



AUDIT ENERGETIQUE
-
FOYER ARENBERG
-
PARIS XIX



07/04/2017



Sommaire

1. Résumé	3
2. Etat des lieux	5
2.1 Informations générales	5
2.2 Description du site	6
2.3 Description du bâti	7
2.4 Description des équipements	10
3. Analyse des données	14
3.1 Consommations et émissions	14
<i>Consommations d'électricité</i>	15
<i>Consommations de chaleur</i>	16
3.2 Répartition énergétique, financière et environnementale	17
3.3 Répartition des consommations par type d'énergie	18
3.4 Etiquettes énergétiques et GES	20
4. Recommandations d'économies d'énergie	21
4.1 Aides à l'investissement	21
4.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables	22
4.3 Récapitulatif des préconisations	23
4.4 Détails des préconisations	24
4.5 Scénarios d'optimisation	30
<i>Scénario 1 : Actions prioritaires</i>	30
<i>Scénario 2 : Objectif de réduction de 40 % de la consommation d'énergie</i>	31
<i>Scénario 3 : Objectif facteur 4</i>	32
5. Conclusion	34
6. Annexes	35

Foyer ARENBERG					
	Adresse	97 rue de Meaux			
	Année de construction	1906			
	Dernière rénovation	Remplacement progressif des menuiseries			
	Surface chauffée	2 399 m ²			
	Catégorie ERP	-			
	Nombre de niveaux	7			
	Niveau d'isolation du bâti				
Murs	Non isolé	Ouvrants	Correct		
Toiture	Correct	Plancher bas	Non isolé		
Renouvellement d'air	Moyen	Inertie thermique	Moyenne		
Performance des usages énergétiques					
Chauffage	production	Réseau de chaleur CPCU	Moyenne		
	réseaux de distribution	Pompes	Correcte		
		Calorifuge	Correcte		
	émetteurs	Radiateurs avec robinets th.	Correcte		
	régulation	Régulateur programmable	Disfonctionnement de l'écran		
ECS	Ballon de stockage	Correcte			
Ventilation	VMC simple flux	Moyenne			
Eclairage	Fluo-compact	Correcte			
Bilan des consommations d'énergie					
Energie	Consommation	Facture annuelle			
Electricité	67 846 kWh/an	9739,5 € TTC			
Réseau de chaleur	310 100 kWh/an	35625 € TTC			
Classification énergétique DPE					
	<i>Etat actuel</i>	Bâtiment économe	Faible émission de GES		
Energie	D → 202	<p>≤ 50 A 51 à 90 B 91 à 150 C 151 à 230 D 231 à 330 E 331 à 450 F > 450 G</p> <p>Bâtiment énergivore</p>	<p>≤ 5 A 6 à 10 B 11 à 20 C 21 à 35 D 36 à 55 E 56 à 80 F > 80 G</p> <p>Forte émission de GES</p>		
	(kWh EP/m ² /an)				
GES	D → 29				
	(kgeqCO ₂ /m ² /an)				
Localisation des principaux équipements techniques					
Chauffage	Chaufferie			Chaufferie sous-sol	
Ventilation	Caisson VMC			Toiture	
Compteur électrique	Sous-sol	Compteur gaz	Chaufferie		

1. Résumé

Analyse des performances énergétiques du bâtiment	
	<p>Notation</p> <p>1 : Très mauvais état</p> <p>2 : Faiblement performant</p> <p>3 : Performance moyenne</p> <p>4 : Performance correcte</p> <p>5 : Très performant</p>
	Analyse du bâti et du renouvellement d'air
<p>Le bâtiment a été construit en 1906, il présente un niveau d'isolation faible. Les principaux postes de déperditions concernent essentiellement les pertes par les murs non isolés et le renouvellement d'air (ventilation, infiltration). La toiture est en revanche correctement isolée et les solutions d'isolation du plancher bas du bâtiment ne sont pas réalisable techniquement.</p> <p>La ventilation des locaux est assurée par un système de ventilation mécanique simple flux moyennement performant car fonctionnant en permanence à plein régime.</p>	
	Analyse des installations de chauffage et de production d'ECS
<p>Les installations de chauffage sont vétustes mais assez performantes. Le réseau de chauffage est isolé en partie et vétuste. Le calorifugeage est dégradé à plusieurs endroits. La régulation du chauffage pourrait être optimisée : les températures de consignes pourraient être mieux adaptées à l'occupation du site.</p> <p>La production d'ECS semi accumulé est assurée par CPCU et est correcte.</p>	
	Analyse des autres équipements consommateurs d'énergie
<p>L'éclairage est principalement composé de systèmes avec du fluo-compact. Les couloirs et accès commun sont équipés de détection de présence.</p> <p>Les consommations liées aux équipements de cuisines restent non négligeables à l'échelle du site.</p>	
	Analyse de la gestion énergétique
<p>Le réglage de la régulation de chauffage n'a pas pu être observé à cause d'un dysfonctionnement de l'écran du régulateur qui ne s'allumait pas.</p> <p>Il n'existe pas de suivi énergétique permettant de contrôler l'évolution des consommations d'énergie.</p>	
	Ressenti des occupants
<p>L'occupation relativement ponctuelle des locaux est une problématique difficile à traiter : le compromis entre un abaissement de température et une relance de chauffage rapide et efficace doit être trouvé.</p>	

Propositions d'améliorations									
Actions préconisées	Investissement € TTC	CEE €	Economies € TTC /an	Gain énergétique		Gain GES kgeqCO2 / m2.an	Temps de retour		
				kWh _{ep} / m2.an	%		brut	actualisé	
1	Isolation des murs par l'intérieur	82 080	8 664	14 981	51	25%	11	6 ans	5 ans
2	Remplacement de portes	9 600	0	1 080	0	0%	1	9 ans	8 ans
3	Installation de volets roulants sur les menuiseries non équipées	150 480	0	1 936	4	2%	1	78 ans	33 ans
4	Installation d'une ventilation mécanique hygroréglable	13 920	2 580	7 141	22	11%	5	2 ans	2 ans
5	Abaissement de la température de confort	0	0	4 688	13	7%	4	Immédiat	Immédiat
6	Installation d'équipement hydro-économe	2 880	0	2 444	5	3%	2	2 ans	2 ans

Potentiels d'amélioration				
	Etat initial	Scénario 1 : Faible temps de retour	Scénario 2 : -40 %	Scénario 3 : Facteur 4
Actions :		4-5-6	1-2-4-5-6	1-2-3-4-5-6
Energie				
Gaz à effet de serre				

Synthèse des plans d'actions							
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour	
	Prix TTC	CEE €	kWh _{ep} /m ² .an	€ TTC/an	kg éq CO ₂ /m ² .an	brut	actualisé
Scénario 1	16 700	4 740	39	11724	8,1	2	2
Scénario 2	108 300	11 244	82	23561	16,9	5	4
Scénario 3	258 800	11 244	84	24245	17,5	11	9

Pour l'ensemble des préconisations, veuillez-vous reporter au paragraphe 4.4.

2. Etat des lieux

2.1 Informations générales

Foyer ARENBERG	
Adresse	97 rue de Meaux
Année de construction	1906
Dernière rénovation	Remplacement progressif des menuiseries
Surface chauffée	2 399 m ²

Données générales

Client :

Société PHILANTROPIQUE
15, rue de Bellechasse
75007 Paris

Site diagnostiqué :

Foyer Arenberg
97 rue de Meaux
75019 PARIS

Personnes contactées :

Mme DUFOUR (Responsable technique)
M PAPILLON (Entretien travaux)

Référent du site :

Mr ABDELALI

Mission : Audit énergétique

Prestataire :

ad'3e
20 Boulevard Eugène Deruelle
69 003 LYON
Tél. 04 78 52 30 26

Site internet : www.ad3e.fr

Consultant : Sébastien Pineau

Courriel : s.pineau@ad3e.fr



2.2 Description du site

Le site audité est le foyer Arenberg. Il est composé d'une partie logement du 1^{er} au dernier étage, d'une partie commune et administration au RDC, et un espace cuisine et laverie au sous-sol.

Tableau des surfaces

	Surface chauffée	Hauteur moyenne	Volume chauffé
Foyer ARENBERG	2 399 m ²	3,1 m	7 438 m ³

Données climatiques

Données climatiques	
Station météo	PARIS-MONTSOURIS
Département	75019
Zone climatique	H1
T°C ext de base	-7 °C
DJU période d'étude	1949
DJU trentenaire	2463

La période d'étude considérée pour cet audit est la période de janvier 2013 à décembre 2014 pour l'électricité, et de janvier 2014 à décembre 2016 pour le réseau de chaleur CPCU. Sur cette période, la rigueur climatique a été inférieure à la moyenne des dix dernières années.



Les DJU ou Degrés Jour Unifiés permettent de quantifier la rigueur climatique. Les DJU sont calculés pour chaque station météo à partir des températures minimales et maximales observées chaque jour.

Occupation du site

Le bâtiment possède une occupation de type logement. Il peut être occupé tout au long de l'année.

Utilisation	
Nombre de jours	365
Heures d'occupation	8 760 h/an

2.3 Description du bâti

Le bâtiment présente un niveau d'isolation globalement insuffisant.

Les murs sont composés de pierres et briques habillées de plaques de placoplâtre non isolées.

Le plancher haut présente un niveau d'isolation en combles correcte (environ 20 cm de laine minérale).

Le bâtiment repose sur un terre-plein.

Les ouvrants des bâtiments ont été remplacés progressivement par des fenêtres à double vitrage avec menuiserie PVC.



Murs



Toiture



Ouvrants

Récapitulatif du bâti

	Paroi	Structure	Isolation	Coefficient de déperditions W/m ² .K
Murs	<u>Mur</u>	Pierre - 45 cm Brique - 10 cm	Non isolé	U= 1,96 U _{réf} =0,36
Ouvrants	<u>PVC DV 12</u>	Menuiserie PVC	Moyen Double vitrage 4/12/4	U= 2,35 U _{réf} =2,1
	<u>PVC DV 12 volets</u>	Menuiserie PVC	Correct Double vitrage 4/12/4	U= 2,05 U _{réf} =2,1
	<u>Porte RDC cour intérieure</u>	Menuiserie PVC	Moyen Porte opaque pleine isolée	U= 2 U _{réf} =1,5
	<u>Porte principale</u>	Menuiserie Aluminium	Peu performant Porte avec simple vitrage	U= 5,8 U _{réf} =2,1
Plancher haut	<u>toiture</u>	Bac acier	Correct Laine de verre - 20 cm	U= 0,19 U _{réf} =0,2
Plancher bas	<u>Plancher</u>	Pierre	Non isolé	U= 0,31 U _{réf} =0,27

i

Le coefficient **U** (Coefficient de transmission surfacique) représente les déperditions relatives à chaque surface déperditive du bâtiment. Le coefficient **U référence** est déterminé à partir des exigences réglementaires en matière de rénovation. Plus le coefficient est faible plus l'isolation de la paroi est performante.

Coefficient de déperditions

Le bâtiment présente un faible niveau d'isolation. L'écart important entre les coefficients U_{bat initial} et U_{bat REF} souligne la nécessité de renforcer l'isolation du bâtiment.

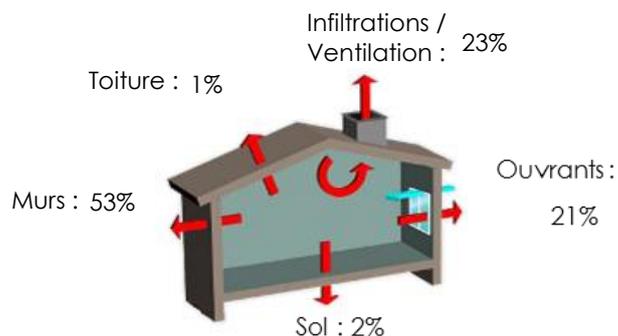
	U _{bat initial} (W/m ² .K)	U _{bat REF} (W/m ² .K)
Foyer ARENBERG	1,79	0,93

i

Le coefficient U_{bat} représente les déperditions ramenées aux surfaces déperditives du bâtiment. Le coefficient U_{bat} doit être comparé au coefficient U_{bat REF} déterminé à partir des exigences réglementaires en matière de rénovation.

Répartition des déperditions

Déperditions de chaleur	
Température de base de -7 °C	
Toiture	2,3 kW
Murs	98,2 kW
Plancher	3,7 kW
Menuiseries	38,4 kW
Infiltrations / ventilation	41,8 kW
Total	184,4 kW



Les pertes de chaleur les plus significatives sont les pertes à travers les murs non isolés, ainsi que par renouvellement d'air (infiltrations non volontaires, renouvellement d'air mécanique). Les pertes au niveau des ouvrants sont également importantes pour ce site et s'expliquent par leur grand nombre.



Les déperditions de chaleur calculées par la simulation indiquent la puissance thermique nécessaire pour atteindre la température intérieure de confort. Ces déperditions sont données avec une marge de +20 %.

Le tableau précédent exprime les déperditions de chaleur brutes à l'échelle du bâtiment. Pour estimer la consommation théorique de chauffage exprimée en énergie finale, il convient de prendre en compte les apports gratuits de chaleur (apports solaires, apports internes issus des équipements électriques et de l'activité des occupants).

Consommation théorique de chauffage	
Besoins utiles en chauffage	302 997 kWh utiles
Apports gratuits (apports solaires, équipements)	105 451 kWh
Besoins nets en chauffage	197 546 kWh
Consommation théorique en énergie finale	250 357 kWh EF

2.4 Description des équipements

Chauffage

Source : Réseau CPCU – Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain			
			
Production		Performance : Moyenne	
<p>Le chauffage du site est assuré par le réseau de chaleur de CPCU. La chaleur est acheminée sous forme de vapeur jusqu'à un échangeur. L'échange thermique vapeur/eau est réalisé avec échangeur tubulaire au niveau du poste de livraison avec condensats en circuit fermé. L'échangeur est calorifugé.</p> <p>Le réseau secondaire est ensuite équipé d'un départ de chauffage « radiateurs » régulé avec vanne trois voies. Un départ à température constante assure l'alimentation en eau chaude sanitaire des logements.</p> <p>On retrouve différents circulateurs sur les réseaux de l'installation : des pompes doubles à débit variable de puissance absorbée 245-405 W, des pompes doubles électronique de puissance absorbée 38-800 W, des pompes simples de 90 W.</p>			
Puissance souscrite : 370 kW			
Année : NC			
Distribution		Performance du calorifuge : Moyenne Performance des circulateurs : Bonne	
<p>Les canalisations de chauffage sont correctement calorifugées. Cependant certaines parties du réseau (en chaufferie) ne sont pas isolées dont certaines par manque de place. Un calorifugeage supplémentaire pourrait être prévu sur les parties non isolées du réseau.</p> <p>Les circulateurs présentent de bonnes performances.</p> <p>La température ressentie n'est pas homogène au niveau du bâtiment. Le mauvais réglage de l'équilibrage des réseaux peut expliquer ce constat.</p>			
Emetteurs		Performance : Correcte	
Les émetteurs de chauffage sont des radiateurs en acier équipés de robinets thermostatiques pour la plupart.			
Régulation			
Lors de notre visite, l'écran du programmeur ne fonctionnait pas. Nous avons pris des hypothèses en fonction de l'usage du bâtiment.			
Hyp.	Températures de consigne		Horaires de programmation
Logement	Confort : 22°C	Réduit : 18°C	Confort semaine 16h/jour
Rendement			
Le rendement théorique de production du CPCU est pris à 95 %.			
Génération		95 %	
Distribution, régulation, émission		83 %	
Global		79 %	



Pour rappel, la température réglementaire de confort est fixée à 19°C par l'article R131-20 du code de la construction et de l'habitation.

Production d'eau chaude sanitaire

ECS – Production semi accumulée	
La production d'ECS dans les locaux est réalisée à partir d'un ballon de stockage alimenté par le réseau CPCU.	
Production	Semi-accumulée
Energie	CPCU - échangeur
Age	NC
Performance	Bonne
Réseau	Réseaux en cuivre
Performance	Bonne
Emetteurs	Robinets, mitigeurs
Comptage spécifique	Non



Ratio de performance de la production d'ECS	Ratio moyen
72 kWh/m ³	80 à 120 kWh/m ³



Rappel réglementaire pour les ERP : Selon l'arrêté du 1er février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations d'eau chaude, les responsables des établissements doivent mettre en place un suivi mensuel des températures et un prélèvement annuel sur un certain nombre de points de l'installation (points d'usage à risque accessibles au public). L'ensemble des opérations de surveillance, de maintenance et d'analyse doivent être consignées dans un carnet sanitaire.

Eclairage

Eclairage

Le bâtiment est globalement équipé d'un seul type d'éclairage de type fluo-compact. Quelques locaux sont encore équipés de tubes fluorescents T8 et lampes incandescentes mais leur nombre est limité.

Ces dispositifs sont commandés au moyen d'interrupteurs manuels, seuls les couloirs sont équipés de détecteurs de présence.



Fluocompacte



Fluorescent T8

Type d'éclairage par zone

Technologie	Zone	Performance
Fluorescent T8 (4X18 W) Ballast ferromagnétique Commande manuelle	Espace de travail Cuisine	Moyenne
Fluo-compacte Commande manuelle	Chambres	Bonne
Fluo-compacte Détecteur de présence	Couloirs, salles	Bonne
Puissance totale installée : 4 kW		Ratio de puissance installée : 1,7 W/m²



La réglementation thermique pour les bâtiments existants fixe à 12 W/m² la puissance maximum d'éclairage de référence.

Ventilation

Ventilation	
Le renouvellement d'air est assuré par un caisson de ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux. Il n'existe aucune modulation horaire du fonctionnement de la ventilation. Les bouches d'extraction sont à débit fixe.	
	
Type	VMC simple flux à débit fixe
Zones	Sanitaires communs Sanitaires privés
Puissance caisson	1,1 kW
Age	inconnu
Performance	Moyenne
Diffusion	
Entrées d'air	Autoréglables sur menuiseries
Extraction	Bouches débit fixe
Performance	Moyenne
Régulation	Non

Usages spécifiques de l'électricité (bureautique, auxiliaires de chauffage, ...)

Cette partie répertorie les équipements spécifiques au fonctionnement du bâtiment (bureautique, outillage).

Poste	Equipements	Energie	Puissance estimée kW	Consommation estimée kWh _{EF}
Bureautique	Ordinateurs, imprimantes, baies de brassage, photocopieurs	Electricité	1,25	1 529 kWh _{EF}
Electroménager	Télévision, hifi, équipements de cuisson, lave-linge	Electricité	43,31	16 231 kWh _{EF}
Auxiliaires de chauffage	Brûleur, pompes	Electricité	0,8	2 215 kWh _{EF}
Laverie	Lave-linge, lave-vaisselle	Electricité	5,2	28 470 kWh _{EF}

3. Analyse des données

3.1 Consommations et émissions

Gestion et suivi énergétique

▪ **Éléments de comptage**

N°	Energie	Suivi des consommations
1	Electricité générale	Factures EDF Relevés mensuels
2	Réseau de chaleur	Factures CPCU Relevés mensuels

Rappel sur la fin les tarifs réglementés de l'électricité et le gaz naturel

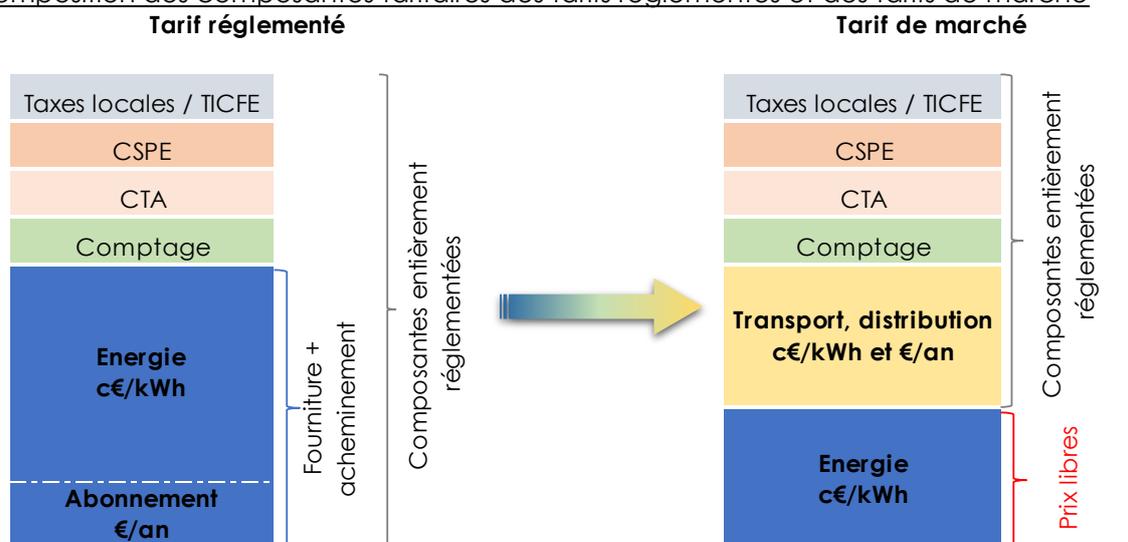
Dans le cadre de la libéralisation des marchés de l'énergie, plusieurs typologies de consommateurs ne peuvent plus bénéficier de contrat de fourniture d'énergie avec des tarifs réglementés (évolution fixée par la CRE).

Sont concernés :

- Gaz naturel : Depuis le 1^{er} janvier 2016, les sites consommant plus de 30 MWh/an et les bâtiments à usage principal d'habitation consommant plus de 150 MWh/an.
- Electricité : Depuis le 1^{er} janvier 2016, les sites dont la puissance souscrite est supérieure à 36 kVA.

Pour ces sites, un contrat dit à tarif de marché doit être souscrit. Il permet de négocier auprès de plusieurs fournisseurs le prix de l'énergie qui est désormais fixé librement. Les prix des composantes liées à l'acheminement de l'énergie (transport, distribution) restent réglementés tout comme les taxes et autres contributions parafiscales.

Décomposition des composantes tarifaires des tarifs réglementés et des tarifs de marché

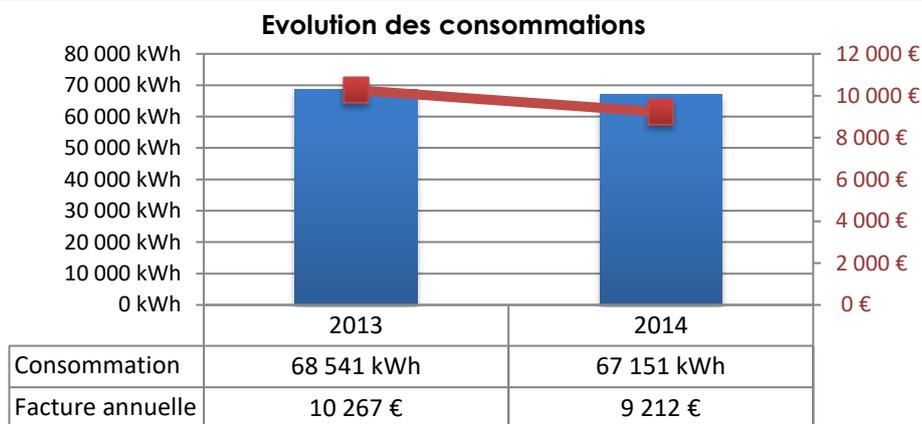


Pour tous les autres sites (par exemple tarifs bleus < 36 kVA) les tarifs réglementés restent en vigueur même s'il est possible de mettre en concurrence les fournisseurs d'énergie.

Consommations d'électricité

Sur les deux années d'études, la consommation d'électricité a diminuée de 2 %.

Consommations Electricité – Moyenne des années 2013/2014	
Type de contrat	Tarif Jaune UL Puissance souscrite été = 42 kVA Puissance souscrite hiver = 30 kVA
Consommation	67 846 kWh _{eff} , soit 175 043 kWh _{ep}
Facture annuelle	9 740 € TTC
Coût unitaire moyen	14 c€ TTC / kWh _{eff}
Emissions de GES	5 699 kgeqCO ₂ /an



Optimisation du contrat :

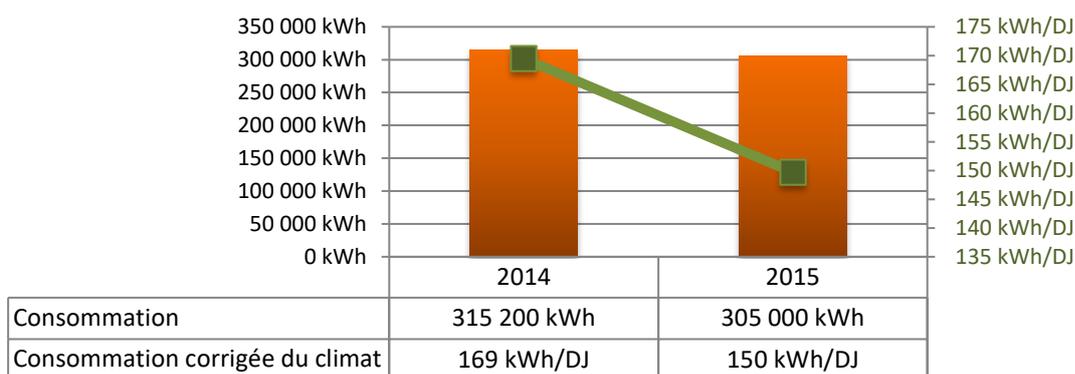
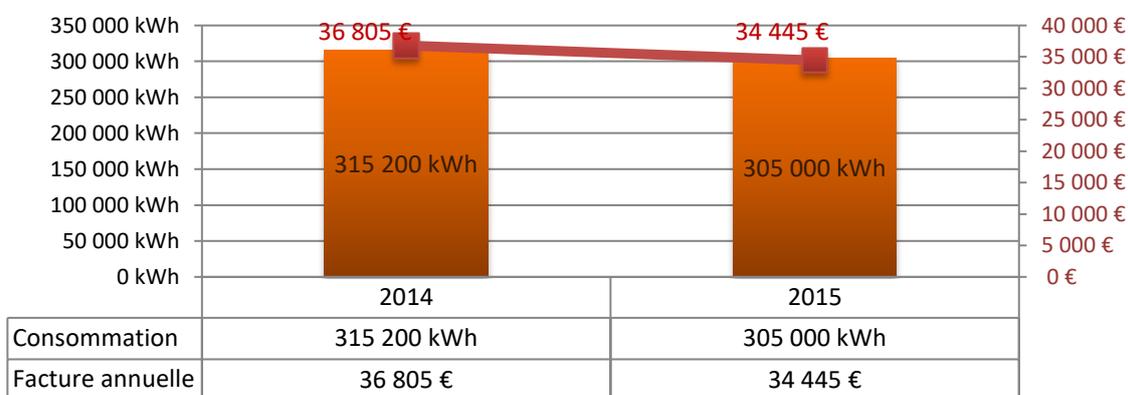
L'abonnement semble bien approprié aux consommations actuelles. Toutefois, si les préconisations sont suivies, une révision du contrat sera nécessaire pour adapter le contrat aux nouvelles consommations.

Consommations de chaleur

Sur les deux années d'études, la consommation de gaz naturel a diminué de près de 2%. En prenant en compte la correction climatique (la rigueur climatique a été plus forte en 2015 qu'en 2016), on constate tout de même une baisse des consommations mettant en valeur une augmentation de la performance du site. Cette baisse peut être liée à une diminution des températures de consigne ou à des travaux d'amélioration énergétique.

Consommations Réseau de chaleur – Moyenne des années 2014/2015	
Type de contrat	-
Consommation	310 100 kWh _{th} , soit 310 100 kWh _{ep}
Facture annuelle	35 625 € TTC
Coût unitaire moyen	11 c€ TTC / kWh _{th}
Emissions de GES	64 191 kg _{eq} CO ₂ /an

Evolution des consommations



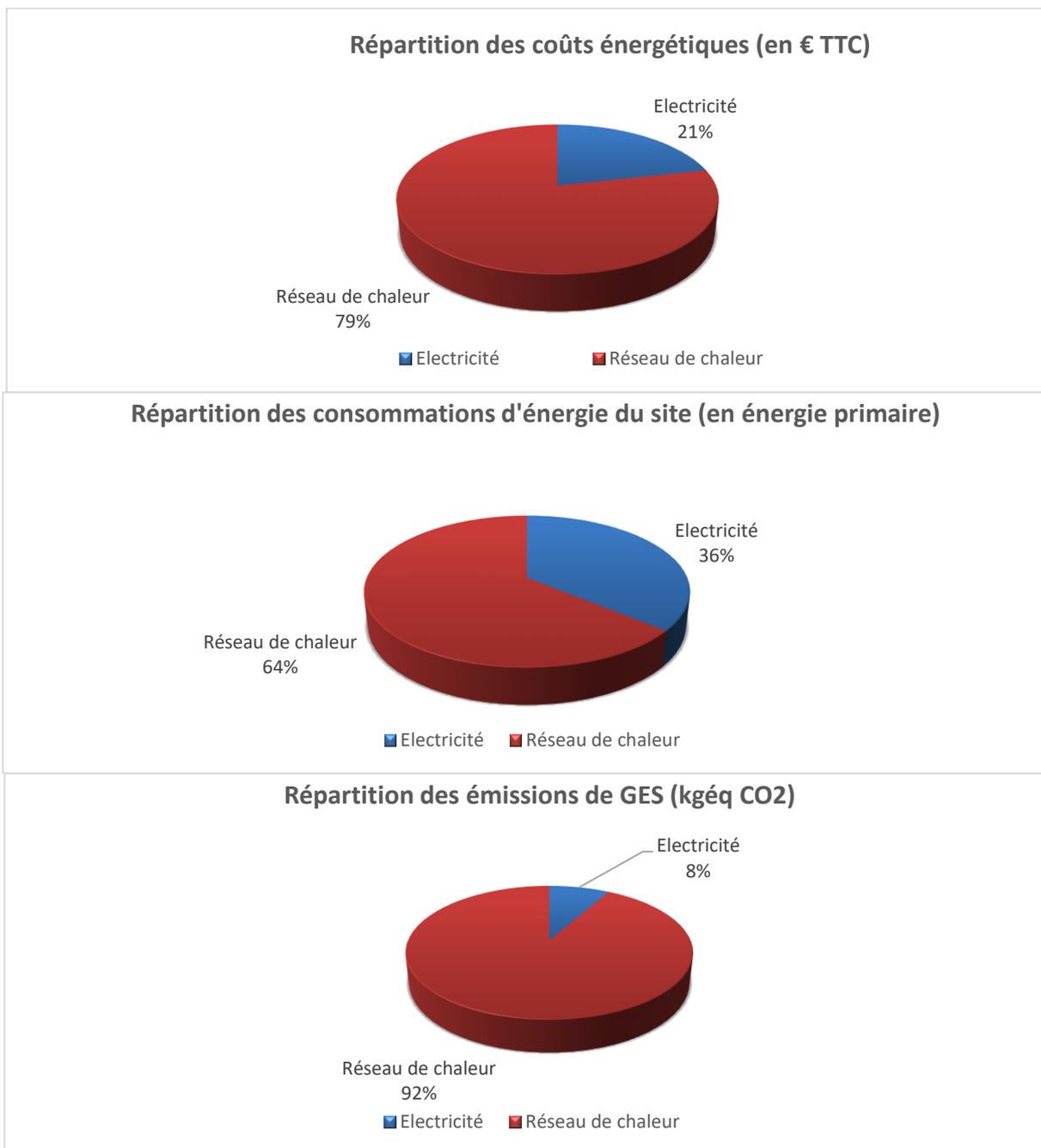
Consommation corrigée du climat

Optimisation du contrat :

L'analyse des factures met en évidence une baisse sensible des consommations qui est répercutée sur la facture annuelle.

3.2 Répartition énergétique, financière et environnementale

Sur le site on compte deux vecteurs énergétiques : l'électricité et le réseau de chaleur.

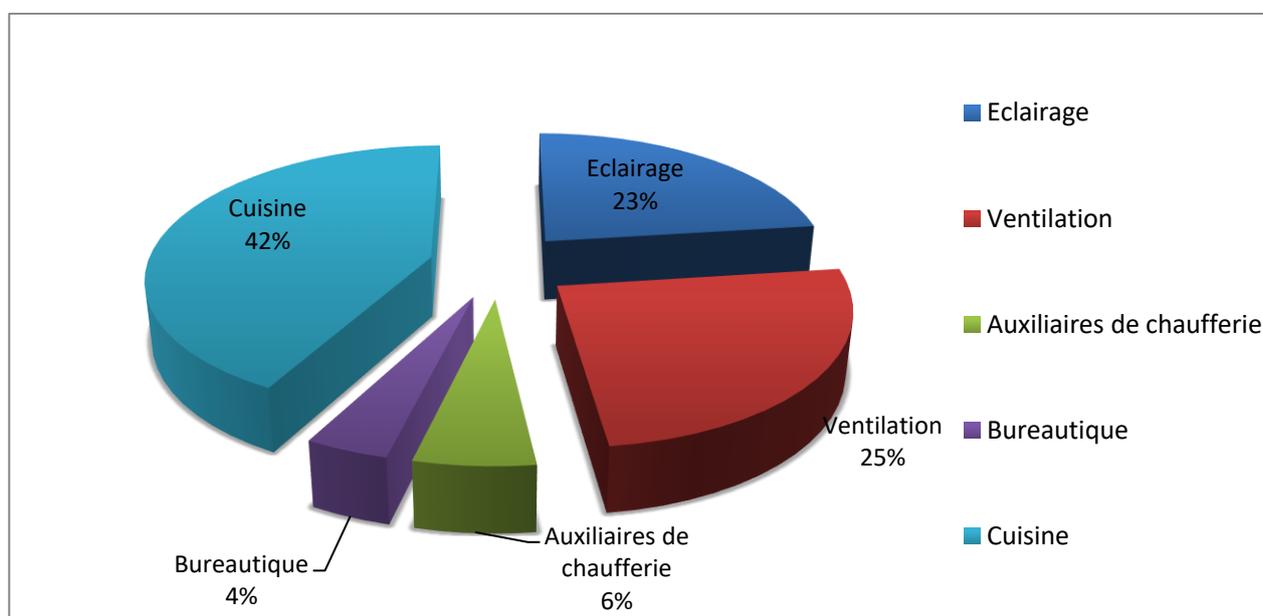


3.3 Répartition des consommations par type d'énergie

Usages électriques :

La répartition des différents usages électriques a été réalisée sur la base de la consommation moyenne de la période d'étude à partir des puissances relevées sur site.

Répartition consommations Electricité			
Postes	Puissance estimée	Consommation estimée	Coût annuel
Eclairage	4,1 kW	8 838 kWh _{ef}	1 269 € TTC
Ventilation	1,1 kW	9 636 kWh _{ef}	1 383 € TTC
Auxiliaires de chaufferie	0,6 kW	2 215 kWh _{ef}	318 € TTC
Bureautique	1,3 kW	1 529 kWh _{ef}	220 € TTC
Cuisine	43,3 kW	16 231 kWh _{ef}	2 330 € TTC
TOTAL	50,3 kW	38 448 kWh _{ef}	5 519 € TTC



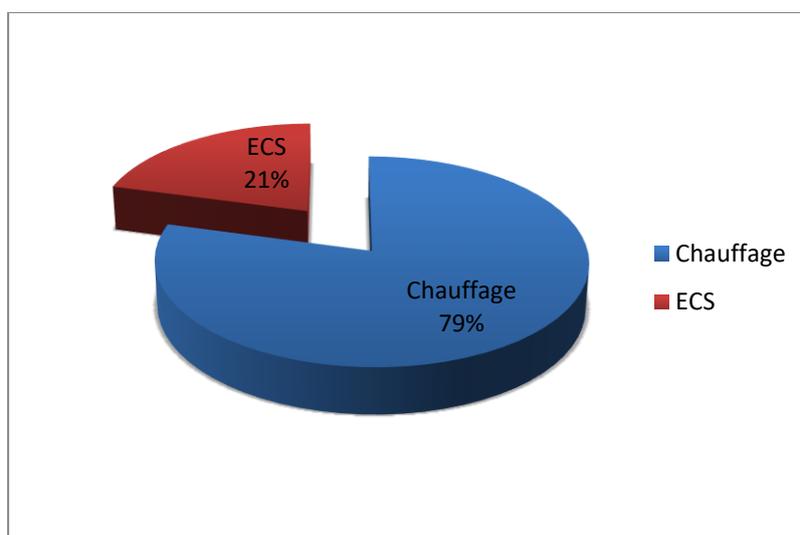
La répartition des consommations est déterminée à partir des hypothèses de fonctionnement des équipements et de leurs puissances relevées sur site.

Ratio de consommation Electricité (hors chauffage et ECS)	Ratio moyen national
Electricité : 28 kWh _{ef} /m ²	36 kWh/m ²

Usages combustibles :

La répartition des différents usages combustibles a été réalisée sur la base de la consommation de la période d'étude à partir de la simulation thermique du bâtiment.

Répartition consommations Réseau de chaleur		
	Consommation estimée	Coût annuel
Chauffage	250 357 kWh _{ef}	28 762 € TTC
ECS	65 664 kWh _{ef}	7 544 € TTC
TOTAL	316 021 kWh_{ef}	36 305 € TTC



La répartition des consommations est déterminée à partir des hypothèses de fonctionnement des équipements, de leur performance et du niveau d'isolation.

Ratio de consommation Chauffage + ECS	Ratio moyen national - corrigé du climat de la période d'étude
Combustible : 132 kWh/m ²	91 kWh/m ²

Ecart de consommations :

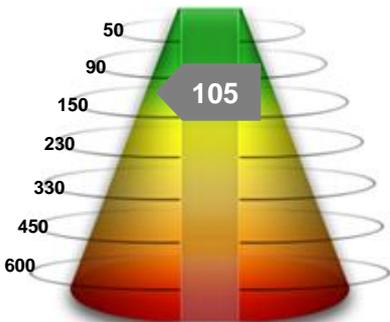
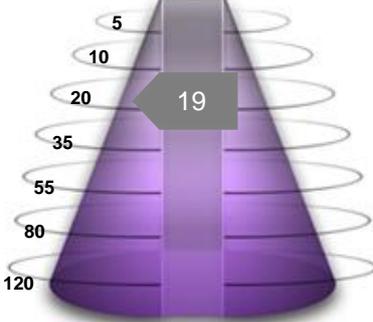
Les consommations réelles (cf factures) sont différentes des consommations théoriques (estimées par le calcul). La consommation "théorique" ne peut pas prendre en compte plusieurs critères aléatoires sur l'établissement :

- Ouverture prolongée des différents ouvrants : portes d'entrée, fenêtres
- Modification de la programmation des régulateurs (chauffage, climatisation) ;
- Dégradation des isolants sur les différentes parois,
- Fonctionnement de certains équipements en dehors des périodes « théoriques ».

3.4 Etiquettes énergétiques et GES

Les étiquettes énergie décrite ci-après correspondent à l'état initial du bâtiment.

▪ **Classification énergétique – usages Th CE-ex**

Classification énergétique Usages th CE-ex		
Cep	Ratio de consommation kWh _{EP} /m ² /an	Ratio d'émissions de GES kgeqCO ₂ /m ² /an
Etat initial	Bâtiment économe ≤ 50 kWh EP/m ² .an 	Faible émission de GES ≤ 5 kg éqCO ₂ /m ² .an 
	Bâtiment énergivore > 450 kWh EP/m ² .an	Forte émission de GES > 80 kg éqCO ₂ /m ² .an

i La consommation conventionnelle d'énergie exprimée en kWh/m² d'énergie primaire prend en compte les usages chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, auxiliaires (chauffage, refroidissement), ventilation.

▪ **Classification énergétique – modèle DPE**

Le site présente un ratio de consommation et d'émissions de gaz à effet de serre moyen. Le site est de façon générale moyennement performant d'un point de vue énergétique.

Classification énergétique modèle DPE logement		
	Ratio de consommation kWh _{EP} /(m ² .an)	Ratio d'émissions de GES kg éqCO ₂ /(m ² .an)
Etat initial	Bâtiment économe ≤ 50 A 51 à 90 B 91 à 150 C 151 à 230 D 231 à 330 E 331 à 450 F > 450 G Bâtiment énergivore	Faible émission de GES ≤ 5 A 6 à 10 B 11 à 20 C 21 à 35 D 36 à 55 E 56 à 80 F > 80 G Forte émission de GES
	202	29
	kWh _{EP} /m ² .an	kgCO ₂ /m ² .an

i Les ratios de consommation et d'émissions de GES prennent en compte l'ensemble des usages consommateurs du site. Ils sont calculés à partir des consommations d'énergie facturée lors des trois dernières années.

4. Recommandations d'économies d'énergie

4.1 Aides à l'investissement

Certificats d'économie d'énergie (CEE)

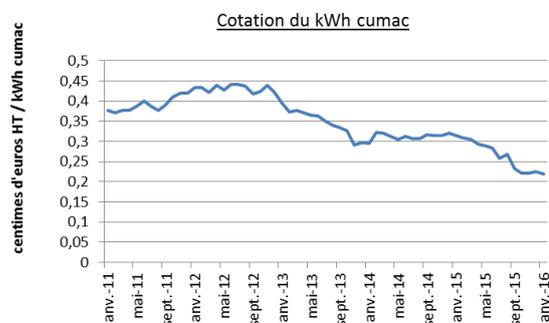
Les certificats d'économie d'énergie est un dispositif national qui oblige les vendeurs d'énergie (vendeurs d'électricité, de gaz, de fioul, de carburants) à réaliser des économies d'énergie. Pour cela ces opérateurs dits « obligés » peuvent réaliser des opérations pour inciter leurs clients à faire des économies ou directement acheter des certificats obtenus par d'autres opérateurs dits « non obligés ».

Pour les maîtres d'ouvrage, il est ainsi possible lors de la réalisation de travaux d'amélioration énergétique (isolation, remplacement de chaudières, ...) de négocier (sur le marché pour les collectivités locales ou directement) avec un opérateur obligé la cession de certificats d'économie d'énergie.

De nombreuses actions d'améliorations favorisant les économies d'énergie peuvent être valorisées sous forme de « certificats d'économie d'énergie » (cf. fiches standardisées disponibles sur le site <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Certificats-d-economies-d-energie,188-.html>). Pour chaque action, il est défini une quantité d'énergie qui sera économisée grâce à cette action et est exprimée en kWhcumac (kWh cumulés et actualisés sur la durée de vie conventionnelle de l'équipement).

Exemple : Pose de 100 m² d'isolation par l'intérieur dans une école située en zone climatique H1 : 366 000 kWh cumac soit 733 €.

Le prix de vente des certificats d'économie d'énergie est soumis à des variations. Le montant de la valorisation fixé dans cette étude est de 0,2 c€/kWhcumac.



Source : Registre National des certificats d'économie d'énergie

Le dépôt de dossier des CEE doit être réalisé au plus tard un an après la réalisation des travaux. Le registre national des certificats d'économies d'énergie (accessible sur le site internet emmy.fr) est la matérialisation des certificats d'économie d'énergie délivrés par le pôle national. Le site internet permet l'accès aux listes des acheteurs et des vendeurs de certificats.

4.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables

En parallèle ou à l'issue d'une démarche de maîtrise des consommations, le recours à des énergies renouvelables doit être encouragé, celles-ci permettant de maîtriser les consommations d'énergie primaire, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de limiter les coûts de la fourniture énergétique.

Les solutions techniques en matière d'énergies renouvelables (enR) sont multiples, chacune permettant de répondre à des besoins énergétiques spécifiques. La faible maturité technique et économique de la plupart des technologies implique des frais d'investissement conséquents même si le cadre réglementaire volontariste permet d'améliorer la rentabilité des projets. Toute implantation d'enR sur un bâtiment se doit donc de répondre à une démarche cohérente pour optimiser les gains économiques et environnementaux et préserver les capacités d'investissement du maître d'ouvrage.

En amont, la maîtrise et l'optimisation des consommations par un pilotage exemplaire et des travaux de rénovation sont des préalables indispensables à l'investissement vers les enR.



L'identification de la solution technico-économique la plus cohérente vis-à-vis du bâtiment dépend de différents critères :

- Adéquation à un besoin énergétique
- Faisabilité technique
- Productivité et disponibilité de la ressource
- Rentabilité économique

Solution EnR	Opportunité sur le site	Commentaires
Bois	En place	Déjà raccordé au CPCU et compliqué à mettre en œuvre en milieu urbain
Pompes à chaleur	Peu pertinent	Climat peu adapté pour l'aérothermie
Solaire thermique	Peu pertinent	Difficile à mettre en œuvre sur toiture zinc
Solaire photovoltaïque	Peu pertinent	Difficile à mettre en œuvre sur toiture zinc Tarifs de rachat peu avantageux
Géothermie	En place	Le réseau de chaleur utilise déjà 1% de géothermie
Réseau de chaleur	En place	Déjà raccordé

4.3 Récapitulatif des préconisations

Propositions d'améliorations									
Actions préconisées	Investissement € TTC	CEE €	Economies € TTC /an	Gain énergétique		Gain GES kgeqCO ₂ / m ² .an	Temps de retour		
				kWhep / m ² .an	%		brut	actualisé	
1	Isolation des murs par l'intérieur	82 080	8 664	14 981	51	25%	11	6 ans	5 ans
2	Remplacement de portes	9 600	0	1 080	0	0%	1	9 ans	8 ans
3	Installation de volets roulants sur les menuiseries non équipées	150 480	0	1 936	4	2%	1	78 ans	33 ans
4	Installation d'une ventilation mécanique hygroréglable	13 920	2 580	7 141	22	11%	5	2 ans	2 ans
5	Abaissement de la température de confort	0	0	4 688	13	7%	4	Immédiat	Immédiat
6	Installation d'équipement hydro-économe	2 880	0	2 444	5	3%	2	2 ans	2 ans

4.4 Détails des préconisations

Préconisation n°1			Foyer ARENBERG		
BATI : Isolation des murs par l'intérieur (ITI)					
<p>Description :</p> <p>Les murs du bâtiment ne présentent pas d'isolation thermique. Les déperditions à travers les façades représentent près de 53% des pertes de chaleur totales du bâtiment.</p>					
Objectif et conseils pour la réalisation					
<p>Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.</p> <p>Afin de diminuer les consommations de chauffage, il est recommandé d'isoler les parois donnant sur l'extérieur. L'action consiste à mettre en place par l'intérieur un doublage isolant de résistance thermique $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (environ 10 cm d'isolant de type laine minérale) protégé par un placage de plâtre.</p> <p>Pour les murs en pierre, l'isolant ne devra pas faire obstacle au caractère respirant des murs (isolant de type polystyrène à éviter).</p> <p>Avantages : Etant donné le cachet architectural du bâtiment, l'isolation par l'intérieur est la seule solution possible pour renforcer la résistance thermique des murs. Le coût brut de mise en place d'une isolation par l'intérieur est inférieur à une isolation par l'extérieur.</p> <p>Inconvénients : Cette solution implique d'importants travaux perturbant l'activité et entraîne une diminution des surfaces utiles. L'isolation par l'intérieur ne permet pas de traiter les ponts thermiques des façades (entre mur et plancher par exemple). L'isolation des murs par l'intérieur présente des risques de condensation d'eau dans la masse.</p> <p>Travaux préconisés :</p> <p>Fourniture et pose de complexe de doublage de dimensions 2500x1200 mm type Calibel, constitué d'un panneau en laine de verre collé sur une plaque de plâtre. Y compris enduit de finition.</p> <p>Des coûts supplémentaires (non chiffrés) doivent être pris en compte à cause des travaux induits par l'opération d'isolation par l'intérieur (déplacements de radiateurs, de prises et gaines électriques, rénovation de la décoration).</p> <p>Remarque : Un isolant de type laine végétale ou laine de bois peut être utilisé. L'impact environnemental de la fabrication de ce type de produit est en règle générale plus faible tout en ayant des caractéristiques thermiques intéressantes (déphasage thermique favorable au confort d'été). Attention, selon les matériaux utilisés l'épaisseur nécessaire pour avoir une résistance thermique équivalente sera supérieure.</p>					
Résultats					
Economie annuelle			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	Temps de retour brut actualisé
Energie	Financière	Emission de GES			
121 714 kWh _{ep} 25 %	14 981 €TTC	26 953 kgCO ₂	82 080 €TTC	4332000 8 664 €	6 ans 5 ans
Réduction des besoins en chauffage : 65 kW Gain sur le poste chauffage : 50 %			Hypothèse de calcul - Surface à isoler : 1140 m ² Fiche CEE : BAR-EN-102		

Préconisation n°2

Foyer ARENBERG

BATI : Installation d'une porte isolante

Description :

La porte d'entrée est vétuste et n'est pas étanche.
 Cette mauvaise étanchéité entraîne des pertes de chaleurs importantes vers l'extérieure.
 Certaines portes donnant sur la cour intérieure présentent des infiltrations d'air.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Renforcer les performances thermiques de l'enveloppe externe du bâtiment

Les portes extérieures constituent l'une des sources de déperditions. L'air circule facilement entre la porte et son encadrement. Il s'agit de plus de portes vitrées présentant de faibles caractéristiques thermiques.

Le remplacement de la porte avec le remplacement complet du dormant permettra de traiter les défauts d'étanchéité à la jonction ouvrant/dormant et au niveau du seuil de portes (attention aux contraintes d'accessibilité handicapés).

Travaux préconisés :

La mise en œuvre comprend la fourniture et pose de blocs portes isolants compris seuil de porte.

Cette amélioration permettrait un gain énergétique intéressant sur le **poste chauffage du bâtiment** et apporterait un gain significatif pour le **confort des occupants**.



Résultats

Economie annuelle			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	Temps de retour brut actualisé
Energie	Financière	Emission de GES			
1 051 kWh _{ep}	1 080 €TTC	1 949 kgCO ₂	9 600 €TTC	0 0 €	9 ans 8 ans

Réduction des besoins en chauffage : 1 kW
 Gain sur le poste chauffage : 0 %

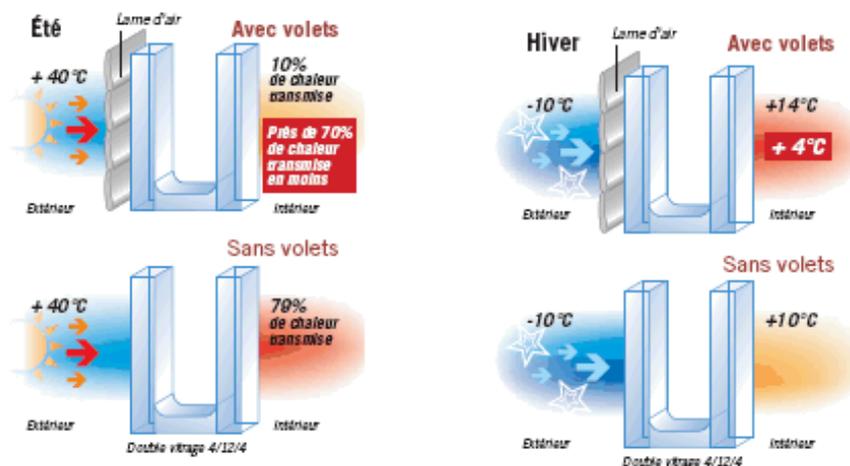
Hypothèse de calcul : Surface de portes concernées : 16 m²

BATI : Protections solaires – volets roulants

Description : Les menuiseries ne sont pas équipées de protections solaires extérieures. Les protections solaires assurent une protection contre les surchauffes, l'éblouissement, le vis-à-vis. De plus, ces systèmes permettent d'apporter une résistance thermique supplémentaire au châssis vitré.

Objectif et conseils pour la réalisation

Les menuiseries assurent l'apport d'énergie solaire, l'apport d'éclairage naturel mais reste un point faible de l'enveloppe thermique du bâtiment par rapport à un mur isolé.



Il est recommandé de mettre en place des volets roulants au niveau des menuiseries non équipée. Ces systèmes permettent d'améliorer le confort thermique dans les locaux et réduire les pertes de chaleur en hiver et les apports solaire en été. Afin d'être efficaces, il est conseillé de privilégier les protections extérieures et de veiller à rendre la lame d'air séparant le vitrage du volet étanche.

Avantages : Réduction du besoin de chauffage en hiver et de climatisation en été.

Inconvénients : Contraintes d'urbanisme à vérifier. Veiller au bon usage des fermetures par les occupants (prévoir une automatisation si nécessaire). Les protections extérieures sont soumises au vandalisme et aux perturbations atmosphériques (vent, pluie) et doivent être résistantes.

Remarque : Lors de la pose, le volet roulant et son coffrage devra être mis en place de manière à éviter tout pont thermique supplémentaire.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de volet roulant à enroulement sur axe horizontal, tablier bois (Hemlock) ou PVC, manœuvre par tige oscillante, coulisses aluminium insonorisées.

Les gains sont estimés sur la base d'une amélioration de la résistance thermique des châssis vitrés avec amélioration du confort thermique.

Résultats					
Economie annuelle			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	Temps de retour brut actualisé
Energie	Financière	Emission de GES			
8 477 kWh _{ep} 2 %	1 936 €TTC	3 487 kgCO ₂	150 480 €TTC	0 0 €	78 ans 33 ans

Réduction des besoins en chauffage : 4 kW
Gain sur le poste chauffage : 3 %

Hypothèse de calcul : Surface de vitrages concernée : 418 m²

Préconisation n°4

Foyer ARENBERG

VENTILATION : Installation d'une VMC hygro A dans les logements

Description : Le mode de ventilation actuel du bâtiment est peu économe et peu efficace, il ne permet pas de maîtriser les débits en fonction de l'occupation réelle des zones ventilées.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : assurer le renouvellement d'air hygiénique dans le bâtiment

La VMC permet le renouvellement d'air dans les bâtiments, l'utilisation de caissons mécaniques permet de maîtriser les débits mis en jeu et les plages horaires du renouvellement d'air indépendamment des conditions extérieures sur lesquels sont basés les principes de ventilation naturels.

La ventilation a un impact important sur les consommations, l'extraction d'air chauffé et l'introduction d'air neuf génère des besoins de chauffage et le fonctionnement des ventilateurs est consommateur d'électricité. Pour limiter l'impact de ces systèmes sur les consommations, il est important de mettre en œuvre un renouvellement adapté aux besoins, soit de limiter les débits et les horaires de fonctionnement. Les systèmes dits « hygroréglables » permettent d'adapter le débit au taux d'humidité et donc à la présence d'occupants. Associé à des entrées d'air hygroréglables sur les menuiseries, les infiltrations d'air dans le bâtiment sont limitées.

Il est conseillé d'installer sur le bâtiment un système de ventilation mécanique contrôlé de type hygroréglable A.

Travaux préconisés :

L'action comprend la fourniture et pose de 1 caisson à motorisation à commutation électronique permettant de limiter les consommations du ventilateur. Des bouches d'extraction (en plafond) sont installées dans les logements, elles sont de type hygroréglables.

Maintenance particulière : Un entretien régulier (nettoyage) du moteur d'extraction ainsi que des bouches d'entrée et d'extraction permet un meilleur fonctionnement du système.

**Résultats**

Economie annuelle			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	Temps de retour brut actualisé
Energie	Financière	Emission de GES			
53 659 kWhep 11 %	7 141 €TTC	12 850 kgCO2	13 920 €TTC	1290000 2580 €	2 ans 2 ans
Réduction des besoins en chauffage : 0 kW Gain sur le poste chauffage : 22 %			Equipements concernés : Ventilation Fiche CEE : BAR-TH-127		

Préconisation n°5

Foyer ARENBERG

CHAUFFAGE : Automate de régulation programmable sur sonde d'ambiance intérieure

Description : L'utilisation d'une régulation programmée sur le planning d'occupation du site permet de diminuer la consommation de façon significative. Les températures de consigne doivent être adaptées en conséquence (réduire de 1°C entraîne une économie d'énergie qui avoisine les 7%).

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Diminuer la température de confort.

Pour rappel, la température réglementaire de confort est fixée à 19°C par l'article R131-20 du code de la construction et de l'habitation.

Une diminution de la température intérieure de confort de 1°C permettrait un gain d'environ 13% sur le poste chauffage.

Travaux préconisés :

Abaissement de la température de confort.

**Résultats**

Economie annuelle			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	Temps de retour brut actualisé
Energie	Financière	Emission de GES			
32 364 kWhep 7 %	4 688 €TTC	8 438 kgCO ₂	0 €TTC	0 0 €	Immédiat

Réduction des besoins en chauffage : 6 kW
Gain sur le poste chauffage : 13 %

Equipements concernés : Régulateur

Préconisation n°6

Foyer ARENBERG

PRODUCTION D'ECS : Diminuer les consommations d'eau

Description :

Une sensibilisation des usagers et l'investissement dans des équipements hydro-économes peut permettre une diminution des consommations d'eau.

Objectif et conseils pour la réalisation

De façon similaire au suivi énergétique, un suivi régulier des consommations d'eau permet de détecter une possible anomalie (chasse d'eau ou robinet qui fuit, fuite plus générale) et de remédier à ce problème rapidement.

Afin d'économiser l'eau potable, il peut être également recommandé de modifier les installations existantes pour notamment diminuer le débit d'eau et inciter les utilisateurs à être plus économes. Par exemple, il est conseillé de mettre en place :

- des chasses d'eau double commande
- des aérateurs limiteurs de débit sur les robinets,
- des douchettes économes sur les douches,

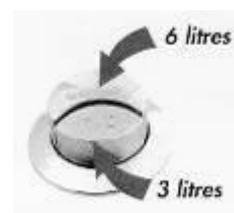
Ce type d'équipements peut permettre une diminution des consommations de près de 30%.

La diminution des consommations d'eau influe également sur les consommations d'énergie liée à la production d'ECS et est estimée à 10%.

Pour bénéficier des certificats d'économies d'énergie, le matériel doit être conforme aux normes NF de robinetterie sanitaire (norme NFEN246 et NFEN1112).

Le matériel choisi doit être répertorié dans les classes de débit suivantes:
 -Z (7,5 à 9 litres/minute) de la norme EN NF 246 pour les régulateurs de jets;
 -ZZ (7,2 à 12 litres/minute) de la norme EN NF 1112 pour les douches.

NB : Pour certains usages (arrosages des plantes, alimentation des chasses d'eau, lavage des sols), la récupération d'eau de pluie peut être envisagée.

**Travaux préconisés :**

Fourniture et pose de mousseurs et douchette économe.

Résultats

Economie annuelle			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	Temps de retour brut actualisé
Energie	Financière	Emission de GES			
12 887 kWh _{ep} 3 %	2 444 €TTC	4 401 kgCO ₂	2 880 €TTC	0 0 €	2 ans 2 ans

Réduction des besoins en chauffage : 0 kW
 Gain sur le poste chauffage : 0 %

Equipements concernés : Equipements puisage d'eau

4.5 Scénarios d'optimisation

Scénario 1 : Actions prioritaires

Le site est fortement consommateur en énergie (consommation énergétique de 202 kWh_{EP}/m².an).

Ce plan d'actions regroupe les actions prioritaires nécessitant une mise en œuvre simple, un investissement initial faible et présentant retour sur investissement rapide :

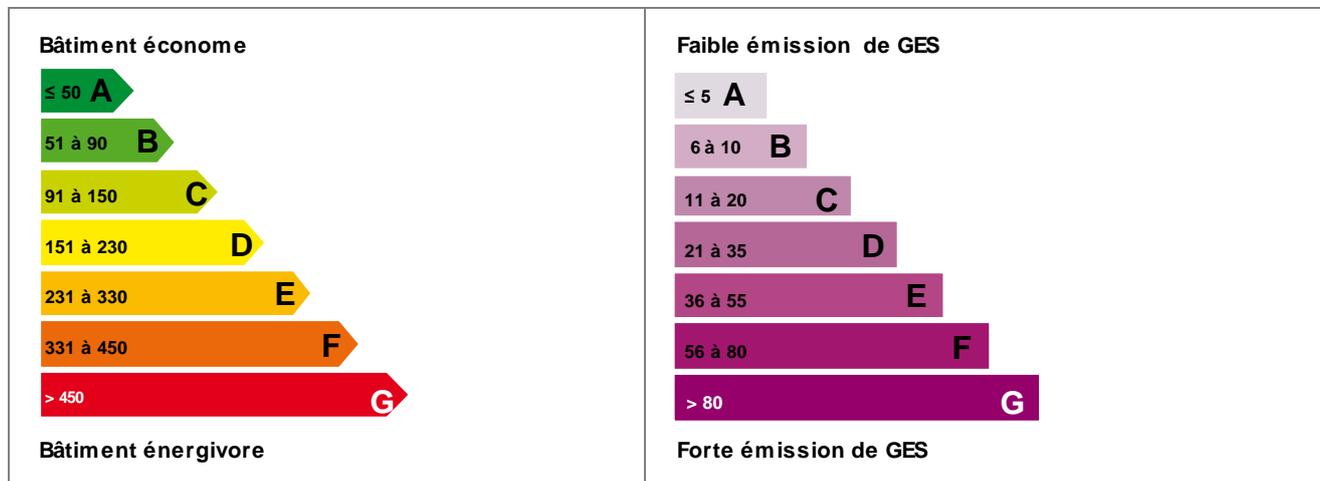
N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	Aide €	kWh _{ep} /m ² .an	kgéqCO ₂ /m ² .an	€ TTC/an	brut	actualisé
4	Installation d'une ventilation mécanique hygroréglable	13 900	2 580	22	5	7 141	2	2
5	Abaissement de la température de confort	0	0	13	3	4 688	Immédiat	Immédiat
6	Installation d'équipement hydro-économe	2 800	0	5	1	2 444	2	2
TOTAL		16 700	2 580	39	8	11 724	2	2

Les actions présentées ci-dessus permettent une réduction des consommations de près de 20 %.

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 1				
	Ratio de consommation d'énergie kWh _{ep} / m ² .an		Ratio d'émissions de GES kgeqCO ₂ / m ² .an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Foyer ARENBERG				

	Cep initial	Cep scénario 1
Usages ThCex	105	78 kWh _{ep} /(m ² .an)

Rappel : Echelles énergétiques



Scénario 2 : Objectif de réduction de 40 % de la consommation d'énergie

Les actions présentées ci-dessous permettent une réduction des consommations et une diminution des émissions de GES de près de 40 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	Aide €	kWhep /m².an	kgéqCO2 /m².an	€ TTC/an	brut	actualisé
1	Isolation des murs par l'intérieur	82 000	8 664	51	11	14 981	6	5
2	Remplacement de portes	9 600	0	0	0	1 080	9	8
4	Installation d'une ventilation mécanique hygroréglable	13 900	2 580	22	5	7 141	2	2
5	Abaissement de la température de confort	0	0	13	3	4 688	Immédiat	Immédiat
6	Installation d'équipement hydro-économe	2 800	0	5	1	2 444	2	2
	TOTAL	108 300	11 244	82	17	23 561	5	4

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 2

	Ratio de consommation d'énergie kWhep / m2.an		Ratio d'émissions de GES kgeqCO2 / m2.an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Foyer ARENBERG	D 202	C 120	D 29	C 12

	Cep initial	Cep scénario 2
Usages ThCex	105	48 kWhep/(m².an)

Scénario 3 : Objectif facteur 4

Le potentiel de réduction de consommation ne permet pas d'atteindre l'objectif facteur 4. Les actions présentées ci-dessous permettent une réduction des consommations et une diminution des émissions de GES de près de 42 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	Aide €	kWh _{ep} /m ² .an	kg _{éq} CO ₂ /m ² .an	€ TTC/an	brut	actualisé
1	Isolation des murs par l'intérieur	82 000	8 664	51	11	14 981	6	5
2	Remplacement de portes	9 600	0	0	0	1 080	9	8
3	Installation de volets roulants sur les menuiseries non équipées	150 500	0	4	1	1 936	78	33
4	Installation d'une ventilation mécanique hygroréglable	13 900	2 580	22	5	7 141	2	2
5	Abaissement de la température de confort	0	0	13	3	4 688	Immédiat	Immédiat
6	Installation d'équipement hydro-économe	2 800	0	5	1	2 444	2	2
TOTAL		258 800	11 244	84	17	24 245	11	9

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 3				
	Ratio de consommation d'énergie kWh _{ep} / m ² .an		Ratio d'émissions de GES kg _{éq} CO ₂ / m ² .an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Foyer ARENBERG	D 202	C 118	D 29	C 12

	Cep initial	Cep scénario 3
Usages ThC _{ex}	105	46 kWh _{ep} /(m ² .an)

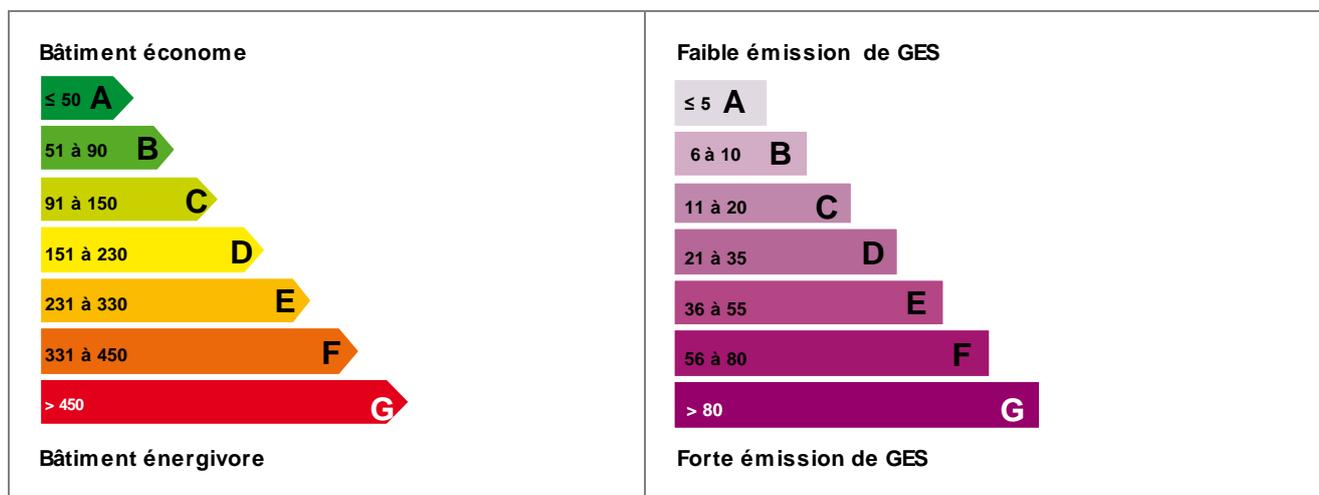
Synthèse des solutions globales

Synthèse des plans d'actions							
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour	
	Prix TTC	CEE €	kWh _{EP} /m ² .an	€ TTC/an	kg éq CO ₂ /m ² .an	brut	actualisé
Scénario 1	16 700	4 740	39	11724	8,1	2	2
Scénario 2	108 300	11 244	82	23561	16,9	5	4
Scénario 3	258 800	11 244	84	24245	17,5	11	9

Etiquettes énergie - projets

	DPE Etiquette Energie	DPE Etiquette GES	Dépenses énergétiques annuelles
Etat initial	D 202	D 29	46 323 € TTC
Scénario 1	D 163	D 21	34 599 € TTC
Scénario 2	C 120	C 12	22 763 € TTC
Scénario 3	C 118	C 12	22 078 € TTC

A titre informatif, ci-dessous les échelles DPE utilisées :



5. Conclusion

Le bâtiment foyer Arenberg présente une performance énergétique insuffisante. Le potentiel d'économie d'énergie sur ce site est intéressant.

Dans un premier temps il est pertinent d'engager une réflexion sur les actions rapidement efficaces. L'abaissement de la température permettrait un gain sur le chauffage de 13%. Des équipements hydro-économes permettraient de diminuer les consommations d'eau et donc de diminuer la facture d'eau et celle sur le gaz (production d'eau chaude sanitaire via le CPCU). Enfin, une installation de bouche hygro-réglables de type hygro A permettrait de diminuer les débits d'air en période d'inoccupation. Cette régulation de débits associés à un ventilateur à débit variable, permettrait de diminuer les pertes de chaleurs par renouvellement d'air et les consommations liées au ventilateur.

Dans le but d'atteindre une réduction de 40% des consommations énergétique, il est nécessaire de prévoir des travaux sur l'isolation du site (isolation des murs par l'intérieur). Il faut également prévoir un changement de la porte d'entrée ou son amélioration pour réduire les infiltrations d'air. Cette modification apportera un gain sur le chauffage mais aussi un confort supplémentaire pour les occupants.

L'atteinte d'un scénario plus ambitieux peut être obtenu avec des actions complémentaires comme l'installation de volets roulants sur les menuiseries non équipées. Cette action apportera un confort supplémentaire aux occupants en été et diminuera les consommations énergétiques du site en hiver.

6. Annexes

Méthodologie pour l'évaluation des consommations d'énergie du site

Bilan des consommations d'énergie

Il est réalisé à partir des consommations réelles d'énergie du site. Les factures d'électricité, de combustible, sont analysées sur une période comprenant des variations climatiques représentatives.

Répartition des consommations pour chaque énergie

Elle est établie en fonction des données récoltées lors de l'état des lieux. La présence de comptages divisionnaires permet de comprendre avec plus de précision le fonctionnement des différentes zones du site. Lorsque ces informations ne sont pas disponibles, une estimation théorique (à partir des puissances des équipements, hypothèses de fonctionnement) est réalisée.

Les consommations d'énergie théoriques et réelles sont comparées pour analyser la cohérence des répartitions de consommation.

Les ratios de consommations sont comparés à des moyennes nationales. Ces données sont issues de l'étude *Chiffres Clés Bâtiment 2013* publiée par l'ADEME. Le ratio moyen des usages Chauffage+ECS tient compte de la rigueur climatique du site.

Classifications énergétiques

La classification DPE (diagnostic de performance énergétique) renseigne sur la performance énergétique d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émission de gaz à effet de serre. La consommation d'énergie primaire retenue pour l'étiquette énergie correspond à la moyenne des consommations réelles sur les trois dernières années. L'étiquette GES est établie sur la même base.

Préconisations d'économies d'énergie

Les préconisations sont basées sur l'étude présentée en amont. Elles proposent :

- **l'investissement prévisionnel**, soit le coût d'acquisition et la mise en œuvre.

Les investissements prennent en compte le coût d'acquisition du matériel et de sa mise en œuvre. Les coûts induits spécifiques à la configuration du site ne sont pas intégrés au chiffrage. Les montants indiqués devront être confirmés par des devis.

- **les économies estimées**, soit le gain énergétique et économique annuel issu de la diminution des consommations ainsi que le gain d'émissions de gaz à effet de serre ;
- **le temps de retour**, soit la durée au terme de laquelle votre investissement sera remboursé par les économies d'énergie réalisées. Le temps de retour actualisé prend en compte une augmentation du coût de l'électricité à hauteur de 3 % par an pour l'électricité et de 5% pour le gaz et 7% pour le fioul.

Scénario d'optimisation

Les solutions sont définies de manière indépendante sur la base des répartitions calculées précédemment. Les économies ne sont pas cumulatives mais les investissements le sont.

Base de prix pour les travaux d'amélioration

	Opérations	Détails	Prix HT
Bâti	Isolation des murs par l'extérieur	Fourniture et pose de panneaux de laine minérale fixé mécaniquement sur ossature et bardage - R = 3 m ² K/W	120 à 200 €/m ²
	Isolation des murs par l'intérieur	Fourniture et pose de plaques de plâtre + laine minérale, sur ossature - R = 3 m ² K/W	60 €/m ²
	Isolation des toitures terrasse	Fourniture et pose sous étanchéité d'une couche de mousse polyuréthane mais hors travaux d'étanchéité	180 €/m ²
	Isolation des combles	Fourniture et pose de laine de verre soufflée	10 à 30 €/m ²
	Isolation des planchers bas	Isolation projetée en sous-face.	20 à 50 €/m ²
	Vitrages	Menuiserie PVC, double vitrage et volets roulants	450 à 700 €/m ²
Chauffage	Chaudière à condensation 70 kW	chaudière, brûleur, régulation, mise en service – montant à affiner selon les travaux hydraulique à réaliser	10 000 €
	Chaudière à condensation 200 kW		20 000 €
	Chaudière à condensation 400 kW		25 000 €
	Calorifugeage réseau	Coquille isolante	60 €/mL
	Circulateur	Selon la puissance hydraulique nécessaire	De 2 500 à 4 500 €
	Régulateur pour radiateurs électriques	Programmeur hebdomadaire digital relié par fil pilote	200 €/unité
Ventilation	Caisson de ventilation basse consommation	Caisson pour une colonne d'immeuble	4 500 €
	Caisson de ventilation basse consommation + bouches d'extraction hygroréglables	Pour maison individuelle	500 €
	Entrées d'air hygroréglables	Bouches certifiées CSTBat	55 €
Eclairage	Remplacement des luminaires	Fourniture et pose de lampe basse consommation de type fluocompacte	7€/unité
	Remplacement des luminaires	Fourniture et pose d'un luminaire avec tube fluorescent de type T5 avec ballast électronique (2x28W)	90 €/unité
Energies renouvelables	Chauffe-eau thermodynamique	Fourniture et pose d'un chauffe-eau de 200 à 250 litres (comprend les raccords hydrauliques et de ventilation)	5 500 €/unité
	Chauffe-eau solaire	Nécessite une étude complémentaire. Investissement fonction de la surface de panneaux posée	De 1000 à 1300 €/m ²
	Pompe à chaleur	Nécessite une étude complémentaire. Dépend de la puissance de chauffage.	9 500 €
Equipements hydro économes	Eco plaquette WC		20 €/unité
	Mousseur pour robinet		10 €/unité
	Douchette économique		40 €/unité
	Robinet à poussoir		65 €/unité

Glossaire

RT : Réglementation Thermique , RT2012 pour les bâtiments neufs et RT existants pour les autres

CEE : Certificat d'Économie d'Énergie

kWh cumac : kilowattheures cumulés et actualisés (qui représentent l'énergie économisée par une action d'amélioration exprimée sur toute la durée de vie de l'équipement)

ECS : Eau Chaude Sanitaire

VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée

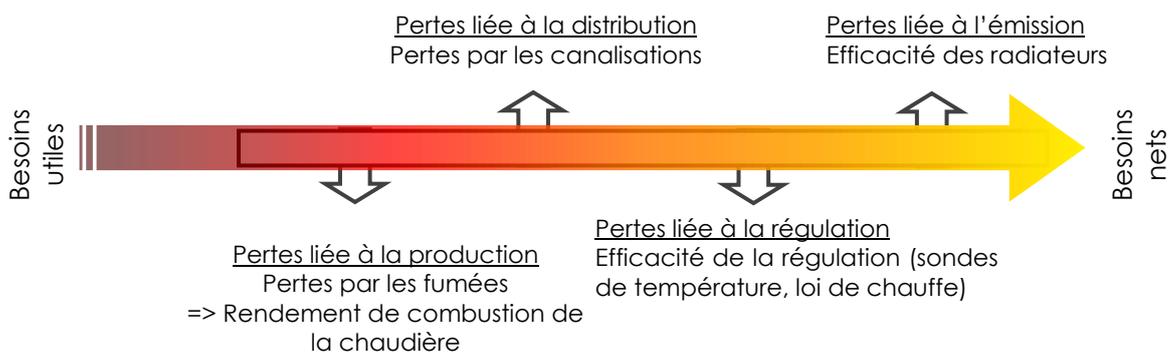
GES : Gaz à Effet de Serre

DJU : Degré Jour Unifié

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur

Besoins utiles / besoins nets de chauffage : Les besoins utiles correspondent au bilan des déperditions du bâtiment. Les besoins nets en chauffage prennent en compte en plus les apports gratuits (apports internes liés à l'activité et les apports solaires). Les consommations de chauffage se déduisent ensuite en prenant en compte les pertes liées à la production, la distribution, la régulation et l'émission de chaleur.



Energie Finale : Energie concrètement utilisée (correspond à l'énergie facturée) – exprimée en kWh_{ef}.

Energie Primaire : Energie disponible dans la nature mais qui n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée et transportée pour alimenter l'utilisateur final – exprimée en kWh_{ep}. Par exemple, pour traduire la transformation de l'énergie électrique, on applique un coefficient de 2,58 pour convertir l'énergie primaire en énergie finale.

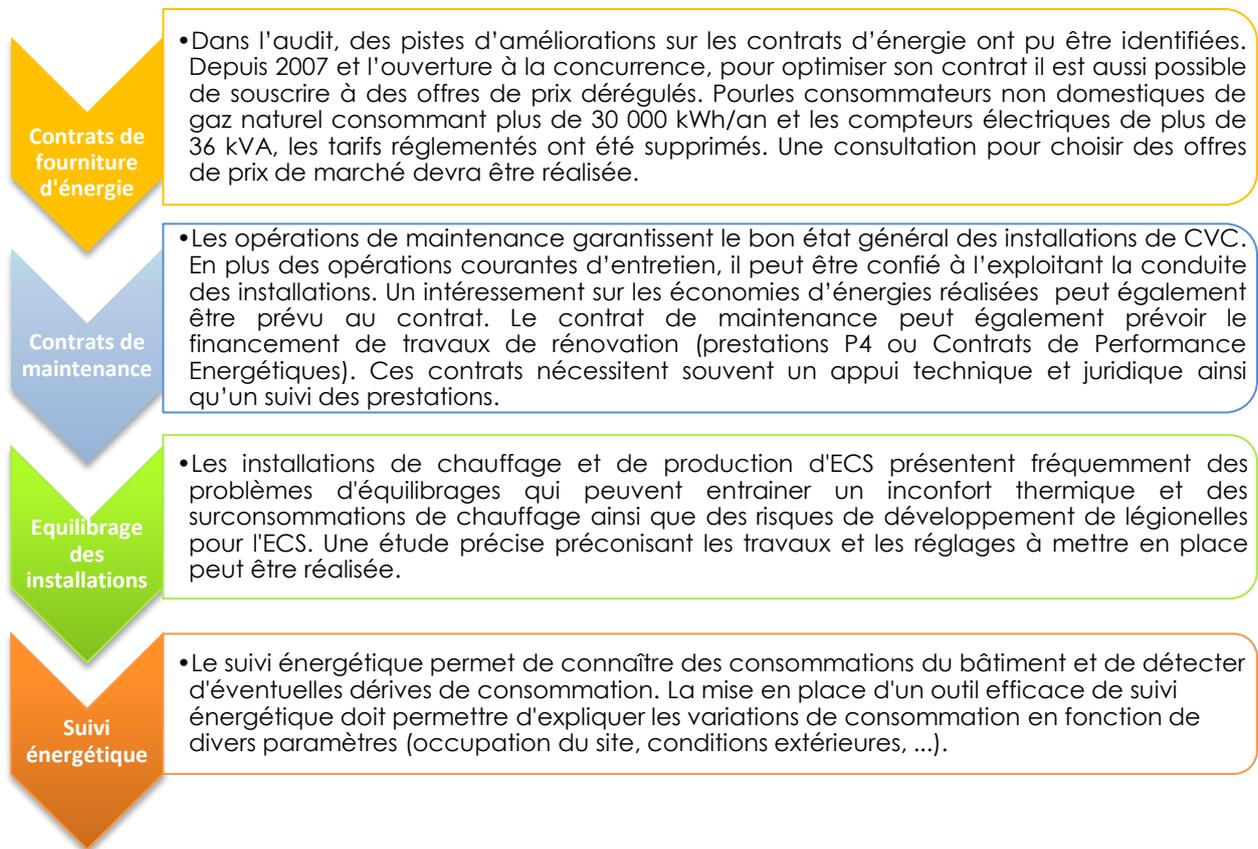
R : Résistance thermique : exprime la résistance d'un matériau au passage d'un flux de chaleur

U : Coefficient de transmission thermique surfacique: exprime la quantité de chaleur traversant cette paroi (plus U est faible, plus l'isolation de la paroi est performante)

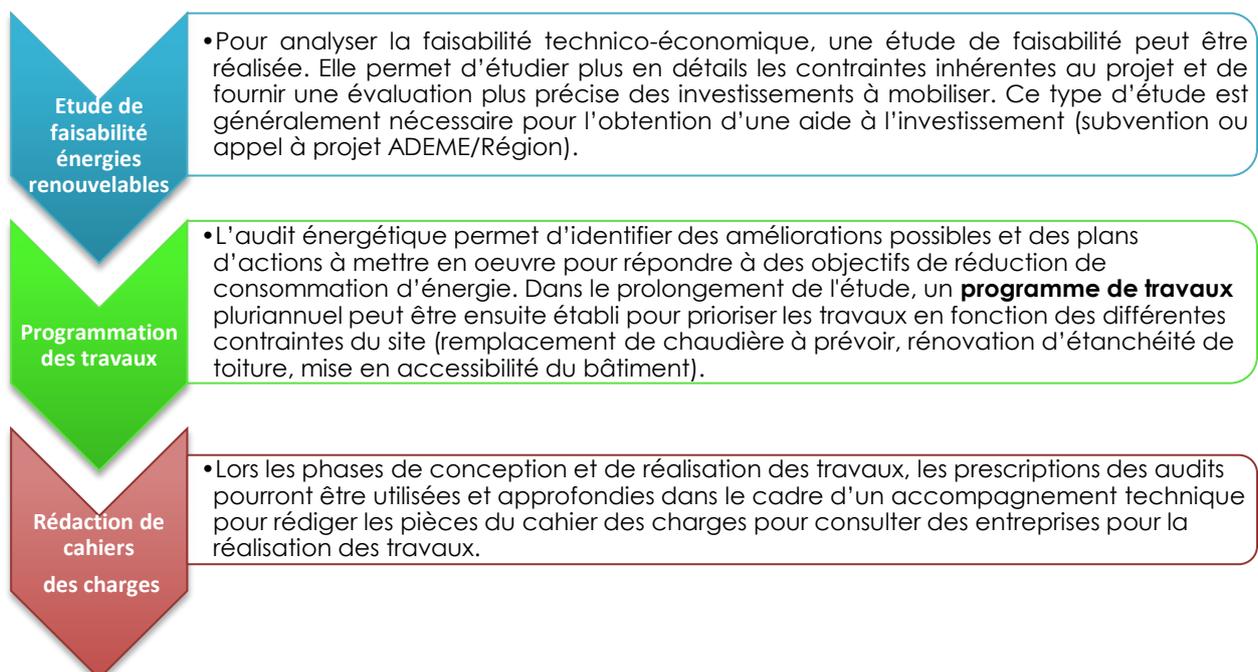
Contrat électricité HP/HC : Heures Pleines /Heures Creuses

Quelles suites à donner à un audit énergétique ?

Optimiser l'exploitation des bâtiments



Réaliser des travaux



Pour tout renseignement (exemple de cahier des charges, ...) concernant l'ensemble de ces thématiques n'hésitez pas à vous adresser à votre interlocuteur AD3E.

Annexes techniques

Déperditions statiques

Bilan thermique

Détails des équipements d'éclairage