santé	Critère de décision	Référence des actions

<b>Aménagements intérieurs</b>	<b>Aménagements intérieurs</b>		<b>0,9</b>	<b>10%</b>							
	<b>Cloisons, portes, faux-plafonds</b>	Cloisons courantes y compris CF		1	0,7	5%	SI - RAS	2	ETAT MOYEN	5	GE3
		Portes		1			SI - RAS	2		5	GE3
		Faux -Plafonds	Manque de tenue ou dégradation des peintures Décollements des papiers Fissurations provoquées par des retraits Dégradation des faux-plafonds	0			SI - RAS	2		5	GE3
	<b>Revêtements</b>	Plafonds		1	1,0	5%	SI - RAS	2		5	GE3
		Murs		1			SI - RAS	2		5	GE3
		Sols		1			SI - RAS	2		5	GE4
	<b>Isolation</b>	Toitures	Aucun élément disponible permettant de confirmer la présence d'un isolant en comble/toiture. Cf. aux conclusions du volet énergie	3	3,0	0%	G	3		6	GE6
		Façades	Absence d'isolation en façades. Cf. aux conclusion du volet énergie	3			G	3		6	GE7

<b>Voirie</b>	<b>Voirie</b>		<b>0,0</b>	<b>1%</b>							
	<b>Voiries</b>	Revêtements, abords	Aucun élément disponible permettant un jugement sur l'état de la voirie	0,0	1%	SI - RAS	BON ETAT				
		Branchements et réseaux	Réseaux et branchements en bon état de fonctionnement apparent	0							

<b>NOTE MOY. BATIMENT</b>	<b>1,0</b>	<b>100%</b>	<b>ETAT MOYEN</b>
	SANTE (0 à 3)	Poids	

Site : Cité administrative

Bâtiments : J

## CONFORMITE REGLEMENTAIRE



Classement ERP du bâtiment : Type : 5 Catégorie : W

Effectif total : 10 Personnel : 10  
Public : 0

EQUIPEMENTS TECHNIQUES	Conformité Oui / Non / Doc non constaté	Contrôleur agréé Personnel qualifié	Date de vérification	Durée de validité	Coût (€TTC)	Suite à donner / observations
INSTALLATIONS ELECTRIQUES	OUI	VERITAS	22/02/2010	1 an		
EQUIPEMENT D'ALARME (EA) :	NON	APAVE	22/10/2008	1 an		Durée de validité dépassé
SYSTEME SECURITE INCENDIE (SSI) :	OUI	RISK PARTENAIRE	01/03/2009	SSI: 3 ans + contrat obligatoire		
ECLAIRAGE DE SECURITE	NON	RISK PARTENAIRE	07/03/2008	1 Semestre		Durée de validité dépassé
INSTALLATIONS THERMIQUES	Doc non constaté			1 an		
CLIMATISEURS	Doc non constaté			1 an		
APPAREILS A PRESSION DE GAZ	Doc non constaté			Autoclave /18 mois - Cuve de gaz et compresseur /3 ans		
APPAREILS A PRESSION DE VAPEUR	Doc non constaté					
INSTALLATIONS DE GAZ	Doc non constaté			1 an		
AMIANTE	OUI	APAVE	28/07/2006	Avant mise en service des bâtiments / validité illimité		Identification des matériaux et produits contenant de l'amiante : - Néant
ACCESSIBILITE PLOMB	Doc non constaté			1 an		
ETAT PARASITAIRE	Doc non constaté			1 semestre/ termites		
AERATION LOCAUX TRAVAIL	Doc non constaté			Ventilation mécanique: 1 an		
BRUIT LOCAUX TRAVAIL	Doc non constaté					
PORTES ET PORTAILS AUTOMATIQUES	Doc non constaté			1 an		
MACHINES (Compacteurs à déchets, presses, massicots...)	NA			trimestriel		
PROTECTIONS CONTRE LA Foudre	Doc non constaté			5 ans		
ASCENSEUR	NA			Câbles chaînes /1 an - Sécurité et nettoyage /18mois		
MONTE-CHARGES	NA			Câbles chaînes /1 an -		

## **II. PRECONISATIONS**

---

**Critères de décision**  
 1 : Sécurité et hygiène  
 2 : Sécurité  
 3 : Continuité fonctionnement  
 4 : Adaptation à l'usage  
 5 : Pérennité des ouvrages  
 6 : Energie  
 7 : Accessibilité

Références des actions	Critère de décision	Délai d'intervention	Domaine	Opérations à réaliser (Travaux, études, contrôles)	unités	Quantités	Prix unitaires en € T.T.C	Montants globaux en € T.T.C	Programmation des travaux			
									Sous 2 ans 2010 --> 2012	De 2 à 5 ans 2012 --> 2015	De 5 à 10 ans 2015 --> 2020	Plus de 10 ans 2020 -->
GE1	5	De 2 à 5 ans	Façades/Murs/Structure	Nettoyage haute pression, traitement des fissures et détériorations diverses, reprise du ravalement, impression et revêtement acrylique en finition compris échafaudage. Travaux à réaliser en cohérence avec les préconisations travaux du volet énergie, réf. BA4	M²	220	50	11 000	0	11 000	0	0
GE2	5	De 2 à 5 ans	Toiture	Nettoyage, traitement antimousse et remaniage de la couverture.	M²	320	54	17 280	0	17 280	0	0
GE3	5	De 2 à 5 ans	Aménag. intérieur	Travaux ponctuels de réfection des peintures et revêtements papiers du bâtiment, comprenant : travaux préparatoires, peinture sur murs, plafond, portes courantes et radiateurs. La fourniture et pose d'un revêtement mural autre que peinture est à prendre en complément Travaux à réaliser en cohérence avec les préconisation travaux du volet énergie, réf. BA1	F	1	5 000	5 000	0	5 000	0	0
GE4	5	De 2 à 5 ans	Aménag. intérieur	Travaux ponctuels de remplacement de revêtement de sols, comprenant dépose du revêtement existant, dépose des plinthes, application d'un primaire d'accrochage et ragréage du support, fourniture et pose de revêtement compris toutes sujétions de traçage, découpe, collage et arasement. Fourniture et pose de plinthes en bois. Nettoyage en fin de chantier	F	1	3 000	3 000	0	3 000	0	0
GE5	6	De 2 à 5 ans	Menuiseries ext.	Cf. aux préconisations travaux du volet énergie, réf. BA3	F	1	0	0	0	0	0	0
GE6	6	Sous 2 ans	Autres	Cf. aux préconisations travaux du volet énergie, réf. BA2	F	1	0	0	0	0	0	0
GE7	6	Sous 2 ans	Autres	Cf. aux préconisations travaux du volet énergie, réf. BA1 ou BA4	F	1	0	0	0	0	0	0

**Valeurs d'entrée :**

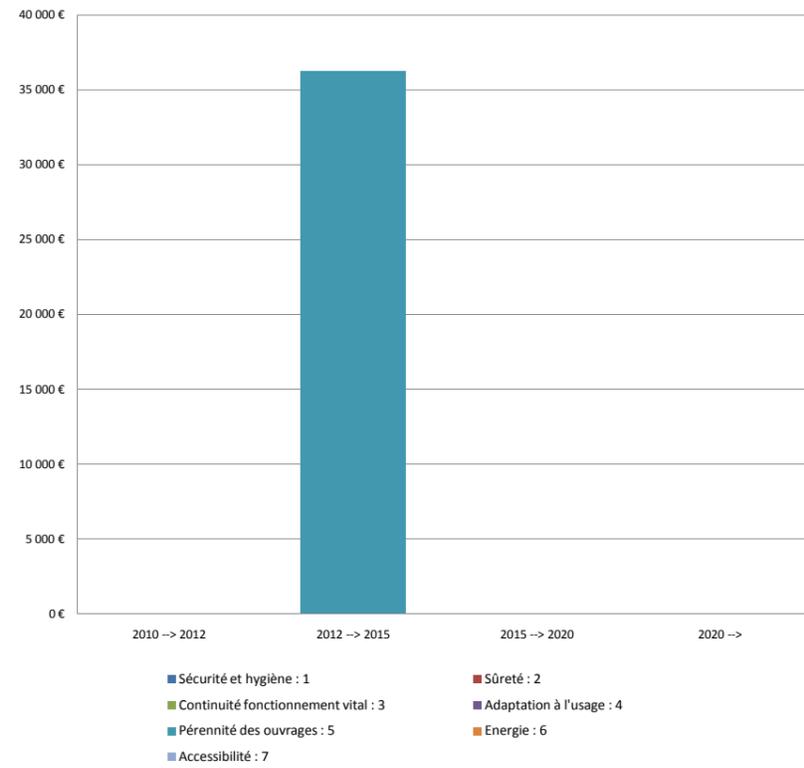
Estimation de la valeur financière du bâtiment à neuf :	1 300 €TTC/m² SHON
SHON (m²) :	290 m²
Date de début de programmation :	2010

**Valeurs de sortie :**

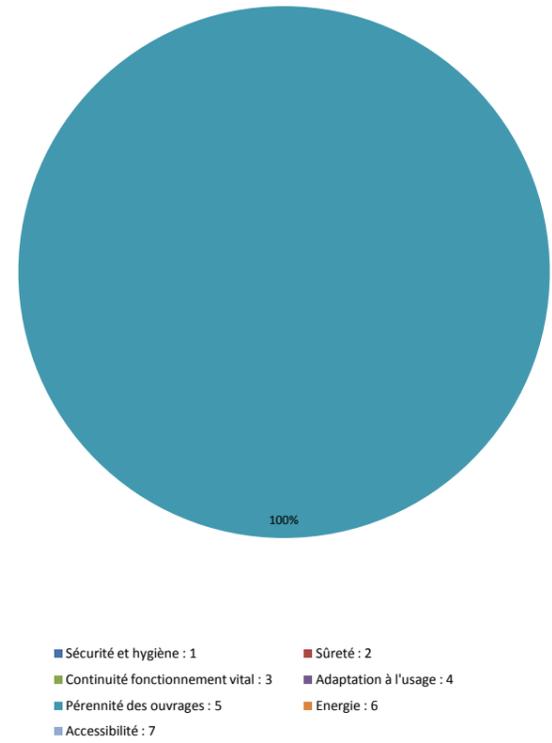
Coût global des travaux / SHON :	125 €TTC/m² SHON
Ratio : coût des travaux de réhab. / coût à neuf (en %) :	10%
Estimation du coût du bâtiment à neuf :	377 000 €

<b>TOTAUX :</b>	<b>36 280 €</b>	<b>- €</b>	<b>36 280 €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	<b>36 280 €</b>
<b>Proportions (%) :</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>
<b>Critères de décision</b>	<b>Ratio (%) :</b>	<b>Répartition par critère de décision</b>				<b>TOTAUX :</b>
Sécurité et hygiène : 1	0%	-	-	-	-	- €
Sûreté : 2	0%	-	-	-	-	- €
Continuité fonctionnement vital : 3	0%	-	-	-	-	- €
Adaptation à l'usage : 4	0%	-	-	-	-	- €
Pérennité des ouvrages : 5	100%	-	36 280	-	-	36 280 €
Energie : 6	0%	-	-	-	-	- €
Accessibilité : 7	0%	-	-	-	-	- €

Evolution des investissements en fonction des critères et des périodes



Répartition des investissements en fonction des critères de décision



## CHAPITRE III. STRATEGIE DE REHABILITATION PAR BATIMENT

---

## I. PROGRAMMATION DES TRAVAUX & SCENARIOS DE REHABILITATION

---

Les trois scénarios de proposition d'actions sont les suivants:

- Scénario 1 : investissement initial limité.
- Scénario 2 : optimisation du temps de retour sur investissement (TRI)
- Scénario 3 : satisfaction stricte des objectifs de réduction de 40% des consommations énergétiques et de 50% des émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'horizon 2020. Satisfaction stricte des objectifs du Grenelle de l'environnement visant la réduction de 75% des émissions de GES à l'horizon 2050

Ces scénarios sont fixés par le bureau d'études, cependant l'outil fourni permet de modifier à souhait un ensemble de paramètres, et notamment la date de réalisation de chacune des optimisations proposées. Il est ainsi aisé de programmer les travaux que l'on souhaite, en adaptant leurs années de réalisation au plus proche de ses possibilités (de sa trésorerie par exemple).

Se rendre à l'annexe dédiée à l'explication complète de l'outil et de ses possibilités.

DONNEES DE DEPART

	Chauffage	Electricité
Conso totale NRJ primaire :	35 623	29 852
Emission de CO2 totales :	8 336	972
Coûts énergétiques annuels :	1 865 €	905 €
Augmentation coût NRJ /4 :	5%	5%

	Actuel global	Obj. 2020	Obj. 2050	RT 2005
Conso spéc. NRJ primaire (kWhEP/m².an) :	226	136	68	150
Emission de CO2 actuelle (kgCO2/m².an) :	32	16	8	18
Etiquette énergie actuelle :	D			
Etiquette climat actuelle :	D			

Surface chauffée :	290 m²	Incompatibilité de tvx 1 :
SHON :	290 m²	Incompatibilité de tvx 2 :
Année de départ :	2010	Incompatibilité de tvx 3 :
Taux d'actualisation (1) :	0%	Incompatibilité de tvx 4 :

Type de bâtiment : (6.1.public) bureaux, services administratifs, enseignement

Site & Bâtiment	Année de réalisation des travaux				Scénario : (calculé par l'outil (5))	Scénario 3 : Objectif facteur 4		Type travaux	Domaine / Critère	Investissement € TTC	TR Brut (ans)	Priorité	GAINS ANNUELS - CHAUFFAGE			GAINS ANNUELS - ELECTRICITE			
	Scénar 1	Scénar 2	Scénar 3	PERSO		Référence travaux	Désignation						Energie primaire kWhEP/an	CO2 Kg/an	Financier € TTC	Energie primaire kWhEP/an	CO2 Kg/an	Financier € TTC	
																			Energie
Compteur colonne						2													
Arrondi										-2	0			-1	-1	-1	-1	-1	-1
Cité Administrative - Bâtiment J																			
		2015			0	BA1	Travaux d'isolation intérieure des façades, comprenant, dépose de l'existant ; préparation du support, fourniture et mise oeuvre d'une contre-cloison de doublage constituée de plaques de plâtre de 13mm avec pare-vapeur, vissée sur fourrures métalliques avec appuis intermédiaires ; finition des joints entre plaques par bandes et enduit spécial et isolation en laine minérale de résistance thermique R= 4 m².K/W ; finitions et nettoyage du chantier.	chauffage	Façades/Murs/Structure	72 600	122			11 370	2 660	600	0	0	0
		2012	2012		2012	BA2	Travaux de réfection de l'isolation en combles, comprenant : Dépose de l'existant, préparation du support, traitement du dispositif électrique, fourniture et mise en oeuvre de rouleaux de laine minérale de résistance thermique R = 6 m².K/W. Finitions et nettoyage du chantier.	chauffage	Toiture	8 400	127			1 260	290	70	0	0	0
		2025	2012		0	BA3	Remplacement des fenêtres, portes d'entrées et de secours existantes par des menuiseries, comprenant : Dépose des vantaux, descelllement et dépose des dormants, fourniture et pose de menuiseries PVC à double vitrage 4/16/4 à lame d'argon, de performances thermiques Uw=1,37 W/m².K pour les fenêtres et Uw = 1,80 W/m².K pour les portes, ferrage, joints d'étanchéité, crémones et poignées. Raccords d'enduits.	chauffage	Menuiseries ext.	11 200	101			2 120	500	110	0	0	0
				2015	2015	BA4	Réflexion totale des façades comprenant la pose d'une isolation thermique par l'extérieur de résistance thermique R=4,5m².K/W, et remplacement des menuiseries extérieures par des menuiseries performantes PVC à double vitrage 4/16/4 à lame d'argon, de performance thermiques Uw=1,37 W/m².K. Comprend : Echauffage avec protection verticale, nettoyage, isolant fixé mécaniquement, dépose et pose des menuiseries, enduit de finition et nettoyage du chantier.	chauffage	Façades/Murs/Structure	90 000	118			14 550	3 400	760	0	0	0
				2015	0	V1	Installation d'une ventilation modulaire tertiaire simple flux à extraction de type Micro Watt de chez Aldes ou équivalent. Dépose du faux plafond, gainage technique, pose des bouches et accessoires, fourniture et mise en fonctionnement de l'équipement.	chauffage	Ventilation	17 400	47			6 150	1 890	370	0	0	0
				2015	2015	V2	Installation d'une ventilation modulaire tertiaire double flux avec un échangeur haute efficacité (0,9). Dépose du faux plafond, gainage technique, pose des bouches et accessoires, fourniture et mise en fonctionnement de l'équipement.	chauffage	Ventilation	29 000	53			7 200	3 280	550	0	0	0
	2011	2011	2011		2011	C1	Imposer une température en période d'occupation de 19°C (au lieu de 23°C) et une température nocturne / WE de 15°C (au lieu de 8°C actuellement).	chauffage	Chauffage	0	0			9 970	2 330	520	0	0	0
	2011	2011	2011		2011	C2	Inciter les occupants à fermer le robinet du radiateur lorsqu'ils ouvrent les fenêtres pour aérer.	chauffage	Chauffage	0	0			360	80	20	0	0	0
				2014	0	C3	Remplacement de la chaudière collective par une chaudière gaz à condensation de 2MW du type LK 30 de chez Atlantic Guillot ou équivalent. Dépose de l'équipement existant, préparation, fourniture et mise en fonctionnement de l'équipement, vérifications et réglages, finition et nettoyage de chantier.	chauffage	Chauffage	2 100	9			4 340	1 020	230	0	0	0
	2011	2011	2011		2011	C4	Pose d'un compteur thermique propre au bâtiment	chauffage	Chauffage	1 200	0			0	0	0	0	0	0
	2015	2012	2012		2012	C5	Remplacement des robinets de l'ensemble des radiateurs par des robinets thermostatiques dimmables performants.	chauffage	Chauffage	800	15			1 060	250	60	0	0	0
		2011	2011		2011	E11	Remplacement des néons de type T8 par des néons T5, plus économe en énergie, couplé avec la mise en place de détecteur de présence et de luminosité.	électricité	Electricité/éclairage	7 800	36			0	0	0	7 220	240	220
	2012	2011	2011		2011	E12	Pose d'un sous compteur électrique propre au bâtiment.	électricité	Electricité/éclairage	500	0			0	0	0	0	0	0
	2012	2012	2012		2012	BU1	Achat de blocs prises avec interrupteurs, permettant la coupure d'électricité des postes informatiques, par les usagers, en période d'occupation.	électricité	Bureautique	100	6			0	0	0	340	10	10
	2013	2012	2012		2012	BU2	Installation de contacteurs programmables sur les photocopieurs, en les programmant pour s'arrêter la nuit (10h) et le WE	électricité	Bureautique	0	1			0	0	0	850	30	30
	2013	2012	2012		2012	BU3	Installation de logiciels permettant la gestion de l'énergie sur les postes informatiques (Type PowerOut). Ce logiciel permet la programmation de veilles sur les PC d'un réseau (pour les pauses, les absences, ...).	électricité	Bureautique	100	9			0	0	0	270	10	10
				2014	2014	ENR1	Remplacement de la chaudière collective par une chaudière collective bois 1,5MW et d'une chaudière de sécurité et d'appoint gaz. Dépose de l'équipement existant, préparation, travaux de maçonnerie (construction de local), pose d'une chaudière gaz d'appoint, fourniture et mise en fonctionnement de l'équipement, vérifications et réglages, finition et nettoyage de chantier. Cette mesure devra nécessairement être précédée d'une étude de faisabilité (non incluse au chiffrage)	chauffage	Autres	20 000	71			9 970	5 510	280	0	0	0
Gros entretien																			
Cité Administrative - Bâtiment J																			
	2015	2015			0	GE1	Nettoyage haute pression, traitement des fissures et détériorations diverses, reprise du ravalement, impression et revêtement acrylique en finition compris échafaudage. Travaux à réaliser en cohérence avec les préconisations travaux du volet énergie, réf. BA4	gros entretien	Façades/Murs/Structure	11 000		De 2 à 5 ans							
	2012	2012	2012		2012	GE2	Nettoyage, traitement antimousse et remaniage de la couverture.	gros entretien	Toiture	17 300		De 2 à 5 ans							
			2015		2015	GE3	Travaux ponctuels de réfection des peintures et revêtements papiers du bâtiment, comprenant : travaux préparatoires, peinture sur murs, plafond, portes courantes et radiateurs. La fourniture et pose d'un revêtement mural autre que peinture est à prendre en complément Travaux à réaliser en cohérence avec les préconisations travaux du volet énergie, réf. BA1	gros entretien	Aménag. intérieur	5 000		De 2 à 5 ans							
	2014	2014	2014		2014	GE4	Travaux ponctuels de remplacement de revêtement de sols, comprenant dépose du revêtement existant, dépose des plinthes, application d'un primaire d'accrochage et ragréage du support, fourniture et pose de revêtement compris toutes sujétions de traçage, découpe, collage et arasement. Fourniture et pose de plinthes en bois. Nettoyage en fin de chantier	gros entretien	Aménag. intérieur	3 000		De 2 à 5 ans							
					0	GE5	Cf. aux préconisations travaux du volet énergie, réf. BA3	gros entretien	Menuiseries ext.	0		De 2 à 5 ans							
					0	GE6	Cf. aux préconisations travaux du volet énergie, réf. BA2	gros entretien	Autres	0		Sous 2 ans							
					0	GE7	Cf. aux préconisations travaux du volet énergie, réf. BA1 ou BA4	gros entretien	Autres	0		Sous 2 ans							

## II. RESULTATS ET GRAPHIQUES: PRIX DES ENERGIES STABLE & TAUX D'ACTUALISATION NUL

---

### Les différents scénarios

Titre scénario 1 :	Investissement initial limité
Titre scénario 2 :	Optimisation du temps de retour
Titre scénario 3 :	Objectif facteur 4

### Bilan : Sous 2 ans

		Projet en cours	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	
		Scénario 3 : Objectif facteur 4				
ECONOMIQUE	Investissement total (€TTC) :	36 000 €	19 000 €	47 000 €	36 000 €	
	Coût investissement /m <sup>2</sup> (€TTC/m <sup>2</sup> ) :	124	66	162	124	
	Coût du neuf (€TTC) :	377 000 €	377 000 €	377 000 €	377 000 €	
	Ratio réhab / neuf (%) :	9,5%	5,0%	12,5%	9,5%	
	Coûts énergétiques sous 2 ans, sans tvx (€TTC/an) :	2 770 €	2 770 €	2 770 €	2 770 €	
	Coûts énergétiques sous 2 ans ac tvx (€TTC/an) :	1 870 €	2 190 €	1 800 €	1 870 €	
	Economies sur les coûts énerg. / actuel (€TTC/an) :	900 €	580 €	970 €	900 €	
	Temps de retour brut (années) :	40	33	48	40	
	<b>ENVIRONNEMENTAL</b>					
	Economies d'énergie primaires (%) :	31%	16%	34%	31%	
Nouvelle conso. d'énergie primaire (kWhEP/m <sup>2</sup> .an) :	155	189	150	155		
Nouvelle étiquette énergétique :	C	C	C	C		
Objectif 2020 réduction de 40% ? :	NON	NON	NON	NON		
CO2	Economies d'émissions de CO2 (%) :	33%	26%	36%	33%	
	Nouvelle émission de CO2 (kgCO2/m <sup>2</sup> .an) :	22	24	20	22	
	Nouvelle étiquette climat :	C	C	C	C	
	Objectif 2020 réduction de 50% ? :	NON	NON	NON	NON	
	Objectif 2050 réduction de 75% ? :	NON	NON	NON	NON	

### Bilan : Sous 5 ans

		Projet en cours	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	
		Scénario 3 : Objectif facteur 4				
ECONOMIQUE	Investissement total (€TTC) :	183 000 €	39 000 €	154 000 €	183 000 €	
	Coût investissement /m <sup>2</sup> (€TTC/m <sup>2</sup> ) :	631	134	531	631	
	Coût du neuf (€TTC) :	377 000 €	377 000 €	377 000 €	377 000 €	
	Ratio réhab / neuf (%) :	48,5%	10,3%	40,8%	48,5%	
	Coûts énergétiques sous 5 ans, sans tvx (€TTC/an) :	2 770 €	2 770 €	2 770 €	2 770 €	
	Coûts énergétiques sous 5 ans ac tvx (€TTC/an) :	1 070 €	2 140 €	1 190 €	1 070 €	
	Economies sur les coûts énerg. / actuel (€TTC/an) :	1 700 €	630 €	1 580 €	1 700 €	
	Temps de retour brut (années) :	107,6	62	97	108	
	<b>ENVIRONNEMENTAL</b>					
	Economies d'énergie primaires (%) :	55%	19%	51%	55%	
Nouvelle conso. d'énergie primaire (kWhEP/m <sup>2</sup> .an) :	101	183	111	101		
Nouvelle étiquette énergétique :	B	C	C	B		
Objectif 2020 réduction de 40% ? :	OUI	NON	OUI	OUI		
CO2	Economies d'émissions de CO2 (%) :	85%	28%	67%	85%	
	Nouvelle émission de CO2 (kgCO2/m <sup>2</sup> .an) :	5	23	11	5	
	Nouvelle étiquette climat :	A	C	B	A	
	Objectif 2020 réduction de 50% ? :	OUI	NON	OUI	OUI	
	Objectif 2050 réduction de 75% ? :	OUI	NON	NON	OUI	

### Bilan : Sous 10 ans

		Projet en cours	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	
		Scénario 3 : Objectif facteur 4				
ECONOMIQUE	Investissement total (€TTC) :	183 000 €	39 000 €	154 000 €	183 000 €	
	Coût investissement /m <sup>2</sup> (€TTC/m <sup>2</sup> ) :	631	134	531	631	
	Coût du neuf (€TTC) :	377 000 €	377 000 €	377 000 €	377 000 €	
	Ratio réhab / neuf (%) :	48,5%	10,3%	40,8%	48,5%	
	Coûts énergétiques sous 10 ans, sans tvx (€TTC/an) :	2 770 €	2 770 €	2 770 €	2 770 €	
	Coûts énergétiques sous 10 ans ac tvx (€TTC/an) :	1 070 €	2 140 €	1 190 €	1 070 €	
	Economies sur les coûts énerg. / actuel (€TTC/an) :	1 700 €	630 €	1 580 €	1 700 €	
	Temps de retour brut (années) :	107,6	62	97	108	
	<b>ENVIRONNEMENTAL</b>					
	Economies d'énergie primaires (%) :	55%	19%	51%	55%	
Nouvelle conso. d'énergie primaire (kWhEP/m <sup>2</sup> .an) :	101	183	111	101		
Nouvelle étiquette énergétique :	B	C	C	B		
Objectif 2020 réduction de 40% ? :	OUI	NON	OUI	OUI		
CO2	Economies d'émissions de CO2 (%) :	85%	28%	67%	85%	
	Nouvelle émission de CO2 (kgCO2/m <sup>2</sup> .an) :	5	23	11	5	
	Nouvelle étiquette climat :	A	C	B	A	
	Objectif 2020 réduction de 50% ? :	OUI	NON	OUI	OUI	
	Objectif 2050 réduction de 75% ? :	OUI	NON	NON	OUI	

### BILAN GENERAL ET OBJECTIFS DES SCENARIOS SUR 40 ans

		Projet en cours	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
		Scénario 3 : Objectif facteur 4			
ECONOMIQUE	TR actualisé (années) :	> 42 ans	> 42 ans	> 42 ans	> 42 ans
	Investissement total :	183 000 €	50 000 €	154 000 €	183 000 €
	Coût investissement /m <sup>2</sup> (€/m <sup>2</sup> SHON) :	632 €	173	529	632
	Coût du neuf /m <sup>2</sup> (€/m <sup>2</sup> SHON) :	1 300 €	1 300 €	1 300	1 300
	Ratio réhab / neuf :	48,6%	13,3%	0,407	0,486
	Gains financiers sous 10 ans :	-169 000 €	-33 000 €	-140 000	-169 000
	Gains financiers sous 20 ans :	-152 000 €	-37 000 €	-124 000	-152 000
	Gains financiers sous 30 ans :	-136 000 €	-30 000 €	-109 000	-136 000
	Gains financiers sous 40 ans :	-119 000 €	-23 000 €	-93 000	-119 000
	Gains financiers maximum :	0€ d'ici 2010	0€ d'ici 2010	0€ d'ici 2010	0€ d'ici 2010
Pertes financières maximum :	-178 000€ d'ici 2015	-41 000€ d'ici 2025	-148 000€ d'ici 2015	-178 000€ d'ici 2015	
<b>ENVIRONNEMENTAL</b>					
Réduction max de la conso. énergétique :	55% de réduc : 2015	21% de réduc : 2025	51% de réduc : 2015	55% de réduc : 2015	
Réduction max des émissions de CO2 :	85% de réduc : 2015	32% de réduc : 2025	67% de réduc : 2015	85% de réduc : 2015	
(Horizon 2020) Div/2 les émissions de CO2 :	OUI	NON	OUI	OUI	
(Horizon 2020) 40% d'économies d'énergies :	OUI	NON	OUI	OUI	
(Facteur 4 : 2050) Div / 4 émissions CO2 :	OUI	NON	NON	OUI	

III. RESULTATS ET GRAPHIQUES: INFLATION DU  
PRIX DES ENERGIES: 5% & TAUX  
D'ACTUALISATION NUL

---

### Les différents scénarios

Titre scénario 1 :	Investissement initial limité
Titre scénario 2 :	Optimisation du temps de retour
Titre scénario 3 :	Objectif facteur 4

### Bilan : Sous 2 ans

		Projet en cours	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	
		Scénario 3 : Objectif facteur 4				
ECONOMIQUE	Investissement total (€TTC) :	36 000 €	19 000 €	47 000 €	36 000 €	
	Coût investissement /m² (€TTC/m²) :	124	66	162	124	
	Coût du neuf (€TTC) :	377 000 €	377 000 €	377 000 €	377 000 €	
	Ratio réhab / neuf (%) :	9,5%	5,0%	12,5%	9,5%	
	Coûts énergétiques sous 2 ans, sans tvx (€TTC/an) :	3 210 €	3 210 €	3 210 €	3 210 €	
	Coûts énergétiques sous 2 ans ac tvx (€TTC/an) :	2 220 €	2 570 €	2 140 €	2 220 €	
	Economies sur les coûts énerg. / actuel (€TTC/an) :	990 €	640 €	1 070 €	990 €	
	Temps de retour brut (années) :	36	30	44	36	
	<b>ENVIRONNEMENTAL</b>					
	Economies d'énergie primaires (%) :	31%	16%	34%	31%	
Nouvelle conso. d'énergie primaire (kWhEP/m².an) :	155	189	150	155		
Nouvelle étiquette énergétique :	C	C	C	C		
Objectif 2020 réduction de 40% ? :	NON	NON	NON	NON		
CO2	Economies d'émissions de CO2 (%) :	33%	26%	36%	33%	
	Nouvelle émission de CO2 (kgCO2/m².an) :	22	24	20	22	
	Nouvelle étiquette climat :	C	C	C	C	
	Objectif 2020 réduction de 50% ? :	NON	NON	NON	NON	
	Objectif 2050 réduction de 75% ? :	NON	NON	NON	NON	

### Bilan : Sous 5 ans

		Projet en cours	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	
		Scénario 3 : Objectif facteur 4				
ECONOMIQUE	Investissement total (€TTC) :	183 000 €	39 000 €	154 000 €	183 000 €	
	Coût investissement /m² (€TTC/m²) :	631	134	531	631	
	Coût du neuf (€TTC) :	377 000 €	377 000 €	377 000 €	377 000 €	
	Ratio réhab / neuf (%) :	48,5%	10,3%	40,8%	48,5%	
	Coûts énergétiques sous 5 ans, sans tvx (€TTC/an) :	3 530 €	3 530 €	3 530 €	3 530 €	
	Coûts énergétiques sous 5 ans ac tvx (€TTC/an) :	1 450 €	2 780 €	1 590 €	1 450 €	
	Economies sur les coûts énerg. / actuel (€TTC/an) :	2 080 €	750 €	1 940 €	2 080 €	
	Temps de retour brut (années) :	88,0	52	79	88	
	<b>ENVIRONNEMENTAL</b>					
	Economies d'énergie primaires (%) :	55%	19%	51%	55%	
Nouvelle conso. d'énergie primaire (kWhEP/m².an) :	101	183	111	101		
Nouvelle étiquette énergétique :	B	C	C	B		
Objectif 2020 réduction de 40% ? :	OUI	NON	OUI	OUI		
CO2	Economies d'émissions de CO2 (%) :	85%	28%	67%	85%	
	Nouvelle émission de CO2 (kgCO2/m².an) :	5	23	11	5	
	Nouvelle étiquette climat :	A	C	B	A	
	Objectif 2020 réduction de 50% ? :	OUI	NON	OUI	OUI	
	Objectif 2050 réduction de 75% ? :	OUI	NON	NON	OUI	

### Bilan : Sous 10 ans

		Projet en cours	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	
		Scénario 3 : Objectif facteur 4				
ECONOMIQUE	Investissement total (€TTC) :	183 000 €	39 000 €	154 000 €	183 000 €	
	Coût investissement /m² (€TTC/m²) :	631	134	531	631	
	Coût du neuf (€TTC) :	377 000 €	377 000 €	377 000 €	377 000 €	
	Ratio réhab / neuf (%) :	48,5%	10,3%	40,8%	48,5%	
	Coûts énergétiques sous 10 ans, sans tvx (€TTC/an) :	4 510 €	4 510 €	4 510 €	4 510 €	
	Coûts énergétiques sous 10 ans ac tvx (€TTC/an) :	1 850 €	3 540 €	2 030 €	1 850 €	
	Economies sur les coûts énerg. / actuel (€TTC/an) :	2 660 €	970 €	2 480 €	2 660 €	
	Temps de retour brut (années) :	68,8	40	62	69	
	<b>ENVIRONNEMENTAL</b>					
	Economies d'énergie primaires (%) :	55%	19%	51%	55%	
Nouvelle conso. d'énergie primaire (kWhEP/m².an) :	101	183	111	101		
Nouvelle étiquette énergétique :	B	C	C	B		
Objectif 2020 réduction de 40% ? :	OUI	NON	OUI	OUI		
CO2	Economies d'émissions de CO2 (%) :	85%	28%	67%	85%	
	Nouvelle émission de CO2 (kgCO2/m².an) :	5	23	11	5	
	Nouvelle étiquette climat :	A	C	B	A	
	Objectif 2020 réduction de 50% ? :	OUI	NON	OUI	OUI	
	Objectif 2050 réduction de 75% ? :	OUI	NON	NON	OUI	

### BILAN GENERAL ET OBJECTIFS DES SCENARIOS SUR 40 ans

		Projet en cours	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
		Scénario 3 : Objectif facteur 4			
ECONOMIQUE	TR actualisé (années) :	38 ans	31 ans	36 ans	38 ans
	Investissement total :	183 000 €	50 000 €	154 000 €	183 000 €
	Coût investissement /m² (€/m²*SHON) :	632 €	173 €	529 €	632 €
	Coût du neuf /m² (€/m²*SHON) :	1 300 €	1 300 €	1 300 €	1 300 €
	Ratio réhab / neuf :	48,6%	13,3%	40,7%	48,6%
	Gains financiers sous 10 ans :	-165 000 €	-31 000 €	-136 000 €	-165 000 €
	Gains financiers sous 20 ans :	-130 000 €	-29 000 €	-103 000 €	-130 000 €
	Gains financiers sous 30 ans :	-73 000 €	-5 000 €	-50 000 €	-73 000 €
	Gains financiers sous 40 ans :	21 000 €	33 000 €	37 000 €	21 000 €
	Gains financiers maximum :	45616€ d'ici 2052	42857€ d'ici 2052	59953€ d'ici 2052	45616€ d'ici 2052
Pertes financières maximum :	-177000€ d'ici 2015	-37000€ d'ici 2025	-147000€ d'ici 2015	-177000€ d'ici 2015	
<b>ENVIRONNEMENTAL</b>					
Réduction max de la conso. énergétique :	55% de réduc : 2015	21% de réduc : 2025	51% de réduc : 2015	55% de réduc : 2015	
Réduction max des émissions de CO2 :	85% de réduc : 2015	32% de réduc : 2025	67% de réduc : 2015	85% de réduc : 2015	
(Horizon 2020) Div/2 les émissions de CO2 :	OUI	NON	OUI	OUI	
(Horizon 2020) 40% d'économies d'énergies :	OUI	NON	OUI	OUI	
(Facteur 4 : 2050) Div / 4 émissions CO2 :	OUI	NON	NON	OUI	

## **CONCLUSIONS**

---

## DERNIERES IMPRESSIONS

	Très satisfaisant	Satisfaisant	Peu satisfaisant	Pas du tout satisfaisant
<b>Implantation et environnement</b> <i>Prise en compte des critères définis en début d'audit.</i>				
<b>Qualité d'usage</b> <i>Définit le confort des occupants : thermique, visuel, acoustique et sur le plan de la qualité de l'air</i>				
<b>Aspects bioclimatiques</b> <i>Prise en compte de nombreux paramètres : orientation, compacité, accès éclairage naturel, protections solaires, ...</i>				
<b>Performance énergétique</b> <i>Prise en compte de l'étiquette énergie, climat, ainsi qu'une appréciation plus générale sur l'aspect énergétique du site.</i>				
<b>Etat général</b> <i>Correspond à la note de gros entretien.</i>				
<b>Adaptabilité</b> <i>Potentiel d'évolution de l'usage du bâtiment et du site.</i>				
<b>Valeur foncière</b> <i>Valeur estimative du bâtiment à la vue de son état général, de sa situation géographique, du potentiel foncier du site, ...</i>				

### Conclusion de l'équipe d'auditeurs

Le bâtiment J de la cité administrative est inclus au sein d'un complexe de bâtiments où sont situés, de nombreux services de l'état (commissariat, police de l'eau, ...). La cité est située à proximité du centre ville de châteauroux, à proximité d'un axe routier et desservi par les transports en commun.

Le bâtiment datant de la fin du siècle précédent, il est muni de murs épais et offre une bonne inertie thermique, laquelle offre la possibilité de réguler les flux de chaleur de manière plus harmonieuse au sein des locaux. Ayant subi des travaux relativement récents, le bâtiment J dispose de performances thermiques relativement satisfaisantes. Ses façades principales sont orientées Est/ouest et ne subit des masques importants par des arbres et des bâtiments proches. La façade est donne directement sur la rue. Le bâtiment dispose d'un seul niveau, et ses besoins de chaleur sont desservis par la sous station du bâtiment H. Les combles ne sont pas aménagés et pas accessibles. Il a donc été impossible de constater l'état de l'isolant et de la toiture. De par son faible nombre de niveaux, il est moins compact que les autres grands bâtiments de la cité.

L'intérieur du bâtiment est relativement ancien. La qualité d'usage semble correcte. Les surfaces vitrées sont suffisamment importantes pour permettre un bon accès à l'éclairage naturel, bien qu'elles puissent également être source de surchauffes estivales. Les bureaux ne sont pas équipés d'un système de ventilation permettant de garantir une qualité d'air intérieur en accord avec les exigences réglementaires.

De par la mise en place d'une ventilation performante, la qualité d'usage du bâtiment peut être améliorée.

L'intégration des énergies renouvelables sur le site semble également envisageable. Cette solution doit être sérieusement envisagée dans l'optique de pouvoir atteindre les objectifs de réduction des consommations énergétiques et des gaz à effets de serre à l'horizon 2020.

Note générale

Satisfaisant

## ANNEXES

---

## **ANNEXE 1**

---

### *Méthode de calcul des performances du bâtiment et estimation des consommations énergétiques*

<p><b>BATI</b></p>	<p><b><u>Descriptif des composants du Bâti:</u></b></p> <p><b>Menuiseries:</b> Baies vitrées (fenêtres, portes vitrées) et baies opaques (portes pleines,...)</p> <p><b>Parois:</b> Murs, toitures, sols</p> <p><b>Types d'ouvertures</b> Description de la menuiserie, du type de vitrage, de l'épaisseur vitrage et lame d'air</p> <p><b>Composition de paroi</b> Description de la nature et des épaisseurs des composants de la paroi. Lorsque ces données ne sont pas communiquées, des hypothèses sur la composition des parois sont retenues, en fonction de l'âge du bâtiment et des information recueillies lors de la visite.</p> <p><b>Etat du composant</b> Description de l'état du composant observé lors de la visite des locaux (bon, médiocre, mauvais, très mauvais)</p> <p><b>Umoy estimé (W/m².K)</b> Coefficient de transmission surfacique propre à l'élément, n'incluant ni la résistance superficielle de l'élément, ni son environnement direct. Cette donnée reflète ainsi la performance thermique de l'élément, en fonction de la somme des résistances thermiques de chacun de ses constituants.</p> <p><b>% par élément</b> Ce pourcentage permet de déterminer la part que représente chaque composant de l'enveloppe par rapport à la famille d'élément à laquelle il appartient. Exemple : les fenêtres PVC simple vitrage représentent 70% et les fenêtres Alu double vitrage 30% de l'ensemble des baies vitrées du bâtiment, en contact avec l'extérieur ou un local non chauffé.</p> <p><b><u>Descriptif des déperditions thermiques par l'enveloppe:</u></b></p> <p><b>Surfaces</b> (ou <b>linéaires</b> dans le cas des liaisons) de parois déperditives (liaisons = ponts thermiques)</p> <p><b>Performances de l'élément</b> Coefficient de transmission surfacique propre à l'élément, incluant la résistance superficielle de l'élément et son environnement direct. Deux méthodes sont utilisées pour déterminer cette valeur: 1- Suite à une simulation thermique dynamique sous pléiades-comfie: Les U repris sont ceux communiqués par le logiciel dans sa synthèse. 2- Par le calcul du Ubât équivalent suivant la formule présente: <math display="block">U = \text{TAU} / (\text{Relt} + \text{Rsup})</math> Relt: Résistance thermique de la paroi (en m².K/W) avec:= 1/Umoy estimé Rsup: Somme des résistances superficielles intérieures et extérieures (m².K/W), Attention, pour le calcul des déperditions par les liaisons, le calcul Rt ex ne prend en compte que les linéiques des planchers bas, hauts et intermédiaires.</p>
--------------------	--

	<p><b>Déperditions du bâti</b> Déperditions thermiques par l'enveloppe</p> <p><b>Part %</b> Répartition des déperditions thermiques par i</p> <p><b>Déperd réf</b> <b>Rtex</b> Déperditions thermiques de références (garde fous) de la RT pour bâtiments existants.</p> <p><b>Ubât equiv</b> Coefficient moyen caractérisant les déperditions thermiques réelles du bâtiment par transmission à travers les parois et les baies</p> <p><b>Ubât réf</b> Coefficient caractérisant les déperditions thermiques d'un bâtiment ayant les caractéristiques thermiques de référence de la RT-ex (RT s'appliquant aux bâtiments existants).</p>
<b>ECS</b>	Méthode de calcul pour l'estimation des consommations détaillée dans le guide CPC (Calcul prévisionnel des consommations d'énergie) de l'AICVF (chapitre 4)
<b>ECLAIRAGE</b>	Méthode de calcul détaillée dans le guide CPC de l'AICVF (paragraphe 3.3)
<b>BUREAUTIQUE</b>	Méthode de calcul pour l'estimation des consommations détaillée dans le guide CPC de l'AICVF (chapitre 4)
<b>AUTRE</b>	Méthode de calcul pour l'estimation des consommations détaillée dans le guide CPC de l'AICVF (chapitre 3.4)
<b>SYNTHESE ENERGIE</b>	<p><b>Consommations chauffage "calculées" et consommations refroidissement "calculées"</b> obtenues par simulation thermique dynamique (logiciel Pléiades + Comfie).</p> <p><b>Consommations "mesurées"</b> basées sur les factures des consommations des trois dernières années (électricité, gaz, fioul, etc.). La répartition entre les différents postes (ventilation, éclairage, bureautique, etc.) se base sur le ratio établis dans les « consommations calculées ».</p> <p><b>Etiquette énergie</b> : calculée en se basant sur les factures de chauffage et d'électricité des 3 dernières années. La surface utilisée est la surface chauffée qui, dans la plupart des cas, est prise égale à la SHON (sauf si un espace important n'est pas chauffé mais dans ce cas l'information est précisée).</p>

## **ANNEXE 2**

---

### *Glossaire*

**ADEME:** Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

**AICVF :** Association des ingénieurs en climatique, ventilation et froid.

**Air neuf :** air extérieur introduit à l'intérieur des logements par des dispositifs adaptés (fenêtres, entrées d'air,...)

**Air vicié :** air pollué extrait du logement par des dispositifs adaptés (fenêtres, bouches d'extraction,...)

**BBC :** Bâtiment Basse Consommation. Un bâtiment BBC consomme 50% d'énergie de moins qu'un bâtiment respectant la réglementation thermique actuelle : la RT2005 . Pour les logements, la consommation est limitée à 50 kWh/m<sup>2</sup>.an, cette consommation étant pondérée par la situation géographique et l'altitude du bâtiment. Un bâtiment BBC est aujourd'hui un bâtiment très performant au niveau énergétique mais devrait devenir la norme début 2011 pour les bâtiments publics et tertiaires. Effinergie est l'association à l'origine du label "BBC-Effinergie".

**Besoins thermiques (kWh) d'un bâtiment :** correspondent à l'apport de chaleur nécessaire pour maintenir le bâtiment à une température donnée dite « température de consigne ». Les besoins correspondent à la différence entre les déperditions par le bâti et les apports gratuits amenés par le soleil et les apports internes (occupants, équipements dont l'éclairage et l'informatique).

**Bioclimatisme :** Démarche visant à la création d'un habitat bioclimatique, à savoir un bâtiment dans lequel le chauffage et la climatisation sont assurés en tirant le meilleur parti du rayonnement solaire, de l'inertie thermique des matériaux et du sol et de la circulation naturelle de l'air. Cela passe par une meilleure mise en adéquation de l'habitat, avec le comportement de ses occupants et le climat, pour réduire au maximum les besoins de chauffer ou de climatiser

**Consommation thermique (kWh) :** Correspond à l'énergie nécessaire pour répondre aux besoins thermiques en incluant les pertes de chaleur au niveau : de la production de chaleur, de la régulation, de la distribution de chaleur et de l'émission de chaleur.

**COSTIC :** Centre d'étude et de formation pour le génie climatique et l'équipement technique du bâtiment. Plus d'information sur [www.costic.com](http://www.costic.com).

**CSTB :** Centre scientifique et technique du bâtiment. Plus d'information sur [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**Déperditions thermiques (kWh) :** Elles correspondent aux pertes de chaleur d'un bâtiment. On en distingue 3 types :

- Déperditions statiques, dues à une mauvaise isolation thermique des parois (opaques et vitrées),
- Déperditions par renouvellement d'air, lors de la ventilation des locaux
- Déperditions par infiltrations d'air, dues à la perméabilité à l'air du bâti (éléments constructifs non jointifs ou sont poreux.)

**DJU :** Degrés jour unifiés. Ils permettent de réaliser des estimations de consommations d'énergie thermique en proportion de la rigueur de l'hiver. Ils offrent une estimation de la différence entre la température intérieure de référence - hors apports naturels et domestiques - et la température extérieure médiane de la journée. Les DJU intégrés aux calculs sont établis par la méthode Costic.

**Effet paroi froide :** Pour une température d'air ambiant donnée, la température résultante sèche

peut fortement s'abaisser au voisinage d'une paroi froide, telle qu'une baie vitrée. Cet effet est atténué lorsque les baies vitrées sont équipées de double-vitrage et/ou lorsque les parois opaques sont isolées.

**Efficacité Energétique** : L'efficacité énergétique est une démarche visant à réduire en priorité les consommations d'énergies lors de l'exploitation d'un système.

**Energie Grise** : L'énergie grise est la quantité d'énergie nécessaire à la production et à la fabrication des matériaux ou des produits industriels. Par exemple, le temps de remboursement de l'énergie grise d'un panneau solaire photovoltaïque est compris en 1 et 3 ans (pour une durée de vie d'environ 20 ans).

**Energie primaire** : Première forme de l'énergie directement disponible dans la nature : bois, charbon, gaz naturel, pétrole, vent, rayonnement solaire, énergie hydraulique, géothermique, etc.

**ERP** : Etablissement recevant du public

**GES** : Gaz à Effet de Serre. Ces gaz sont responsables de l'augmentation de l'effet de Serre subit par la terre et donc du réchauffement climatique. Les principaux GES sont : le dioxyde carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et les gaz fluorés. Chaque gaz, à quantité équivalente, contribue de manière plus ou moins forte à l'effet de Serre : c'est le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG), le PRG du CO<sub>2</sub> servant de référence.

<b>Facteur de conversion "climat" pour le cas où les consommations sont des relevés de factures ou mesures (source : arrêté du 15 septembre 2006) – en kg CO<sub>2</sub>/kWh PCI d'énergie finale</b>	
Bois biomasse	0,013 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Gaz naturel	0,234 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Fioul domestique	0,300 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Charbon	0,384 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Gaz propane ou butane	0,274 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Autres combustibles fossiles	0,320 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Electricité d'origine renouvelable	0,000 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Electricité d'origine non renouvelable	0,084 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Réseau de chaleur CPCU	0,195 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale
Réseau de chaleur Sedan	0,16 kg CO <sub>2</sub> /kWh PCI d'énergie finale

**kWh EP/ kWh EF** : kWh énergie primaire / énergie finale : On distingue la production d'énergie primaire, de son stockage et son transport sous la forme d'énergie secondaire, et de la consommation d'énergie finale. La réglementation définit pour chaque source énergétique un coefficient de conversion énergie primaire/ énergie finale, lequel a pour but de rendre compte de la quantité d'énergie primaire utilisée en amont pour produire et transporter sur le lieu de consommation 1 kWh d'énergie finale, consommée directement par l'utilisateur.

<b>Facteur de conversion de l'énergie finale (exprimée en kWh PCI) en énergie primaire (source : arrêté du 15 septembre 2006)</b>	
Bois	0.6
Electricité	2.58
Autres	1

**PAC** : Pompe à chaleur: Une pompe à chaleur peut faire du chaud et/ou du froid. En chaud : Système qui prélève, par l'intermédiaire d'un fluide, la chaleur dans un milieu extérieur au local (air extérieur, eau de forage, sol,...) et qui les restitue dans le local à chauffer. Ce principe permet d'obtenir une quantité de chaleur supérieure à l'énergie électrique consommée : environ 1 à 4 kWh thermique pour 1kWh électrique consommé. En froid : principe identique avec prélèvement de chaleur dans le local à refroidir et restitution de la chaleur à l'extérieur.

**PCI**: Pouvoir calorifique inférieur

**PCS** : Pouvoir calorifique supérieur

**Performance d'un bâtiment** : Elle se caractérise par la qualité de son enveloppe thermique face aux conditions climatiques extérieures. On exprime la performance de l'enveloppe au travers du coefficient  $U_{bât}$  équivalent ( $W/m^2.K$ ), qui représente la déperdition d'énergie moyenne d'un bâtiment par  $m^2$ .

**Perméabilité à l'air** : Capacité d'un bâtiment à limiter les échanges d'air entre l'intérieur et l'extérieur. Cette caractéristique est essentielle dans la démarche de réduction des consommations de chauffage d'un bâtiment. Cette démarche passe par un choix de produits et de méthodes constructives judicieuses et une attention particulière lors des phases chantier

**Pont thermique** : Transmission thermique par conduction créant une rupture de continuité dans l'isolation thermique d'un ouvrage. Ce pont thermique peut entraîner de la condensation.

**RT2005** : La réglementation thermique RT2005 est la réglementation française concernant la consommation énergétique et le confort hygrothermique des bâtiments. Elle concerne les bâtiments neufs ainsi que les bâtiments rénovés de plus de  $1000m^2$ . Cette réglementation est conforme aux directives européennes et aux engagements de Kyoto pris par la France. La première réglementation thermique date de 1975. La prochaine évolution de la réglementation surviendra courant 2010, pour devenir la RT2012, et prendra effet dès le 1<sup>er</sup> janvier 2011.

**Sobriété Energétique** : Démarche de réduction des consommations énergétiques par le changement de comportement des utilisateurs.

**Tep** : tonne équivalent pétrole: unité de mesure de l'énergie. Elle correspond à l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole moyen (11 600 kWh)

1 tep = environ 1000 m<sup>3</sup> de gaz

1 tep = 1,5 tonne de charbon

La consommation mondiale d'énergie est aujourd'hui de 11.5 Gtep.

**TRA** : Temps de retour actualisé

**TRB** : Temps de retour brut

**Vitrage peu émissif** : Vitrage comportant une fine couche d'argent ou d'oxydes métalliques déposée sur l'une des faces intérieures du double vitrage. Cette couche faiblement émissive s'oppose au rayonnement infrarouge et forme une barrière thermique, en retenant à l'intérieur du logement la chaleur (essentiellement celle émanant des appareils de chauffage).

**VMC** : Ventilation mécanique contrôlée

Ventilation mécanique contrôlée (V.M.C.) : Système d'aération Générale et permanent consistant à

extraire mécaniquement par un ventilateur l'air vicié par les pièces humides et à laisser l'air neuf s'introduire dans les pièces principales par des entrées d'air autoréglable (débit fixé).

**SHON** : Surface hors œuvre nette. Ensemble des surfaces construites y compris l'emprise des murs et cloisons et déduction faite des surfaces extérieures et des surfaces non aménageables.

**Surface chauffée** : Elle peut correspondre à la SHON, dans le cas où le bâtiment est intégralement chauffé. Dans le cas où certains locaux ne sont pas chauffés (locaux techniques, stockage,...), leur surface est déduite à la SHON pour réaliser le chiffrage des performances énergétique du bâtiment (kWh/m<sup>2</sup>.an).

## **ANNEXE 3**

---

### *Aide de l'outil de Programmation travaux*

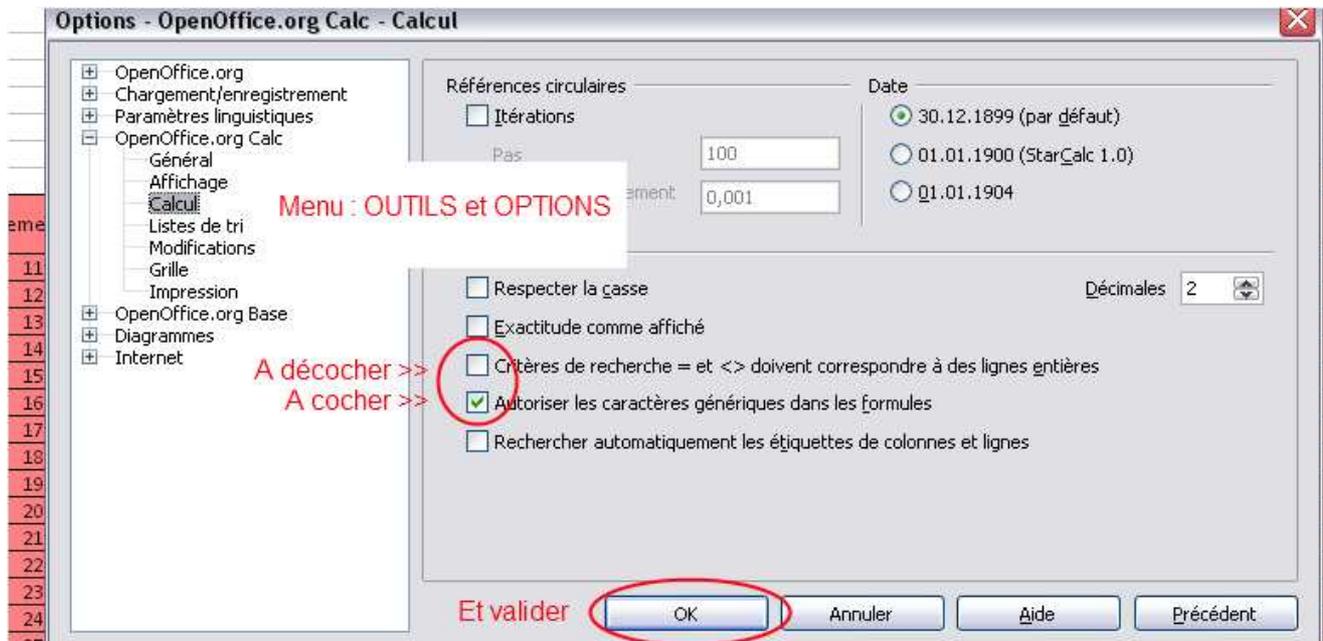
## Mode d'emploi de la feuille de calcul programmation travaux.

### Impératif de configuration :

Afin de faire fonctionner les calculs sous OpenOffice Calc, il faut paramétrer dans le menu Outils - Options - OpenOffice.org Calc - Calcul

-- Décoder : Critères de recherche = et <> doivent correspondre à des lignes entières

-- Cocher : Autoriser les caractères génériques dans les formules



Note : l'outil est validé sur la version 3,1 d'OpenOffice.Org Calc

### Description de l'outil :

Cet outil permet l'intégration des différents couts énergétiques et de l'impact environnemental d'un ou plusieurs bâtiments, en fonction de la programmation des différents travaux effectués.

Il donne diverses informations concernant les nouvelles étiquettes énergie / climat, ainsi que la réussite ou non aux objectifs grenelle 2020 et facteur 4 d'ici 2050. Les suivis d'indicateurs financiers sont aussi

L'outil est livré par défaut avec 3 scénarios de programmation, ceux définis dans le CCTP.

### Prise en main rapide :

Les cellules modifiables sont celles formatées en jaune, écriture rouge.

Il est possible d'agir :

- sur les taux d'augmentation des coûts énergétiques et de la vie
- sur le scénario en cours de calcul
- sur les années de programmation pour l'ensemble des actions préconisées dans l'audit énergétique et gros entretien
- sur le tableau "autres" permettant d'intégrer d'autres actions / travaux / aléas non mentionnées

Ainsi pour créer un scénario personnalisé, il suffit de se mettre en mode "Scénario 4 : PERSONNALISATION MAITRE D'OUVRAGE" (cellule au dessus des colonnes "Référence travaux" et "désignation") et de renseigner les dates de réalisation des travaux dans la colonne "SCEN. PERSO"

Puis se rendre en bas de page pour constater les résultats, ainsi que sur la page "Graphiques"

Il est facile de comparer des scénarios entres eux : Les résultats des scénarios 1,2,3 sont renseignés dans les 3 colonnes (orange / bleu / vert)

### Description des zones : Données de départ

Ce sont les différentes données de consommation, de coûts énergétiques et de d'émissions de CO2, qui sont calculés dans l'audit énergétique (état4 du fichier AUDIT\_NRJ\_[Bâtiment]\_client.xls).

Les informations de surface sont aussi listées : SHON et Surface chauffée.

L'année de départ doit correspondre avec l'année de l'audit énergétique. Si ce n'est pas le cas, par exemple pour une utilisation ultérieure, les données de consommations, de coûts énergétiques et d'émissions de CO2 doivent être mis à jour.

Le type de bâtiment concerné est aussi renseigné (type bureaux/enseignement ; type hôpitaux/police ; type gymnases / théâtres ; type logements ...)

Les données d'hypothèses d'augmentation annuelle du coût énergétique (chauffage et électricité) et du coût de la vie. Ces données sont modifiables, en fonction du type de scénario désiré.

*Hypothèse de base de calcul : Augmentation du coût de la vie (Valeur moyenne sur les 20 dernières années : 2%)*

*Hypothèse dans les calculs : L'augmentation du coût de l'énergie prend en compte le taux d'actualisation, il faut donc l'inclure dans l'augmentation de ce coût. Un pourcentage d'augmentation du coût de l'énergie inférieur à au taux d'augmentation du coût de la vie serait incohérent.*

*Hypothèses de base de calcul : augmentation annuel du coût de l'énergie (électricité +4%, gaz +6%, fioul +7%, biomasse +3%). L'évolution du coût de l'énergie est basée sur des approximations optimistes. La demande énergétique globale et les ressources naturelles s'amenuisant, il n'est pas à exclure une très forte augmentation du coût de l'énergie, dépassant nettement ces hypothèses.*

### Description des zones : Tableau principal de travail

C'est ce tableau qui va permettre la programmation des travaux, selon chaque scénario.

On trouve 19+1 colonne masquée :

**Site & bâtiment** : Nom du site et du bâtiment concerné par les optimisations. Il peut y avoir plusieurs sites/bâtiments sur une même feuille de calcul.

**Année de réalisation des travaux** : 4 colonnes : **Scénario 1, scénario 2, scénario 3 et scénario PERSO.**

Les trois premiers scénarios correspondent aux années de réalisation des travaux proposées par le bureau d'études, afin de remplir les objectifs de chaque scénario. Il ne faut pas les modifier, sinon les valeurs calculées dans les colonnes de résultats / scénarios seront faussées.

La colonne de calcul du **scénario PERSO** est la zone principale de cet outil : c'est celle-ci qui permet de faire sa propre programmation. Il faut renseigner l'année de fin des travaux, permettant de faire des économies d'énergie ou de gros entretien.

**ATTENTION** : Ne pas faire finir des travaux durant l'année de départ, les calculs seraient faussés (en cas de nécessité, faire débiter l'année de départ 1 an avant).

**Scénario : (calculé par l'outil) :** C'est cette colonne qui affiche les années prises en compte pour le calcul en cours de l'outil. Ce sont les années de travaux qui sont indiquées dans cette colonne qui correspondront aux différents graphiques, ainsi qu'à l'ensemble des résultats.

En effet, l'outil ne calcule qu'un scénario à la fois. Pour 'switcher' entre les différents scénarios, utiliser la commande située au dessus des colonnes "références travaux" et "désignation". Le choix dans cette cellule insèrera automatiquement les années correspondant à la colonne du scénario choisi.

C'est par cette commande rapide que l'on peut aisément comparer les différents scénarios.

**Référence travaux :** C'est la référence de l'optimisation, qui est retrouvée dans l'audit énergétique et la liste des travaux.

**Désignation :** Nom complet de l'optimisation. Cette colonne n'intervient dans aucuns calculs.

**Type de travaux :** Cette colonne permet de choisir entre des travaux liés au "chauffage", à "l'électricité", au "gros entretien" ou à "autres". Seuls les 2 premiers types sont intégrés pour les calculs des économies d'énergies de CO2 et les économies financières. Les 4 types sont cependant intégrés pour les investissements.

**Domaine/critère :** Permet l'affichage sur les graphiques de la répartition des investissements par domaine.

**Investissement :** Coût total des travaux engagés. Cette colonne peut être incrémentée si les travaux ont eu un coût différent de celui annoncé. A noter qu'un coefficient d'augmentation du coût de la vie (donnée de départ) est appliqué sur les investissements, en fonction de l'année de leur réalisation. Par exemple, un investissement de 100€ en 2010, avec un taux d'actualisation de 2% coûtera 135€ s'il est réalisé en 2025.

**TR Brut :** Temps de retour brut, sans prise en compte du coût de la vie et des énergies (investissement/économies financières annuelles actuelles). Cette colonne permet cependant de comparer les travaux entres eux. Cette colonne n'intervient dans aucuns calculs.

**Priorité :** Vide pour la partie énergie, elle reprend cependant les valeurs pour la partie gros entretien. Cette colonne n'intervient dans aucuns calculs.

**Gains annuels chauffage / électricité :** Les 3x2 colonnes ont les mêmes caractéristiques. Sont séparés, les travaux relatifs au chauffage et à l'électricité, notamment pour mieux cibler les valeurs d'augmentation des coûts énergétiques ainsi que pour l'interdépendance (expliquée dans la partie 'calculs').

- **Energie primaire :** Economies annuelles en énergie primaire

- **CO2 :** Economies annuelles en émissions de CO2

- **Financier :** Economies annuelles financières

Limite actuelle de l'outil : 30 travaux maximums sont programmables / pour une année. Si 31 travaux se terminent en 2015 par exemple, les résultats de calculs seront faussés.

### Description des zones : ZONE "autres"

Cette zone permet d'ajouter des travaux non listés, par exemple devant intervenir après l'audit énergétique, ou extérieur au bâtiment concerné.

Par exemple un bâtiment raccordé à un réseau de chaleur passant du 100% gaz à + de 80% biomasse à N+3 bénéficie d'une TVA à 5.5% :

Année : "2013", type : "chauffage", invest : "0", NRJ primaire : "0,8\*0,4\*conso primaire actuelle", CO2 : "0,8\*(RatioCO2 gaz-RatioCO2 bois)\*conso finale actuelle"; éco financières : "cout chauff act-(cout chauff act\*(1-0,196)/(1-0,055))"

Cette zone peut aussi servir dans le cas d'un emprunt, où le montant des intérêts pourrait aussi être renseigné, dans la colonne "investissement".

### Description des zones : Les différents scénarios

Cette zone permet de modifier les noms des différents scénarios, selon la programmation / objectifs qu'il est souhaité

#### Description des zones : BILAN sous 2 ans - sous 5 ans - sous 10 ans

Chaque tableau "BILAN", quelque soit l'intervalle d'années (sous 2ans, sous 5 ans et sous 10 ans), donne les résultats du scénario en cours de calcul ("Projet en cours") et des copier-coller en valeurs des scénarios définis par le bureau d'études.

Les résultats sont calculés pour l'ensemble des investissements effectués dans l'intervalle (année de départ --> année de départ +2, ou +5 ou +10) c'est-à-dire que les investissements et les économies calculées sous 2 ans se retrouvent forcément sous 5 ans et sous 10ans. Seuls les graphiques à secteurs et barres du haut de la feuille "Graphiques" n'incluent que les investissements spécifique aux intervalles : N>N+2; N+3>N+5; N+6>N+10 et N+11>>.

**Investissement total** : Somme des investissements des différents travaux

**Coût investissement/m<sup>2</sup>** : Somme des investissements des différents travaux ramenés au m<sup>2</sup> de SHON.

**Coût du neuf** : estimation de la valeur du bâtiment (généralement 1200€/m<sup>2</sup>) permettant de comparer cette valeur aux investissements totaux.

**Ratio rebab / neuf** : Permet de situer le niveau d'investissement.

**Coûts énergétiques sous 2 ans, sans travaux** : Donne la facture annuelle énergétique à la fin de l'intervalle (N+2 ou N+5 ou N+10), comme si la situation restait telle que, avec prise en compte de l'augmentation du coût de l'énergie.

**Coûts énergétiques sous 2 ans, avec travaux** : Donne la facture annuelle énergétique à la fin de l'intervalle (N+2 ou N+5 ou N+10), avec l'impact des optimisations réalisées entre N et N+2 ou N+5 ou N+10, avec prise en compte de l'augmentation du coût de l'énergie.

**Economies sur les coûts énergétiques / actuels** : C'est la différence entre les 2 cellules ci-dessus.

**Temps de retour brut** : C'est le temps de retour brut calculé avec les données "moyennées" sur l'intervalle. C'est-à-dire qu'il considère que l'énergie n'augmente plus, cependant il utilise les économies réalisées sur la dernière année en divisant la somme des investissements réalisés dans l'intervalle.

**Economies d'énergie primaire / CO2** : Economies par rapport à l'actuel de la consommation totale d'énergie primaire / du CO2 émis (chauffage + électricité)

**Nouvelle consommation d'énergie primaire (ou CO2) /m<sup>2</sup>** : Nouvelle consommation d'énergie primaire (nouvelle émission CO2) divisée par la surface chauffée

**Nouvelle étiquette énergétique (climat)** : Lettre correspondant à la classe énergétique (climat) du bâtiment, à la fin de l'intervalle donné. Note : L'étiquette dépend du type de bâtiment (Bureaux / police / logements ...).

**Objectif 2020 réduction de 40% (50% pour le CO2)** : "Oui" si la consommation d'énergie primaire a été diminué de 40%. (de CO2 a été diminué de 50%)

**Objectif 2050 réduction de 75% pour le CO2** : "Oui" si la consommation de CO2 a été divisé par 4 : objectif Facteur 4.

#### Description des zones : BILAN GENERAL ET OBJECTIFS SUR 40 ans

Cette zone donne un bilan des résultats sur l'ensemble de la période calculée par l'outil à savoir sur 40ans. (il est facile techniquement d'aller plus loin). Cette limite a été indiquée afin de calculer les objectifs du facteur 4. Il est en effet illusoire de programmer des travaux aussi loin, bien que cela soit faisable.

**TR actualisé** : c'est le Temps de Retour actualisé, prenant en compte l'évolution du coût de la vie et de l'énergie. Il calcule l'année où le bilan devient positif. Les économies d'énergies après travaux ont permis de financer l'ensemble des investissements. Si la valeur est >42 ans, cela signifie que le projet n'est pas rentable dans la période de calcul de l'outil.

**Investissement total** : Somme des investissements des différents travaux sur l'ensemble de la période. Cette valeur peut être supérieure à la somme "manuelle" des coûts des travaux, car en fonction de la date de réalisation de ces derniers, le coût de la vie influence l'investissement.

**Coût d'investissement / m<sup>2</sup> SHON** : Somme des investissements des différents travaux ramenés au m<sup>2</sup> de SHON.

**Coût du neuf / m<sup>2</sup> SHON** : estimation de la valeur du bâtiment (généralement 1200€/m<sup>2</sup>) permettant de comparer cette valeur aux investissements totaux.

**Ratio rebab / neuf** : Permet de situer le niveau d'investissement.

**Gains financiers sous 10-20-30-40 ans** : Somme de l'ensemble des économies annuelles d'énergies par rapport à une situation sans travaux, déduite des investissements dans l'intervalle indiqué.

**Gains financiers maximum** : Correspond au pic maximum de trésorerie. Ce n'est pas forcément la dernière année de calcul (année de départ + 42ans) car il peut y avoir des investissements, notamment de gros entretien, réalisés en fin de période.

**Pertes financières maximum** : C'est le niveau de trésorerie le plus bas atteint dans la période de calcul. Typiquement cela pourrait correspondre au montant d'emprunt nécessaire pour financer l'ensemble des travaux.

**Réduction max de la conso. Énergétique / des émissions de CO2** : indique le pourcentage maximal de réduction de la consommation / des émissions de CO2 avec l'année à laquelle cette baisse intervient. A noter qu'elle correspond généralement à l'année de la dernière optimisation énergétique.

A noter qu'un pourcentage supérieur à 100% peut être visualisé si le bâtiment devient à énergie positive. Par défaut, l'outil inclut les gains issus des énergies renouvelables à celle du bâtiment. Si cela n'est pas désiré, il suffit de supprimer l'année de réalisation des travaux liés à la production d'électricité (panneaux photovoltaïques / éolien).

**Nouvelle consommation d'énergie primaire (ou CO2) / m<sup>2</sup>** : Nouvelle consommation d'énergie primaire (nouvelle émission CO2) divisée par la surface chauffée

**Nouvelle étiquette énergétique (climat)** : Lettre correspondant à la classe énergétique (climat) du bâtiment, à la fin de l'intervalle donné. Note : L'étiquette dépend du type de bâtiment (Bureaux / police / logements ...).

**Objectif 2020 réduction de 40% (50% pour le CO2)** : "Oui" si la consommation d'énergie primaire a été diminué de 40%. (de CO2 a été diminué de 50%) : en 2020 inclut.

**Objectif 2050 réduction de 75% pour le CO2** : "Oui" si la consommation de CO2 a été divisé par 4 : objectif Facteur 4 : en 2050 inclut.

### Description de la feuille "Graphiques"

**les 4x2 graphiques à secteurs et histogrammes** représente les répartitions des investissements par critères / domaines. Les intervalles utilisées sont les suivantes : N>N+2; N+3>N+5; N+6>N+10 et N+11>>. Les secteurs représentent la répartition en pourcentages, tandis que les histogrammes les valeurs des investissements.

**Zone EVOLUTION FINANCIERE : Evolution de la trésorerie.** C'est la représentation du niveau de trésorerie par rapport à l'état actuel, si aucun travaux ne sont faits. Concrètement le scénario est rentable dès que les histogrammes passent en valeur positives. Les données annuelles sont calculées de la sorte : [trésorerie N-1] + [Economies entre après travaux / sans travaux (avec hypo augmentation coût NRJ et de la vie)] - [investissements (avec hypo augm. coût de la vie)].

**Zone EVOLUTION FINANCIERE : Evolution de l'ensemble des dépenses cumulées annuelles.** La courbe bleue représente les coûts énergétiques annuels ap travaux cumulés + investissement. Elle représente donc en une année Nn l'ensemble des dépenses affectées à un bâtiment pour un scénario donné. La courbe rouge représente seulement le cumul des coûts énergétiques après travaux. Elle est à comparer avec la courbe verte : le cumul des dépenses énergétiques avant travaux. Le point intéressant est le croisement entre les courbes verte et bleue : l'année de rentabilité du projet (par rapport à une situation de non-évolution).

**Zone EVOLUTION FINANCIERE : Evolution des investissements et des économies d'énergies** : Les histogrammes bleus représentent les économies d'énergies annuelles, les rouges les investissements. La courbe verte donne la différence des 2.

**Zone EVOLUTION ENERGETIQUE et ECOLOGIQUE : Evolution des économies d'énergies et d'émissions de CO2.** La courbe bleue représente les gains énergétiques en % par rapport à l'actuel. La courbe rouge représente les économies de CO2. La ligne verte donne l'objectif du facteur 4.

**Zone EVOLUTION ENERGETIQUE et ECOLOGIQUE : Evolution des valeurs des étiquettes énergétiques et climat.** Les valeurs indiquées sont calculées sur la base de la conso primaire ou totale des émissions de CO2 divisé par la surface chauffée (qui peut être égale à la SHON).

**Zone EVOLUTION ENERGETIQUE et ECOLOGIQUE : Graphiques à secteurs,** Economies d'énergie primaire et comparaison au meilleur scénario. Le secteur intérieur représente 2 zones : la zone des économies d'énergie (de CO2) du scénario en cours de calcul et sa consommation (émission de CO2) finale après travaux. Le secteur extérieur indique le potentiel maximum du bâtiment, c'est à dire le scénario 3. Ce graphique permet surtout la comparaison de la "marge" entre le scénario en cours et le meilleur scénario.

**Zone EVOLUTION ENERGETIQUE et ECOLOGIQUE : Histogrammes de comparaison entre différents modèles/objectifs.** Ces graphiques permettent de situer la performance du scénario en cours par rapport à différents objectifs comme l'objectif 2020, mais aussi en comparant avec la RT en cours. Les valeurs sont données à titre informatives. Par exemple, l'objectif 2050 cible uniquement la réduction des émissions de CO2, hors le graphique affiche aussi une barre. Il est considéré dans ce cas, qu'en conservant le ratio conso d'énergie / émission de CO2 actuel, la consommation devrait être réduite de 75% d'ici à 2050.

## Calculs et hypothèses

Chaque optimisation en énergie intervient sur le calcul des nouvelles consommations / émissions de CO2 / gains financiers. Afin d'intervenir sur ces calculs, les travaux sont distingués en 2 catégories : Chauffage et électricité. En plus, chaque optimisation peut être considérée comme interdépendante ou non. L'interdépendance traduit le fait qu'une optimisation n'aura pas les mêmes gains énergétiques/CO2/financiers si d'autres optimisations sont déjà intervenues sur la consommation initiale. Par exemple, une optimisation va être chiffrée dans l'audit énergétique comme faisant 10 000kWh d'économies d'énergie primaire par rapport à l'actuel. Si cette optimisation est considérée comme interdépendante, elle appliquera le ratio d'économie à la consommation N-1 (si la conso initiale est de 100 000kWh, l'économie sera de 10%, appliquée à la nouvelle conso N-1). Si elle n'est pas considérée comme interdépendante, elle retranchera 10 000kWh à la consommation de l'année N-1.

L'outil prend en charge la somme d'optimisations interdépendantes sur une même année, cependant, le maximum autorisé est de 30 optimisations interdépendantes / ans.

Erreurs de calculs : La comparaison a été faite entre cet outil et Pléiades-Comfie, concernant une "somme" de travaux évidemment calculables par pléiades seulement (bâti, ventilation, consignes de température). Pour un total de 14 travaux simulables par simulation thermique dynamique, l'erreur est de 4% (les économies calculées avec pléiades sont de 42% et celles de l'outil 38%). A noter que tous les travaux étaient interdépendants (pour la majorité des travaux sur le bâti).

Cela s'explique par le fait que les travaux imbriqués entre eux font toujours légèrement plus d'économies que si ils sont réalisés seuls et que la base de calculs des économies se fait optimisation par optimisation.

L'outil indique donc plutôt un très léger défaut d'économies, donc les temps de retours sont donc plutôt à voir à la baisse.