

RAPPORT D'AUDIT ARCHITECTURAL ET ENERGETIQUE

- Copropriété du 16-18 rue de la Glacière - Paris (75013) -

INTERVENANTS		
Syndic	Architecte	Mission thermique
 GRL Gestion 4 rue du Commandant Rivière 75008 PARIS	 GERA Architectes 102 rue Roque de Fillol 92800 PUTEAUX	 GERA'nium 102 rue Roque de Fillol 92800 PUTEAUX
Référent du conseil syndical	M. Olivier Gupta	
Rédacteur	M. Jérémy GRACZYK	

Indice	Date	Modification
V3	13/07/2017	Version finale révisée
V2	19/06/2017	Version finale pour relecture
V1	16/05/2017	Version intermédiaire avant réunion de travail

Sommaire

Introduction	p. 3
1 - Analyse des besoins et attentes des copropriétaires et locataires	p. 4
2 - Descriptif général du bâti	p. 4
3 - Analyse des résultats de l'enquête	p. 5
4 - Descriptif architectural et technique de l'existant	p. 6
5 - Préconisations de travaux de réhabilitation architecturale et technique	p. 15
6 - Examen énergétique de l'existant	p. 16
7 - Analyse de la performance énergétique de l'existant	p. 22
8 - Simulation thermique dynamique du confort d'été des logements	p. 26
9 - Préconisations de travaux de réhabilitation énergétique	p. 28
10 - Définition et analyse de scénarios de travaux	p. 33
11 - Glossaire	p. 39
Annexes	p. 41

Introduction

Pour de multiples raisons, les copropriétés font parties des bâtiments les plus difficiles à rénover. Pourtant leur performance énergétique souvent médiocre devrait inciter les copropriétaires à agir sur leur patrimoine. Pour passer à l'action, ce maître d'ouvrage particulier qu'est la copropriété doit disposer d'une vision globale, notamment sur le plan énergétique.

Ce rapport de diagnostic global, énergétique et architectural, dresse un état des lieux précis de votre copropriété, analyse les consommations. Il dessine des scénarios d'amélioration permettant de réduire la consommation énergétique et ses déchets induits (émission de gaz à effet de serre, déchets nucléaires), tout en favorisant le confort thermique hiver comme été et la valorisation de votre patrimoine.

Ce rapport va vous aider à choisir les investissements les mieux adaptés à votre copropriété et à élaborer, le cas échéant, un programme de travaux pluriannuel d'économies d'énergie.

1 - Analyse des besoins et attentes des copropriétaires et locataires

En premier lieu, la présente étude s'inscrit dans le cadre de l'application du décret du 27/01/2012 relatif à "l'obligation de réalisation d'un audit énergétique pour les bâtiments à usage principal d'habitation en copropriété de cinquante lots ou plus et à la réglementation thermique des bâtiments neufs".

Néanmoins, et au delà de toute obligation vis-à-vis de la loi, la copropriété du 16-18 rue de la Glacière a opté pour la réalisation d'un audit global comprenant une analyse architecturale et énergétique de la copropriété afin d'avoir une vision à court et moyen terme des travaux à engager pour la pérennisation et l'amélioration de son patrimoine.

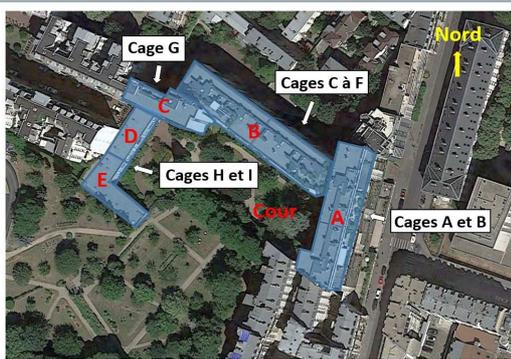
2 - Descriptif général de la copropriété

2.1 - Implantation du site

La copropriété étudiée est située au 16-18 rue de la Glacière à Paris dans le 13^{ème} arrondissement.

Elle est composée de 5 bâtiments (A/B/C/D/E) divisés en 9 cages, les cages A et B appartenant au bâtiment A, les cages C à F au bâtiment B, la cage G représentant le bâtiment C et les cages H et I représentant respectivement les bâtiments D et E.

L'accès aux bâtiments se fait directement depuis la rue de la Glacière par une entrée principale desservant, d'une part, les cages A et B ainsi que la cour de la résidence et ouvrant, d'autre part, une voie de desserte des autres cages longeant le bâtiment C (cages C à F) pour rejoindre les bâtiments D et E (cages H et I) par un passage sous le bâtiment C (cage G).



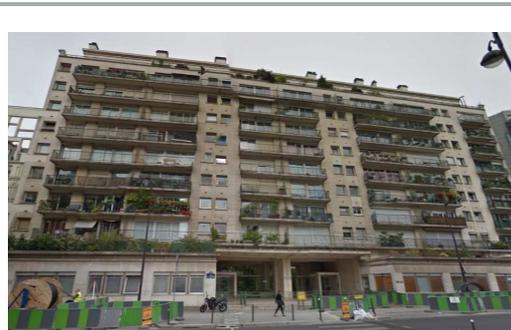
- Vue aérienne du site (source Google Earth) -

2.2 - Nature des bâtiments

Datant de 1965, la résidence du 16-18 rue de la Glacière dénommée "les Champs de Port-Royal" appartient à la famille des grands ensembles avec un style classique moderne.

Les bâtiments A, B et C sont des édifices allant du R+8 (B) au R+11 (A/C). Cet ensemble repose sur deux niveaux de sous-sol enterrés. Les bâtiments D et E implantés en fond de parcelle constituent un petit collectif indépendant en R+2.

La structure des bâtiment est constituée de façades porteuses et murs de refends en béton. Les logements sont en grande partie traversants. Ils comportent de larges ouvertures en particulier sur les façades favorablement orientées côté cour et disposent pour la plupart de balcons ou terrasses.



- Façade sur rue -

2.3 - Surfaces et Typologies

Au sens énergétique, la copropriété est constituée de deux entités : une entité regroupant les cages A à G que nous avons choisi de désigner sous le terme "Bâtiment A-G" pour une meilleure compréhension et une seconde entité réunissant les cages H et I que nous nommerons par la suite "Bâtiment H-I".

Les surfaces et typologies associées à ces deux entités sont présentées dans le tableau suivant :

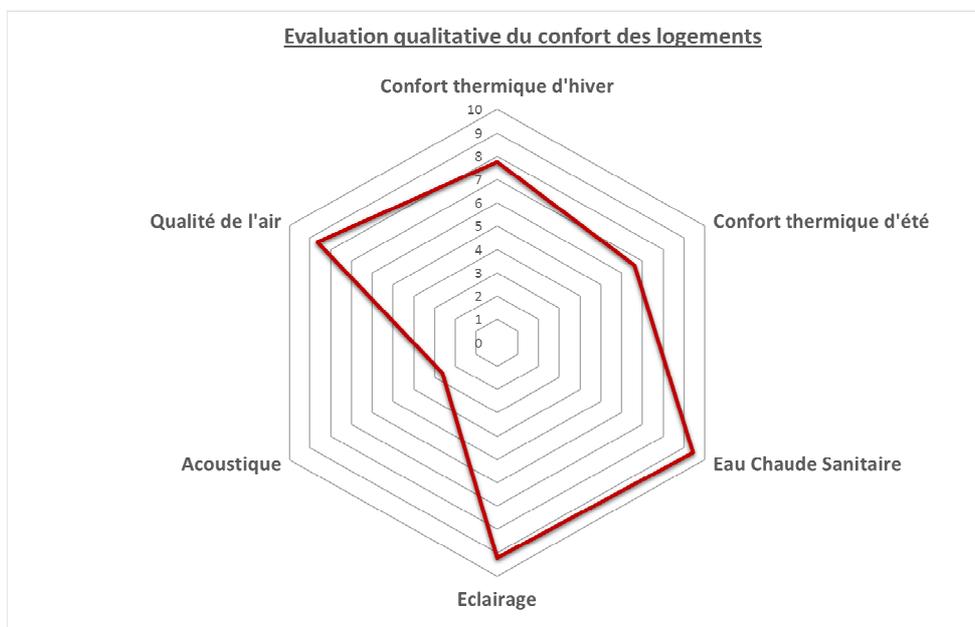
Bâtiment	Année de construction	Niveaux	Logements	Typologie						Surface habitable	SHON
				T1	T2	T3	T4	T5	T6		
A-G	1965	R+11	280	97	59	18	44	48	14	18 343	20 142
H-I		R+2	45	44	1	-	-	-	-	1 060	1 206
Total			325	141	60	18	44	48	14	19 403	21 349

Nota : ces données sont issues des plans d'origine de la résidence. Certaines modifications mineures sont susceptibles d'avoir impactées ces caractéristiques (fusions de logements, ...).

3 - Analyse des résultats de l'enquête

La première étape de l'audit a consisté à réaliser une enquête auprès des occupants de la résidence afin d'avoir une première idée du confort ressenti dans les logements. Sur 320 enquêtes distribuées, 66 nous ont été remises complétées ce qui correspond à un **taux de réponse de 20%**. Les enquêtes recueillies ont fait l'objet d'une analyse multicritère.

Le diagramme ci-dessous permet d'apprécier la tendance générale du confort des logements vu par un échantillon représentatif des occupants :



Le diagramme ci-dessus représente le niveau de confort ressenti par les occupants sur une échelle allant de 0 à 10 et selon les critères suivants : confort thermique d'hiver et d'été, eau chaude sanitaire, éclairage, acoustique et qualité de l'air.

D'une manière générale, **les plaintes concernent l'acoustique, le confort thermique et la qualité de l'air :**

- Acoustique : 74% des personnes ayant répondu se plaignent de nuisances acoustiques (41% pour les bruits de canalisation, 38% pour les impacts/plafond, 32% pour le voisinage de palier, 18% pour les bruits de couloir et 15% pour les bruits extérieurs).

- Confort thermique d'été : 34% des personnes ayant répondu ont trop chaud dans leur logement en été.

- Confort thermique d'hiver : 23% des personnes ayant répondu ont trop chaud dans leur logement en hiver ; 32% des personnes se plaignent de la régulation du chauffage ; 23% des personnes sont exposées au phénomène de paroi froide et 15% des personnes ouvrent leur fenêtre en hiver pour rafraîchir leur logement.

Qualité de l'air : 9% des personnes ayant répondu trouvent que la ventilation de leur logement est insuffisante ; 15% se plaignent de la qualité de l'air dans leur logement (13.5% trop sec ; 1.5% trop humide).

Concernant les autres critères, il n'y a rien à signaler de particulier.

Bilan global :

Cette première étape de l'audit permet de révéler deux principaux défauts sources d'inconfort dans les logements :

- **Le bâtiment souffre d'un manque d'isolation à l'origine d'importantes nuisances acoustiques (impacts sol/plafond, voisinage de palier, ...) et de désagréments en hiver (phénomène de paroi froide) comme en été (surchauffe).**

- Ce défaut d'isolation oblige à un fonctionnement de la chaufferie en "sur-régime" pour assurer les besoins de chauffage de chaque logement. Or, **le réseau de distribution de chauffage semble être déséquilibré** (bruits de canalisation) **et les émetteurs de chaleur n'ont que de simple robinet de réglage pour régulation terminale.** De ce fait, certains occupants se plaignent de surchauffe en hiver et des moyens de régulation du chauffage.

4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

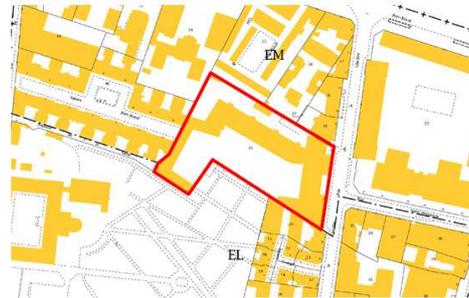
4.1 - Description générale du bâtiment

Les bâtiments :

La résidence est située au 16/18 rue de la Glacière à Paris 13ème.

Surface de la Parcelle : 7475 m²

Datant de 1965, la résidence dénommée « les champs de Port Royal » appartient à la famille des **grands ensembles des années 1970** composées d'immeubles de grande hauteur abritant principalement des logements avec sur rue une mixité résidentiel/commercial.



Façade sur rue



Façade Sud sur jardin

Façade Nord sur cour

Deux bâtiments implantés en fond de parcelle répondent à une configuration très différente : 2 niveaux sur Rdc abritant des logements plus petits, monorientés et sans espace privatif extérieur (balcon).



4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

4.1 - Description générale du bâtiment (Suite)

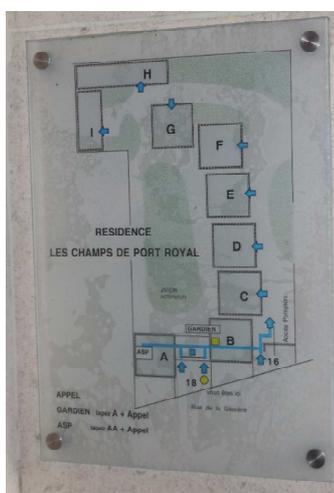
Accès à l'opération :

La construction du bâtiment sur rue en retrait de l'alignement permet un accès direct et indépendant aux locaux d'activités implantés à rez-de-chaussée.

Le retrait du bâtiment sur rue permet à certains logements situés à R+1 des cages A et B de bénéficier de terrasses privatives.



Les logements de l'opération sont accessibles depuis 2 entrées, situées toutes 2 sur la rue de la Glacière.



N° 16 : c'est l'accès aux bâtiments situés sur l'arrière du terrain (cages C à I). Un portillon sur la rue contrôle l'accès au porche qui permet l'accès à l'allée de desserte des bâtiments arrières de la résidence (cages C à I).

Une loge de gardien située à proximité du portillon sur rue permet de contrôler l'accès de ce passage vers les logements en même temps que celui vers le sous-sol.



N°18 : Situé au centre du linéaire développé par le bâtiment, c'est l'accès aux Cages A et B du bâtiment sur rue.

Un vaste espace libre et traversant permet de se diriger vers chaque cage tout en bénéficiant des vues sur rue et sur jardin. Des vitres ont été mises en place, probablement pour réduire les courants d'air inhérents à ce type d'espaces couverts et largement ouverts.



4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

4.1 - Description générale du bâtiment (Suite)

Les Occupants :

La résidence est habitée par de nombreux propriétaires installés depuis l'origine. La grande partie d'entre eux exprime une réelle volonté de préserver le patrimoine commun et respecter l'architecture de l'opération (années 1960).

La résidence abrite majoritairement des logements avec toutefois env. 250 m² de surfaces dédiées à des locaux d'activité et 50 m² de locaux communs (loges et espace de repos gardiens, salle de réunion...) dont une partie au RdC de la cage I.

Un potentiel existe qui pourrait permettre de créer des surfaces supplémentaires et prendre en charge ainsi tout ou partie des travaux d'entretien à envisager à plus ou moyen terme (cf photo ci-dessous). Diverses études doivent être menées pour confirmer la création de ces surfaces (service de l'urbanisme de la Ville, étude structure et fondations bat.D et E).

Le Stationnement :

Le parc de stationnement de 147 places (d'après les plans remis) occupe 2 niveaux en sous-sol.

Une demande d'alimentation électrique de place de stationnement a été émise par le biais des enquêtes.

Le sujet est en cours de discussion au sein de la copropriété.

4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

4.2 - Contraintes réglementaires

Accessibilité des Personnes à Mobilité réduite (PMR) :

L'application de la norme PMR n'est pas obligatoire. Seule l'amélioration de l'accessibilité doit être envisagée en cas d'intervention sur les parties communes.

Actuellement l'accessibilité directe depuis la rue pour les logements des cages A et B et locaux d'activités à RdC n'est pas assurée puisque 1 marche (ou 2 selon le portillon choisi) sont à franchir avant les halls de cet accès.



L'accès reste toutefois possible par l'entrée correspondant au n°16 (cf photos ci-dessous) situé de plein pied depuis la rue. Un cheminement par les parties communes de la cage B permet de rejoindre au choix la cage A et les locaux d'activité sur rue.



Les différences de niveaux entre les cages d'escalier et l'extérieur (cages C à G) sont ensuite gérées par de petites rampes qui, bien que n'ayant pas forcément la pente réglementaires, facilitent l'accès aux Personnes à Mobilité Réduite.

Hormis les cages H et I, l'ensemble des halls ont une accessibilité PMR possible ou facilitée.



Cages H et I :

Le bâtiment étant semi-enterré, l'accessibilité PMR n'est pas possible sur les logements du RdC. Par ailleurs, ce bâtiment n'étant pas équipé d'ascenseur, c'est l'ensemble des logements qui se trouve inaccessible aux PMR.

Accès aux places de stationnement :

Les places de stationnement en sous-sol sont accessibles par les ascenseurs de la plupart des cages. Seules les cages H et I n'ont pas d'accès direct au parc de stationnement.



4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

4.2 - Contraintes réglementaires (Suite)

Acoustique (classement des voies) :

La rue de la Glacière est actuellement classée 38 dB (information à transmettre aux propriétaires concernés par un changement des menuiseries extérieures d'un LOGEMENT donnant sur la rue).



Carte des bruits

Sécurité Incendie :

Diverses situations constatées de la visite posent questions : fonctionnement de la porte de recoupement du parking, manque de signalétique, désenfumage des cages d'escalier.

La réalisation d'un bilan concernant la sécurité incendie doit être envisagé pour vérifier si des travaux doivent être engagés prioritairement.

4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

4.3 - Suggestions Etudes et Travaux divers pour la pérennisation du bâti

La résidence est en bon état tant du point de vue des façades que des parties communes.

Deux visites de l'opération ont permis de faire l'état des lieux des bâtiments de la résidence.

Ces visites nous ont permis de constater l'état : des façades de l'ensemble des bâtiments, de la toiture terrasse du bat. B, des parties communes des cages A, C, G et H, du sous-sol, de la chaufferie ainsi que 4 logements répartis dans la résidence.

Concernant l'état des colonnes (EU, EV, alimentation Eau et chauffage), les informations recueillies auprès du CS du syndic (intervention fréquentes, dégat des eaux, fuites..) et l'expérience que nous avons d'opérations similaires confirment la nécessité de programmer une intervention (visite caméra + changement par ordre de priorité).

Les façades :

Qu'elles soient en pierre ou en enduit, les façades sont en bon état général tant sur les parties courantes (murs extérieurs, tableaux de fenêtres..) que sur les points particuliers architecturaux : auvents sur entrée, nez de balcons, ...



Le revers de ce constat concerne l'amélioration énergétique qui pourra difficilement être envisagée sur des façades récemment rénovées comme celles des bâtiments de l'opération.

La 5^e façade (toitures terrasse) est probablement celle sur laquelle une amélioration peut être programmée à moyen terme. Leur réfection est à prévoir sans urgence (cf. photo).

Nota : Si des moteurs VMC sont posés en toiture des mises aux normes des acrotères/GC devront être envisagées.



Compte-tenu de la présence des acrotères, plusieurs solutions sont envisageables :

- 1 lisse fixée sur acrotère existante
- le modèle type garde-corps « lesté » (cf. photo ci-contre)



Nota : le coût estimé est hors amiante de l'étanchéité, pare-vapeur, relevées, fibro en VH de gaine,

Les Menuiseries extérieures :

Les initiatives individuelles aboutissent à la cohabitation, sur la résidence de plusieurs générations de fenêtres (d'origine : acier/Alu coulissant/Alu Ouvrant à la française ?/ PVC) et plusieurs types d'ouvrants (coulissant, allège fixe..).

Par ailleurs, les menuiseries des parties communes ainsi que celles des locaux communs (local gardien, salle de réunion, ...) sont des menuiseries d'origine (cf photo ci-dessous). Leur remplacement devrait améliorer la consommation de chauffage liée à ces locaux (cf. chapitre Préconisations Energétiques).

Il semble que la manipulation des anciennes menuiseries soit une nuisance acoustique pour les voisins. Leur remplacement devrait être encouragé à l'occasion de la présentation de ce rapport.



4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

4.3 - Suggestions Etudes et Travaux divers pour la pérennisation du bâti (Suite)



Nota 1 : Une attention particulière devra être portée pour que le choix des menuiseries performantes ne nuise pas à l'aspect architectural (couleur, épaisseur des profils..).

Un guide de préconisations d'ouvertures par type de baie (cuisine/chambre/jour) souhaitées pour le maintien de la cohérence architecturale des façades pourrait être réalisé à l'attention des co-proprétaires.

Nota 2 : La présence d'amiante dans les joints de vitrages et les panneaux type glasal existants entre les baies est probable. Seul un diagnostic avec prélèvement permettra de le déterminer.

Les parties communes :

Egalement en très bon état général (sol, murs, électricité..), leur amélioration peut toutefois être envisagée sur 3 points :

- Les portes des halls : Actuellement constituées de simples portes vitrées sur pivot, ces menuiseries anciennes génération contribuent aux déperditions énergétiques de l'ensemble bâti.
- Le hall G n'a pas de SAS et sa configuration ne permet pas cette amélioration (recul insuffisant pour une mise en place). La porte de cette cage devrait être envisagée en priorité. Idem pour l'entrée du hall B par le n°16 rue de la Glacière.
- La configuration des cages d'escalier n'est pas identique. Un système de désenfumage existe actuellement sur les cages A, B et G. Ce désenfumage entraîne des déperditions énergétiques importantes.



Le système pourrait être amélioré par la mise en place de lanterneaux (si débouché horizontal) ou fenêtre (si vertical) avec un asservissement au RdC sur détection de fumée au dernier étage.

Le bilan de sécurité incendie préconisé au chapitre « contraintes réglementaires » permettra de vérifier qu'aucune intervention n'est nécessaire sur les autres cages d'escalier.

Les locaux communs :

- Locaux Ordures ménagères :

RAS sauf problématique liée à la présence et l'usage des vide-ordures.

Les vide-ordure sont tous en service et leur suppression divise les co-proprétaires. Certaines trappes d'accès ont été condamnées dans les logements à l'initiative de leur propriétaire.

Aucune action n'est envisagée à ce jour sur les colonnes.

- Local Vélos :

Un local vélo existe à RdC. Bien qu'assez importante (60 m² env.) sa surface actuelle reste insuffisante (cf. 20 demandes issues des enquêtes).



Un 2^e local pourrait être mis en place à moindre coût (construction légère sans autorisation administrative si surface <20m² cf photos ci-dessous) pour répondre aux besoins exprimés.



4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

4.3 - Suggestions Etudes et Travaux divers pour la pérennisation du bâti (Suite)

Son implantation peut s'envisager dans le prolongement du local existant ou sur la partie d'espace libre située à l'extrémité de l'allée de desserte (cages H et I).

Nota : Voir si place disponible en sous-sol



La Signalétique :

La signalétique est absente sur un certain nombre de porte (ex. portes accès au sous-sol, porte local gaines techniques, VO...).

La mise en place de logos autocollants peut résoudre le problème à moindre frais.

Nota : Le bilan de sécurité incendie préconisé au chapitre « contraintes réglementaires » permettra de les localiser de manière exhaustive.

La gestion des Ordures Ménagères :

Les vide-ordure sont tous en service et leur suppression divise les co-propriétaires. Certaines trappes d'accès ont été condamnées dans les logements à l'initiative de leur propriétaire.

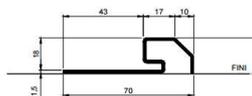
Aucune action n'est envisagée à ce jour sur les colonnes.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des OM depuis le logement • Evacuation instantanée des déchets • Gain de place dans la cuisine 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de tri sélectif ☹ • Tri sélectif à gérer (verre/carton/plastiques) • Nuisance sonore • Hygiène + cout des traitements anti cafards • Mobilisation des gardiens • Risque incendie • Conduit Amianté

Les parties privatives :

- **Les portes palières :**

L'isolation acoustique logement/partie commune pourrait être améliorée avec le changement des portes palières et la mise en place de seuil suisse (cf détail ci-dessous).



Les radiateurs :



La plupart des radiateurs sont d'origine. Leur état vieillissant réduit leur performance (embouage) et commence à poser des problèmes de fuite d'eau.

Il est important de programmer leur changement systématique et planifiant leur remplacement à court terme.

4 - Descriptif architectural et technique de l'existant

4.3 - Suggestions Etudes et Travaux divers pour la pérennisation du bâti (Suite)

Etat des colonnes (EU/EV, alimentation EF, ECS et chauffage) :

Toutes sont d'origine et posent des problèmes régulièrement (Interventions ponctuelles en urgence notamment dans les points bas (PH Sous-sol)).

Un changement progressif doit être envisagé (colonne + piquages) après sondage de l'ensemble des colonnes pour définir les interventions prioritaires.

L'estimation du nombre de gaines et colonnes du chiffrage est issue d'un calcul par extrapolation à partir des plans du Bat. B soit en moyenne : 4 colonnes de chauffage + 2 colonnes ECS + 1 colonne EF EC et 2 gaines* de chutes à démolir

* **Nota** : La configuration de certaines gaines peut nécessiter des reprises plus ou moins importantes dans les logements Le cout estimé dans le chiffrage est basé sur la configuration de 2 logements « type » hors travaux de décoration (dépose de mobilier, reprises de carrelage, peinture).

5 - Préconisations de travaux de réhabilitation architecturale et technique

En partant des pistes d'amélioration évoquées dans la partie précédente, nous avons défini un certain nombre de préconisations de travaux de réhabilitation architecturale pour la copropriété.

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble de ces préconisations avec le coût et la caractérisation associé.

La caractérisation distingue deux type de travaux : les travaux considérés comme "Inévitable" pour la pérennisation des bâtiments et ceux relevant de l'amélioration du "Confort" des occupants.

ID	Composant	Nature des travaux	Caractérisation	Coût brut
				En € HT
A-1	Toitures	Installation de garde-corps de sécurité	Inévitable	16 875 €
A-2	Parties communes	Mise en place d'une signalétique	Inévitable	15 000 €
A-3	Parties communes	Installation d'un local vélo extérieur ($\leq 20m^2$)	Confort	15 000 €
A-4	Parties privatives	Changement des portes palières des logements	Confort	325 000 €
A-5	Parties privatives	Remplacement des radiateurs (100%)	Inévitable	1 869 000 €
A-6	Parties privatives	Remplacement des colonnes EU/EV (100%)	Inévitable	601 250 €
A-7	Parties privatives	Remplacement des colonnes Eau Froide (100%)	Inévitable	195 000 €
A-7	Parties privatives	Remplacement des colonnes Eau Chaude (100%)	Inévitable	585 000 €
A-8	Parties privatives	Remplacement des colonnes Chauffage (100%)	Inévitable	1 105 000 €

En réunissant l'ensemble des travaux considéré comme "Inévitable" de la liste ci-dessus, nous avons établi un "scénario 0" pour le bâtiment. Ce scénario correspond aux besoins de travaux pour la pérennisation du bâti que la propriété doit effectuer en dehors de tout projet de rénovation énergétique.

L'investissement à engager pour la réalisation du "scénario 0" s'élève à 4 387 125 € HT.

6 - Examen énergétique de l'existant

Lors de la visite de site du 03/03/2017, nous avons pu apprécier l'état général de la copropriété. La partie qui suit s'attache à décrire cet état existant par composant (bâti et équipements) :

Murs extérieurs

Nature et description du composant

Les murs de façades et pignons des bâtiments sont de même constitution. Ils sont en **béton banché de 28 cm** d'épaisseur. Ils ne comportent **aucune isolation thermique**.

Les façades sur rue et sur cour du bâtiment A-G sont revêtues d'un parement de finition en pierre de 4 cm d'épaisseur. Pour les façades nord et sur le bâtiment H-I, la finition extérieure est en enduit simple.

De façon générale, les parois extérieures sont largement vitrées. On note la **présence de balcons filants sur l'ensemble de la façade sur cour du bâtiment A-G (cf. photo de gauche)**.



- Façade sur cour -



- Pignon "libre" (cage B)

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



Comme l'a révélé l'enquête, le **défaut d'isolation des façades est source d'inconfort dans les logements aussi bien en termes de nuisances acoustiques que thermiques**.

Néanmoins, étant donné la forte proportion de surfaces vitrées et la présence importante de balcons et garde-corps, il est difficile d'envisager un traitement systématique des murs extérieurs. En revanche, il **pourrait être judicieux d'isoler les pignons "libres" du bâtiment A-G** localisés sur les cages A et B.

Préconisations envisagées

Isolation thermique par l'extérieur des pignons "libres" (cages A et B)

Toitures

Nature et description du composant

Les toitures des bâtiments sont de type **toiture-terrasse inaccessible**. Elles sont constituées d'une dalle en béton de 20 cm d'épaisseur et d'un **complexe d'étanchéité sous gravillons**.

D'après le témoignage de certains occupants, **l'étanchéité a fait l'objet d'une réfection dans les années 2000**. Malgré l'absence de précision sur la nature de ces travaux, nous avons supposé que cette intervention avait permis l'isolation des toitures par un complexe estimé équivalent à 5 cm de polyuréthane, soit une résistance thermique $R = 2.17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.



- Etanchéité des terrasses -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



Les toitures sont en bon état général.

On note la prolifération d'herbes dans les zones les moins exposées qui pourraient nuire à l'étanchéité de la dalle.

Il pourrait être intéressant de **renforcer l'isolation de ces toitures** lors d'une future reprise de l'étanchéité des terrasses.

Préconisations envisagées

Renforcement de l'isolation des toitures-terrasses

6 - Examen énergétique de l'existant

Planchers bas

Nature et description du composant

Les planchers bas des logements sont de trois natures différentes :

- Les planchers bas du rez-de-chaussée sur locaux non chauffés (parking cf. photo ci-contre à gauche, caves)
- Les planchers bas donnant sur l'extérieur (passages sous les bâtiments cf. photo ci-contre à droite)
- Le plancher bas du bâtiment H-I sur terre-plein

D'après les plans et d'après notre examen visuel et quelque soit la nature du plancher, ces composants sont constitués d'une dalle de béton d'épaisseur 20 cm non isolée.



- Plancher bas sur parking -



- Passage sous bâtiment -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



Les planchers bas des bâtiments semblent en bon état général. L'examen visuel n'a pas révélé de défaut au niveau de ces composants.

En revanche, **aucun des planchers n'est isolé.** Nous proposons donc de **traiter les planchers accessibles (sur locaux non chauffés et sur l'extérieur) par une isolation projetée en sous-face de dalle de type flochage thermique.**

Préconisations envisagées

Flocage thermique des planchers bas donnant sur le sous-sol et sur l'extérieur

Murs sur locaux non chauffés

Nature et description du composant

Etant donné que les bâtiments ne comportent pas de sas d'entrée "étanches", **les circulations intérieures sont considérées comme des locaux non chauffés** au sens de la réglementation thermique (cf. Règles Th-U Fascicule 1).

Les murs intérieurs des bâtiments donnant sur locaux non chauffés sont donc par définition les murs des logements sur circulations. Ces parois sont principalement constituées en **maçonnerie de bloc béton d'épaisseur 19 cm non isolée.**



- Murs sur circulation -



- Trappe de désenfumage -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



Ce type de paroi ne semble pas présenter de pathologies particulières. Néanmoins, on peut noter qu'**aucun de ces murs n'est isolé.**

A première vue, il nous paraît peu envisageable de procéder à une isolation efficace de ces surfaces déperditives étant donné la configuration des lieux et la quantité de parois à traiter.

En revanche, nous avons noté la présence d'ouvertures de désenfumage en partie haute des cages A, B et G générant des courants d'air importants (effet de cheminée) à l'intérieur des circulations. Nous préconisons la fermeture de ces ouvertures par **la mise en place de trappes avec asservissement sur détection de fumée.**

Préconisations envisagées

Fermeture des ouvertures de désenfumage des cages A, B et G

6 - Examen énergétique de l'existant

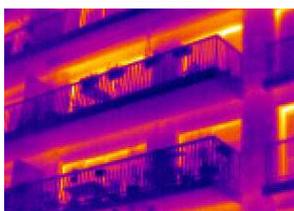
Menuiseries extérieures

Nature et description du composant

Les menuiseries extérieures des bâtiments sont de deux natures différentes :

- Les fenêtres d'origine à châssis en acier et simple vitrage (proportion \approx 25%)
- Les fenêtres rénovées à châssis alu et double vitrage (proportion \approx 75%)

La majorité des fenêtres est équipée de fermeture de type coffre de volets roulants en aluminium avec caisson bois ou métal.



- Fenêtre d'origine (haut)
et thermogramme (bas) -



- Fenêtre rénovée -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



Les menuiseries d'origine à simple vitrage représentent une source importantes d'inconfort et de déperditions thermiques dans les bâtiments. Il est nécessaire d'envisager leur remplacement.

De plus, certains occupants se sont plaints d'infiltrations d'air parasites au niveau des coffres de volets roulants. La thermographie ci-dessus illustre bien ce phénomène. On y observe que les déperditions thermiques des façades se font essentiellement par les châssis des fenêtres et également en partie haute au niveau des coffres de volets roulants. A terme, nous préconisons donc le **remplacement des coffres existants par des caissons isolants limitant les infiltrations d'air parasites**.

Préconisations envisagées

Remplacement des fenêtres d'origine et coffres de volets roulants existants

Portes extérieures et intérieures sur locaux non chauffés

Nature et description du composant

Etant donné que les circulations intérieures sont considérées comme des locaux non chauffés au sens de la réglementation thermique, **les seules portes sources de déperditions thermiques "directes" sont les portes palières des logements.**

Ces portes intérieures sont de type isoplane en acajou.



- Porte palière de logement -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



D'après examen visuel, les portes palières des logements sont en bon état général.

Afin d'améliorer le confort intérieur des parties communes et diminuer les déperditions thermiques des logements vers les circulations, **nous préconisons le remplacement des portes intérieures de hall ou porte extérieure lorsqu'il n'y a pas de SAS (dans le cas de la cage G par exemple) par des menuiseries étanches et isolantes.**

Préconisations envisagées

Remplacement des portes intérieures de hall par des menuiseries étanches et isolantes

6 - Examen énergétique de l'existant

Production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS)

Nature et description du composant

La production de chauffage et d'eau chaude sanitaire est assurée par une **chaufferie collective située au sous-sol des bâtiments**.

La **chaufferie est constituée de trois chaudières gaz De Dietrich de puissance unitaire 928 kW** : 2 chaudières de type GT 516 datant de l'an 2000 et 1 chaudière de type 530-16 remplacée en 2014.

La **production d'eau chaude sanitaire est assurée par un préparateur instantané** (échangeur à plaques). Un ballon de 2000 litres servait initialement de stockage (cf. photo ci-contre) permettant de limiter le déclenchement des chaudières. Ce ballon est actuellement déconnecté de l'installation.



- Chaudières gaz -



- Production d'ECS -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



La chaufferie a fait l'objet d'un audit par la société Ingediatec courant 2015. D'après la conclusion de cet audit et en accord avec ce que nous avons pu observer, **les installations sont en bon état de fonctionnement**. Elle est suivie par l'entreprise Delostal et Thibaut avec un contrat de maintenance de type P2 et aucun gros travaux n'est à prévoir. Toutefois, il pourrait être judicieux de remettre en service le stockage ECS et **mettre en place une récupération de chaleur par condensation sur les fumées** afin d'augmenter le rendement de la production.

Préconisations envisagées

Système de récupération de chaleur par condensation sur la chaufferie gaz collective

Distribution de chauffage et d'eau chaude sanitaire (ECS)

Nature et description du composant

Le chauffage et l'ECS sont distribués depuis la production de chaleur par des **réseaux de canalisation calorifugés**.

Dans le cas de l'ECS, la distribution consiste en un simple bouclage.

Pour le chauffage, la distribution est de type bi-tube. Un réseau "primaire" circulant en plancher haut du 1er niveau de sous-sol dessert des colonnes alimentant les radiateurs de chaque logement verticalement.

L'équilibrage entre chaque colonne montante est réalisé par des vannes d'équilibrage statique de type vanne TA.

Des pompes de distribution en tête de réseau maintiennent la pression nécessaire à la circulation des fluides : un jeu de **circulateurs à rotor noyé jumelés pour le réseau ECS et deux pompes de distribution sur socle pour le réseau de chauffage** : Une pompe "ancienne" à vitesse constante et une pompe équipée d'un variateur de fréquence remplacée récemment.



- Vanne d'équilibrage TA -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



D'après les retours d'enquête, le réseau de chauffage semble déséquilibré. Nous conseillons donc de **procéder à une reprise complète de l'équilibrage de ce réseau de distribution en remplaçant les vannes d'équilibrage existantes par des organes d'équilibrage dynamique**. Ce ré-équilibrage permettra de réduire la température de consigne de chauffage d'environ 1°C.

En parallèle, nous préconisons de **remplacer la pompe "ancienne" par une pompe à variation de fréquence et adapter le système pour un fonctionnement à débit variable et maintien de pression différentielle**.

Préconisations envisagées

Equilibrage dynamique du réseau de distribution de chauffage comprenant le remplacement des vannes existantes et installation d'une pompe à débit variable au départ du réseau de distribution de chauffage

6 - Examen énergétique de l'existant

Emission du chauffage

Nature et description du composant

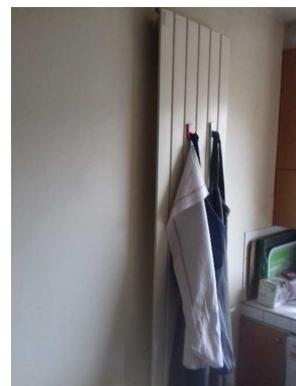
A l'intérieur des logements, le chauffage est émis par des radiateurs à eau chaude. Les équipements rencontrés sont de deux types :

- Radiateurs acier à ailettes (cf. photo en bas ci-contre)
- Radiateurs panneaux en acier (cf. photo en haut ci-contre)

La plupart des radiateurs sont d'origine (1965). Toutefois, certains d'entre eux ont été remplacés et sont donc à l'état neuf.



- Radiateur à ailettes -



- Radiateur panneau -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



Les radiateurs d'origine sont dans un état vieillissant (cf. paragraphe 4.3 - Parties privées).

Préconisations envisagées

-

Régulation du chauffage

Nature et description du composant

Il y a deux niveaux de régulation du chauffage :

- la régulation de la température de départ des réseaux
- la régulation terminale à l'intérieur des logements

Au départ de la distribution de chauffage, le réseau est équipé d'une vanne trois voies asservie à une **courbe de chauffe régulant la température de départ en fonction de la température extérieure** grâce à une sonde de température extérieure.

A l'intérieur des logements, **les radiateurs sont pour la plupart équipés de vanne de réglage simple** (cf. photo en haut ci-contre). Certains occupants ont ponctuellement mis en place des robinets à tête thermostatique sur leurs radiateurs (cf. photo en bas ci-contre).



Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



Concernant la régulation de départ, il n'y a a priori aucun défaut à signaler. La régulation fonctionne correctement.

Au niveau des logements, **la régulation terminale n'est pas maîtrisée**. Les robinets actuels ne permettent pas un réglage adapté de la température intérieure. Nous préconisons la mise en place systématique de robinets à tête thermostatique.

Préconisations envisagées

Mise en place de robinets à tête thermostatique

6 - Examen énergétique de l'existant

Ventilation

Nature et description du composant

Dans le cas des pièces "sèches" (séjour, chambre, ...), le renouvellement d'air se fait par ouverture de fenêtres. Il n'y a aucun système de ventilation.

Dans les pièces "humides" (WC, SdB, cuisine), le principe du renouvellement d'air est de type ventilation statique par tirage naturel.

Chaque pièce dispose d'une grille d'entrée d'air en partie basse et d'une grille de reprise en partie haute. L'air neuf et l'air vicié circulent dans deux conduits distincts de type shunt en opposition.

Dans le cas particulier des cuisines, l'air neuf pénètre dans les logements par des grilles disposées en façade.



- Grilles d'entrée d'air (bas) et de reprise (haut) -



- Sorties de conduits shunt en toiture -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



D'après les retours d'enquête, la ventilation des logements fonctionne correctement. Néanmoins, les débits d'air ne sont pas maîtrisés ce qui peut occasionnellement être source d'inconfort et surtout être à l'origine d'importantes déperditions thermiques en hiver.

Nous proposons donc de mettre en oeuvre une ventilation mécanique de type hybride hygroréglable de type A. Pour cela, il sera nécessaire de créer des entrées d'air dans les pièces "sèches".

Préconisations envisagées

Mise en œuvre d'une ventilation mécanique hybride hygroréglable de type A

Eclairage des parties communes

Nature et description du composant

Parmi l'éclairage des parties communes, on distingue l'éclairage des circulations au rez-de-chaussée et en étage de l'éclairage des sous-sols (parkings et caves).

Dans le premier cas (circulations), l'éclairage a fait l'objet d'une réfection récente. Les équipements sont de type LED avec allumage par détection de présence.

Dans le second cas (caves et parkings), les équipements sont de type tube fluorescent T8 sur balast électromagnétique.



- Eclairage des circulations -



- Tube fluorescent -

Etat général, problèmes d'usages éventuels et pistes d'amélioration



L'éclairage des circulations au rez-de-chaussée et en étage est à l'état neuf. La détection de présence permet une gestion optimisée de son fonctionnement.

Toutefois, il semblerait que la temporisation soit par endroit un peu longue à se déclencher. Il serait donc utile de procéder à une vérification du réglage des équipements.

Pour les caves et parkings, les équipements sont aussi en bon état. On note qu'une détection de présence pourrait être plus confortable qu'une minuterie pour l'éclairage de ces locaux.

Préconisations envisagées

-

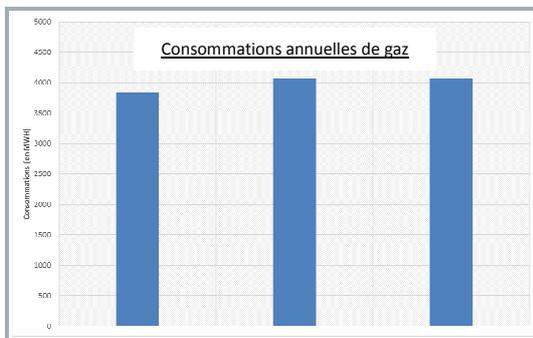
7 - Analyse de la performance énergétique de l'existant

7.1 - Analyse des consommations réelles du site - Gaz

Comme vu dans la partie précédente, la production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) de la résidence est assurée par une chaufferie gaz collective.

Afin d'analyser les consommations de chauffage et d'ECS de la résidence, la syndic nous a transmis l'ensemble des factures mensuelles de gaz sur les trois dernières années :

Gaz	Année			Moyenne
	2014	2015	2016	
Consommations de gaz (en MWh)	3 831	4 060	4 064	3 985
Dépenses (en € TTC)	210 663 €	202 894 €	212 069 €	208 542 €
Coût du combustible (en c€ TTC/kWh)	55 €	50 €	52 €	52 €
Dépenses (en € TTC/m ² SHAB)	11 €	10 €	11 €	11 €



Graphiquement, on constate que les consommations de gaz ont légèrement augmenté de 2014 à 2015. Cette augmentation s'élève à environ 6%. Les consommations de gaz de 2015 et 2016 sont quasi identiques.

En moyenne, les consommations de gaz des trois dernières années sont de 3946 MWh/an avec un écart-type de 3%.

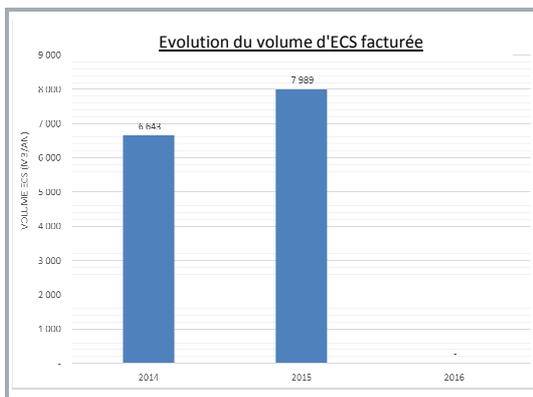
Paradoxalement, alors que les consommations énergétiques ont augmenté entre 2014 et 2015, la facture énergétique elle a diminué. Ceci tient au fait que le contrat gaz a changé au cours de cette période.

Jusqu'au mois d'Avril 2014, la copropriété souscrivait un contrat gaz auprès de GDF Suez de type B2S avec un tarif réglementé. Ce contrat a évolué en un contrat de type "Formule Prix fixe" avec un coût du kWh gaz plus avantageux qu'auparavant.

Par ailleurs, le tableau ci-dessus indique une augmentation de la facture entre 2015 et 2016. Cette évolution de la dépense énergétique est due à l'augmentation de la Taxe Intérieure sur la Consommation de Gaz Naturel (TICGN).

7.2 - Analyse des consommations réelles du site - Eau Chaude Sanitaire (ECS)

ECS	Année			Moyenne
	2014	2015	2016	
Volume d'eau facturée (en m ³)	6 643	7 989	-	7 316
Volume d'eau facturée (en l/j/hab)	22	27	-	25
Consommations de gaz associée (en MWh)	656	789	-	723
Dépenses (en € TTC/an)	47 290 €	42 515 €	- €	44 902 €
Dépenses (en € TTC/an/hab)	58 €	52 €	- €	55 €



Les volumes d'eau facturés sont issus des relevés annuels de compteur individuel d'eau chaude sanitaire par logement. Ces volumes nous ont été transmis par le syndic pour les années 2014 et 2015. L'année 2016 est manquante.

A partir de ces volumes, nous avons pu estimer les consommations de gaz pour la production d'ECS en considérant une température moyenne d'eau chaude de 50°C à l'entrée du logement et un rendement global de l'installation de 47 % (calculé selon la méthode 3CL-DPE avec un rendement de génération de 90% et un rendement de distribution de 52%).

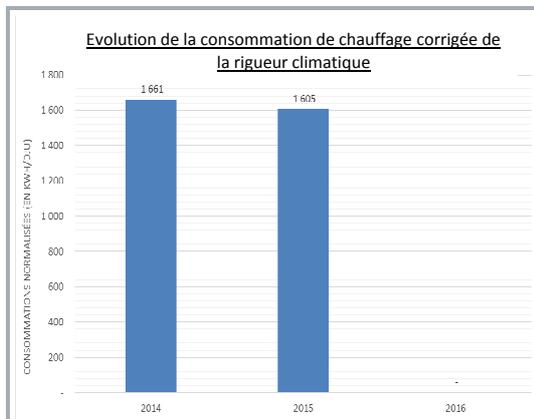
Par ailleurs, en faisant l'hypothèse d'occupation suivante : 1 personne pour un T1, 2 pour un T2, 3 pour un T3, ..., nous avons pu évaluer le volume moyen d'ECS consommé par habitant et la dépense annuelle associée.

Ainsi, la consommation moyenne d'ECS s'élève à 25 litres/jour/habitant ce qui est relativement faible.

7 - Analyse de la performance énergétique de l'existant

7.3 - Analyse des consommations réelles du site - Chauffage

Chauffage	Année			Moyenne
	2014	2015	2016	
Consommations de gaz (en MWh)	3 175	3 271	-	3 223
Rigueur du climat (DJU Station Météo : Paris-Montsouris)	1 911	2 038	2 285	2 078
Ratio (en kWh/DJU)	1 661	1 605	-	1 633
Dépenses (en € TTC)	174 582	163 467	-	169 024
Dépenses (en € TTC/m ² SHAB)	9	8	-	9



Les consommations de gaz pour le chauffage de la résidence ont été déterminées à partir des factures globales après déduction des consommations de combustible attribuées à la production d'ECS (cf. paragraphe suivant).

Pour chaque année hormis 2016, nous avons pu ramener la consommation de chauffage ainsi déduite à la rigueur climatique (DJU) afin de pouvoir comparer les consommations d'une année à l'autre.

En moyenne, le ratio "Consommations/DJU" s'élève à 1 633 kWh/DJU/an avec un écart-type de 2% ce qui signifie que les consommations de gaz pour le chauffage sont relativement constantes.

A titre informatif, le coût moyen du combustible gaz s'élève à 5,2 c€ TTC/kWh. Ainsi, pour un logement de 80 m², le coût de la facture énergétique de chauffage est d'environ 700 € TTC/an.

7.4 - Analyse des consommations réelles du site - Electricité des parties communes

Electricité	Année			Moyenne
	2014	2015	2016	
Consommations (PC) P = 144 kVA (en kWh)	210 069	205 140	201 518	205 576
Consommations (Loge) P = 6 kVA (en kWh)	2 434	3 320	2 673	2 809
Consommations totales (en kWh)	212 503	208 460	204 191	208 385
Dépenses (en € TTC)	29 444 €	€ 28 428	€ 28 994	€ 28 955
Dépenses (en € TTC/m ² SHAB)	11,0 €	10,7 €	10,5 €	10,7 €

Les consommations d'électricité des parties communes ont été analysées à partir des factures transmises par le syndic.

Ces factures concernent deux compteurs distincts relatifs à deux abonnements différents :

- 1) Un abonnement chez Engie de type Maîtriz'Elec Energie Fixe Moyenne Utilisation pour l'alimentation des parties communes (Puissance souscrite = 144 kVA)
- 2) Un abonnement chez EDF de type tarif Bleu option Base (Puissance souscrite = 6 kVA) dédié à la loge gardien

D'après le tableau ci-dessus, la consommation d'électricité totale (pour les parties communes et la loge gardien) s'élève en moyenne à 208 MWh/an avec un coût moyen de 13,9 c€ TTC/kWh.

En analysant les factures d'électricité des parties communes (abonnement Engie), nous avons constaté que la puissance maximale atteinte en 2015 et 2016 n'excédait jamais plus de 45 kVA. Or, la puissance souscrite s'élève à 144 kVA. Il pourrait être judicieux de revoir cette puissance souscrite à la baisse auprès afin de diminuer les frais fixes liés à cet abonnement à condition de ne pas augmenter les appels de puissance électrique (ex : création de bornes de recharge pour véhicule électrique, ...).

7 - Analyse de la performance de l'existant

7.4 - Calcul conventionnel des consommations énergétiques (cf. Annexe A2.1)

Afin d'évaluer la performance énergétique de la résidence dans son état actuel, nous avons réalisé une simulation des consommations énergétiques selon la méthode de calcul définie par la réglementation thermique des bâtiments existants (cf. Annexe A2.1) par bâtiment. Les résultats détaillés de ce calcul sont synthétisés dans le tableau suivant :

Détails des consommations énergétiques conventionnelles (selon la méthode Th-C-E ex)

Poste de consommation	Consommations réglementaires (en KWhep/m² SHON/an)		Total (en MWh/ep/an)
	Bâtiment A-G	Bâtiment H-I	
Chauffage	142,8	172,0	3 084,0
Eau Chaude Sanitaire	30,6	38,2	662,5
Refroidissement	-	-	-
Eclairage	6,3	6,5	52,3
Auxiliaires	12,0	12,3	99,7
Total	Cep = 191,8	Cep = 229,0	3 899

Les résultats du calcul sont présentés poste par poste selon les 5 usages de la RT et sous deux formats :

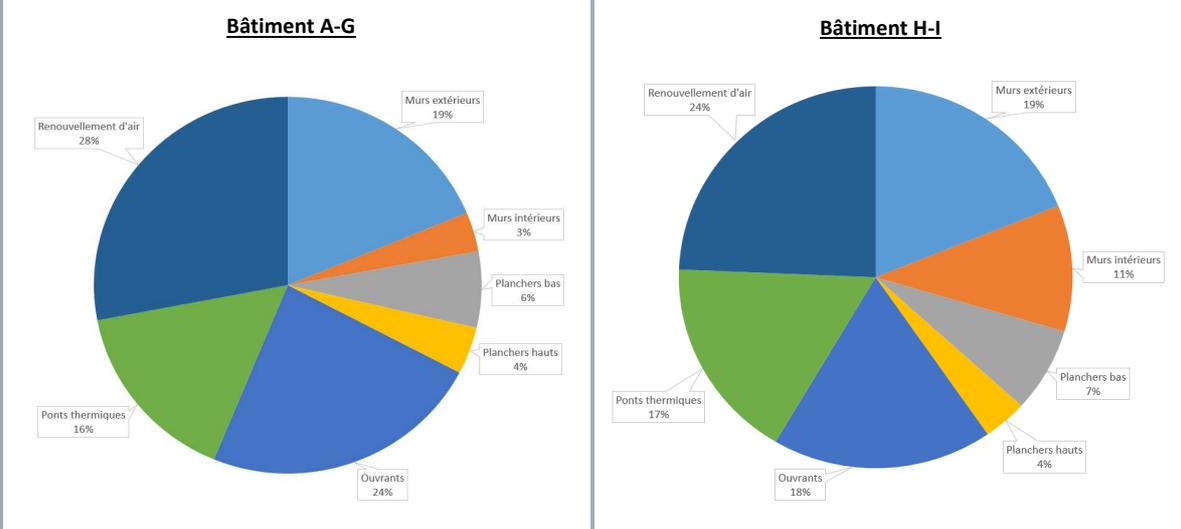
- Un ratio en kWh/an d'énergie primaire rapporté au m² de SHON par bâtiment
- Une consommation annuelle globale en MWh d'énergie finale

Ces résultats montrent que **le chauffage représente le poste de consommations énergétiques le plus énergivore pour chacun des deux bâtiments (respectivement 74% du coefficient Cep pour le bâtiment A-G et 75% pour le bâtiment H-I).**

Nota : Le coefficient Cep constitue un indicateur de la performance énergétique globale du bâtiment prenant en compte l'ensemble des postes de consommation de la RT.

7.5 - Répartition des déperditions thermiques des bâtiments

Au cours du calcul conventionnel, nous avons établi une répartition des déperditions thermiques des bâtiments. Cette répartition est présentée ci-dessous pour le bâtiment A-G d'une part et pour le bâtiment H-I d'autre part :



D'après le diagramme ci-dessus, on observe que **71% des déperditions thermiques du bâtiment A-G se répartissent sur seulement trois postes** parmi les pertes dues au renouvellement d'air (28%), les déperditions par les ouvrants (24%), avec notamment les fenêtres et porte-fenêtres simple vitrage d'origine, et celles par les murs extérieurs (19%) qui sont non isolés.

Comme vu au § 6, nous rappelons que le système de ventilation engendre un renouvellement d'air important et non maîtrisé qui est à l'origine de fortes déperditions thermiques en période de chauffe.

De la même manière que pour le bâtiment A-G, on constate que **72% des déperditions thermiques du bâtiment H-I sont dues aux murs (30%), au renouvellement d'air (24%) et aux ouvrants (18%).**

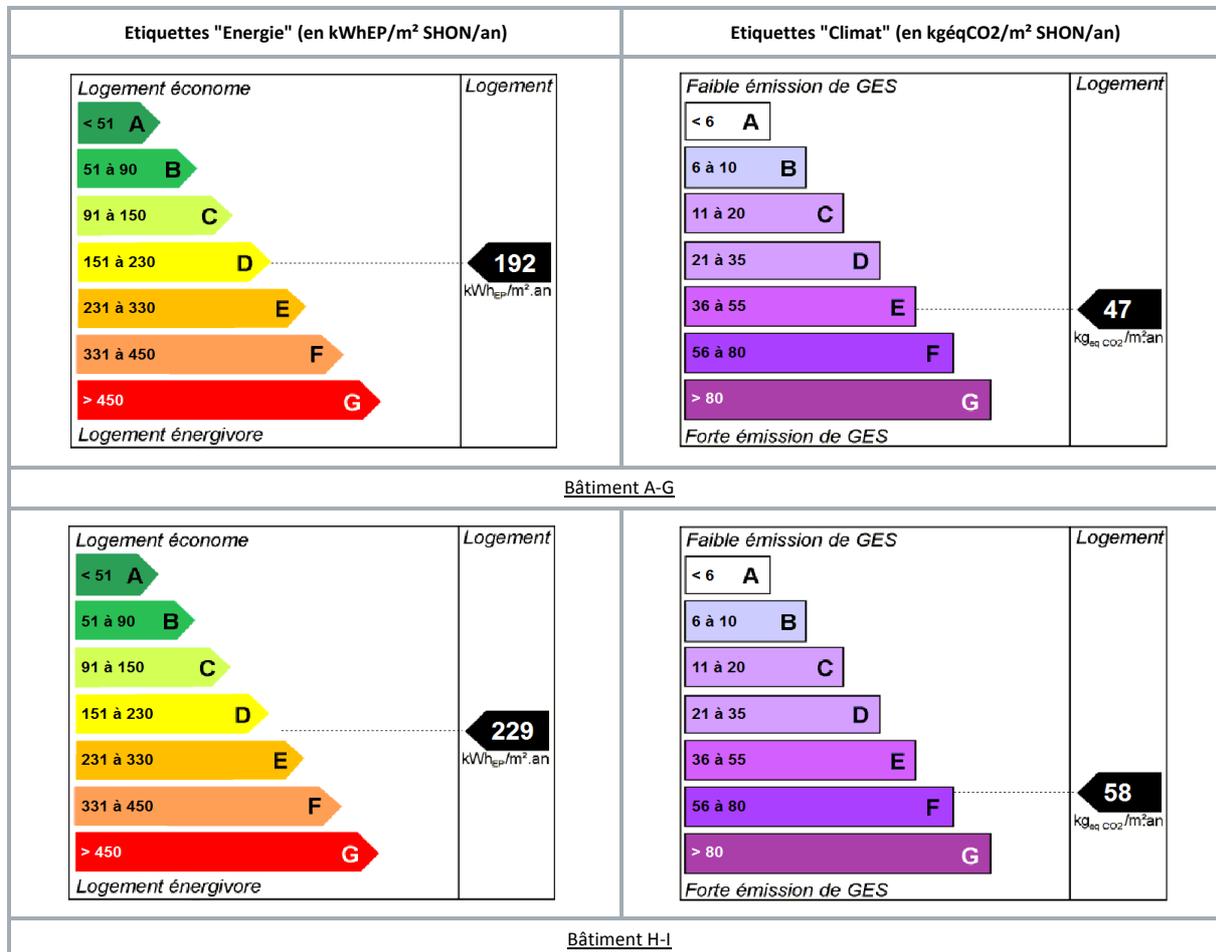
En revanche, on note que la part des ouvrants est légèrement plus faible que dans le cas du bâtiment A-G. Ceci tient au fait que le bâtiment ne possède qu'une seule façade vitrée.

A l'inverse, la part des murs intérieurs est beaucoup plus élevée car leur surface est en proportion beaucoup plus importante que dans le bâtiment A-G.

7- Analyse de la performance de l'existant

7.6 - Etiquettes Energie et Climat

A partir des résultats du calcul conventionnel établi précédemment (§ 7.5), nous avons pu établir les étiquettes "Energie" et "Climat" de l'existant en distinguant chaque bâtiment :



7.7 - Calcul des consommations énergétiques théoriques (cf. Annexe A2.2)

En parallèle du calcul conventionnel, nous avons mené une seconde simulation des consommations énergétiques des bâtiments. Cette simulation axée uniquement sur les consommations de chauffage et d'ECS a été réalisée avec une méthode de calcul comportementale comme décrit en Annexe A2.2. **L'objectif de ce calcul est de définir un modèle physique du bâtiment permettant d'évaluer les économies d'énergie après travaux** de manière plus réaliste et adaptée à nos bâtiments et à l'usage qui en est fait (hypothèses spécifiques).

Détails des consommations énergétiques théoriques (selon une méthode comportementale)

Poste de consommation	Consommations (en MWh/an)		Ecart (%)	Emission de GES (tonnes _{eq} CO ₂ /an)	Ces résultats ont été obtenus en posant les hypothèses suivantes :
	Simulées sous WinPTZ	Réelles moyennes			
Chauffage	3 304	3 223	3%	773	<ul style="list-style-type: none"> Température moyenne intérieure : 19 °C Taux de renouvellement d'air : 0.8 vol/h Volume moyen d'ECS à 50°C : 7316 m3/an Rendement de distribution de l'ECS : 52.2%*
Eau Chaude Sanitaire (ECS)	713	723	-1%	167	
Total	4 017	3 946	2%	940	

* (Valeur issue de la méthode 3CL-DPE : cas d'un réseau isolé)

L'écart entre les consommations simulées et réelles est inférieur à 10% dans chaque cas. Nous pouvons donc considérer notre modèle physique comme étant fiable.

8 - Simulation thermique dynamique du confort d'été des logements

D'après les résultats de l'enquête (cf. § 3), certains occupants de la résidence se plaignent du confort d'été de leur logement. Sur 66 enquêtes retournées, 20 personnes ont mentionné avoir été exposé à des phénomènes de surchauffe de leur logement.

Les logements concernés par ce phénomène se situent uniquement dans le bâtiment A-G et sont principalement localisés dans les étages supérieurs à partir du R+3 jusqu'aux derniers niveaux.

Afin d'éclaircir cette problématique et palier à ce phénomène, nous avons mené une simulation thermique dynamique du confort d'été des bâtiments.

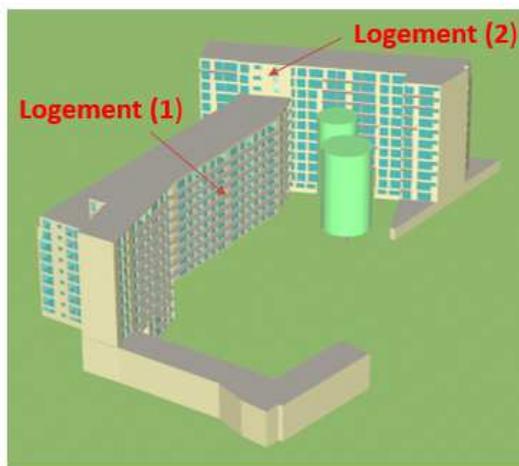
La simulation a été menée avec le logiciel Comfie-Pléiades distribué par la société Izuba Energies en utilisant les données météo de la station Paris-Montsouris (source : Meteonorm V7 - Période de rayonnement : 1991-2010 - Période de température : 2000-2009). Chacun des bâtiments a été modélisé à partir des plans architecte de la résidence dans l'outil de saisie Alcyone.

En s'appuyant sur les retours d'enquête nous avons choisi de focaliser notre étude sur deux logements représentatifs de l'ensemble des cas de surchauffe.

Il s'agit de deux logements traversants de type T4 et T6 situés respectivement Cage E au R+5 et Cage B au R+11 d'une surface habitable d'environ 100 m² dans les deux cas.

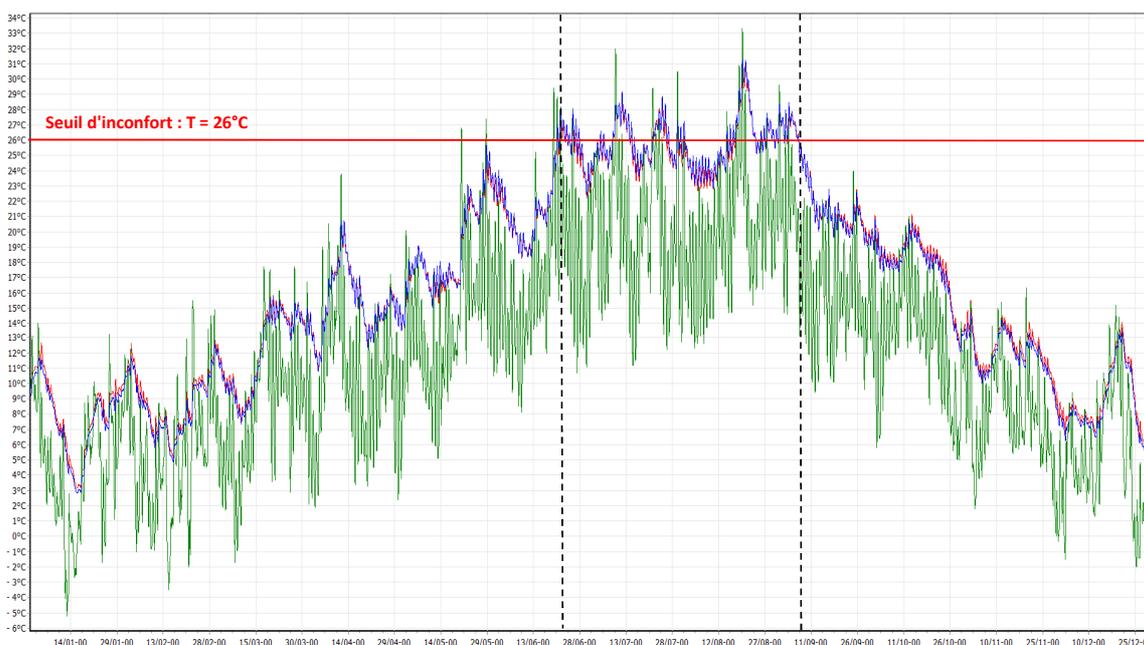
Pour chacun de ces logements, une première simulation a été effectuée en ne considérant aucune protection solaire (hormis la présence des masques proches : balcons, arbres ...) et sans profiter de la possibilité de rafraîchir le logement en ouvrant les fenêtres pendant la nuit (rafraîchissement naturelle par surventilation nocturne).

Le but de cette première simulation est de constater dans quelle mesure les logements étudiés sont soumis au phénomène de surchauffe (i.e. le nombre d'heure par an où la température intérieure dépasse les 26°C).



- Modélisation 3D des bâtiments sous Alcyone -

Le graphique ci-dessous fait apparaître l'évolution de la température intérieure de chacun des logements (en bleu et rouge) au cours de l'année ainsi que la température extérieure (en vert) :



Nota : Pour chacun des logements, la simulation prend en compte la présence constante de deux personnes et suppose des apports internes constants de 1.75 W/m² dus au fonctionnement d'équipements électriques.

8 - Simulation thermique dynamique du confort d'été des logements

D'après le graphique de la page précédente, on remarque que l'évolution de la température intérieure est quasi identique d'un logement à l'autre.

Par ailleurs, on constate que, sans dispositif de protections et autres mesures, la température intérieure des logements dépasse à plusieurs reprises le seuil d'inconfort fixé à T = 26° C entre le 17/06 et le 11/09.

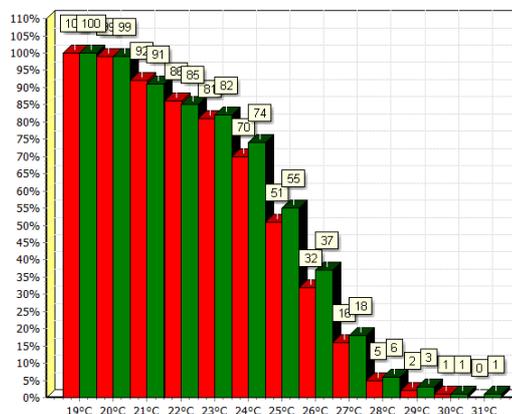
Les histogrammes ci-contre indiquent la répartition des températures atteintes en nombre d'heures entre le 17/06 et le 11/09 pour chacun des deux bâtiments.

L'histogramme en rouge concerne le logement du 6ème étage de la cage E (1) et celui en vert celui du dernier étage de la cage B (2).

Graphiquement, on observe que le seuil d'inconfort est dépassé pendant plus de 56 heures/an pour le logement (1) et 66 heures/an pour le logement (2).

Les températures maximales sont atteintes le 19 Août avec respectivement 30°C pour le logement (1) et 31°C pour le logement (2).

En conclusion, le logement du dernier étage semble être légèrement plus défavorisé que celui situé en étage intermédiaire.



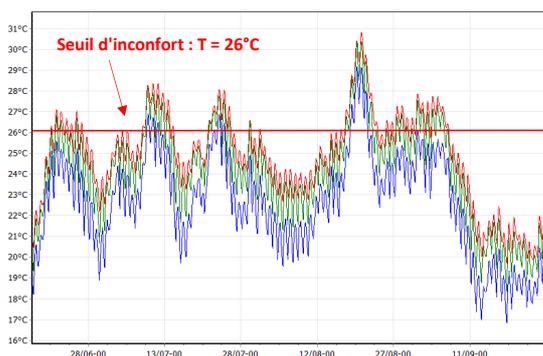
- Cumul des températures atteintes entre le 17/06 et le 11/09 -

Afin de diminuer ce phénomène de surchauffe dans les logements, il est vivement conseillé d'utiliser les protections solaires dès que le soleil touche les surfaces vitrées, garder ses protections fermées en cas d'absence pendant la journée et assurer une bonne ventilation du logement pendant la nuit pour profiter du rafraîchissement nocturne. Naturellement, l'impact de ces mesures sur le confort des logements est d'autant plus important qu'il y a d'occupants qui les mettent en oeuvre (cf. Annexe 3 - Gestes Verts).

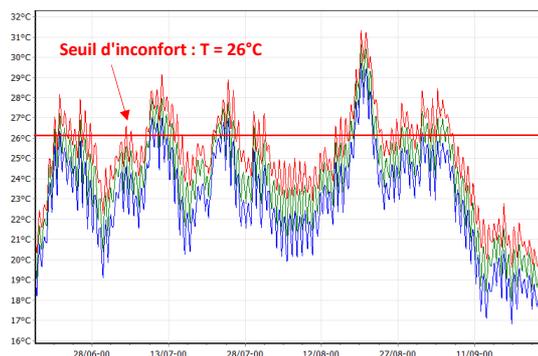
Pour illustrer ce principe, nous avons réalisé deux simulations pour chacun des deux logements. La première simulation montre l'impact de l'utilisation des protections solaires en journée et surventilation nocturne à l'échelle d'un logement tandis que la seconde met en oeuvre ces mesures pour l'ensemble des logements du bâtiment.

Les simulations ont été réalisées en considérant un scénario d'occultation des fenêtres par volets roulants à 80% fermés en journée entre 12h et 18h et un scénario de surventilation nocturne par ouverture de fenêtres avec un renouvellement d'air estimé à 3 vol/h entre 17h et 7h du matin.

Les graphiques ci-dessous illustrent les résultats de simulation en montrant l'évolution de la température intérieure des logements entre le 17/06 et le 11/09 pour chacun des deux logements et en faisant apparaître la cas "sans dispositif de protections et autres mesures" (en rouge), le cas avec "mesures individuelles" (en vert) et le cas avec "mesures généralisées" (en bleu) :



- Evolution de la température intérieure du logement (1) -



- Evolution de la température intérieure du logement (2) -

Pour le logement en étage intermédiaire de la cage E (1), le seuil d'inconfort est dépassé 11 h/an dans le cas de "mesures individuelles" et 5 h/an dans le cas de "mesures généralisées".

Pour le logement du dernier étage de la cage B (2), le seuil d'inconfort est dépassé 10 h/an dans le cas de "mesures individuelles" et 5 h/an dans le cas de "mesures généralisées".

En conclusion, on constate qu'il est possible de maintenir une température convenable dans les logements tout au long de l'année sans avoir recours à un système de climatisation mais simplement en mettant en place des bonnes pratiques : utiliser les protections solaires en journée et rafraîchir son logement pendant la nuit.

9 - Préconisations de travaux de réhabilitation énergétique

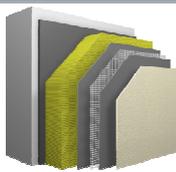
En partant des pistes d'amélioration évoquées dans la partie 6, nous avons défini un certain nombre de préconisations de travaux de réhabilitation énergétique pour le bâtiment.

Ces préconisations sont présentées ci-après sous forme d'encadré comportant les éléments suivants :

- 1) Le composant concerné ;
- 2) Une description qualitative des travaux envisagés ;
- 3) L'investissement en euros hors taxes et hors subventions ;
- 4) Le gain sur les factures de gaz et d'électricité ;
- 5) L'impact sur le confort des occupants ;
- 6) Les performances "Energie" et "Climat" après travaux selon la méthode de calcul réglementaire (Th-C-E ex) ;
- 7) Le degré d'urgence de réalisation des travaux.

L'échelle de degré d'urgence comporte trois échelons : **Urgent/Moyen/Long**

Ces échelons se rapportent à la fois à la rentabilité à plus ou moins long terme des travaux et à la cohérence dans l'ordre de réalisation des travaux. Ceci permet de définir des priorités sur les actions à mettre en oeuvre.

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence	
E-1	Murs extérieurs	Isolation par l'extérieur des pignons "libres" (cages A et B)		Long	
<u>Description qualitative</u>		Mise en oeuvre d'une isolation thermique par l'extérieur (ITE) sur les pignons des cages A et B avec finition par enduit. Complexe de type STO Therm Classic ou équivalent avec isolant en laine de roche de type Isover TH 36 ($\lambda = 0,036 \text{ W/m.K}$) Epaisseur d'isolant préconisé : 140 mm, soit R = 3,85 m².K/W			
<u>Investissement</u>		91 576 € HT			
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	3 774 €/an	Electricité	0 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		+ : Le confort des logements donnant sur les pignons traités sera sensiblement amélioré			
<u>Performance</u>		Energie		Climat	
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G	E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I	E

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence	
E-2	Toitures	Renforcement de l'isolation des toitures-terrasses		Long	
<u>Description qualitative</u>		Réfection de l'étanchéité de chaque toit-terrasse avec complexe d'étanchéité incorporant un isolant thermique de type EFIGREEN DUO de chez SOPREMA ou équivalent Epaisseur d'isolant préconisé : 120 mm, soit une résistance thermique R = 5.45 m².K/W			
<u>Investissement</u>		493 677 € HT			
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	1 570 €/an	Electricité	0 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		+ : Les occupants des derniers étages noteront une amélioration du confort de leur logement			
<u>Performance</u>		Energie		Climat	
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G	E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I	E

9 - Préconisations de travaux de réhabilitation énergétique

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence
E-3	Planchers bas	Flocage thermique des planchers bas donnant sur l'extérieur		Moyen
<u>Description qualitative</u>		Flocage de la sous-face des planchers bas des logements donnant sur l'extérieur (hall et passages vers cour) par un revêtement isolant de type Promaspray T de chez PROMAT. Epaisseur d'isolant préconisé : 130 mm, soit une résistance thermique R = 3.15 m².K/W		
<u>Investissement</u>		41 324 € HT (compris dépose et repose des faux-plafonds)		
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	2 062 €/an	Electricité 0 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		+ : Le confort des logements donnant sur ces planchers sera sensiblement amélioré		
<u>Performance</u>		Energie		Climat
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I F

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence
E-4	Planchers bas	Flocage thermique des planchers bas donnant sur le sous-sol		Moyen
<u>Description qualitative</u>		Flocage de l'intégralité des planchers bas des logements donnant sur le premier niveau de sous-sol y compris retombées de poutres par un revêtement isolant de type Promaspray T de chez PROMAT Epaisseur d'isolant préconisé : 130 mm, soit une résistance thermique R = 3.15 m².K/W		
<u>Investissement</u>		163 826 € HT		
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	9 213 €/an	Electricité 0 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		+ : Les occupants du rez-de-chaussée noteront une amélioration du confort de leur logement		
<u>Performance</u>		Energie		Climat
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I F

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence
E-5	Menuiseries extérieures	Remplacement des fenêtres d'origine par des menuiseries extérieures à double vitrage		Long
<u>Description qualitative</u>		Remplacement de l'intégralité des baies vitrées et fenêtres d'origine des logements et parties communes par des menuiseries extérieures à châssis alu et double vitrage 4/16/4 à isolation renforcée Coefficient thermique des menuiseries : Uw = 1.7 W/m².K Facteur solaire : Sw = 0.45		
<u>Investissement</u>		772 400 € HT		
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	24 333 €/an	Electricité 0 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		++ : Le confort des logements visés sera nettement amélioré (diminution de l'effet de paroi froide)		
<u>Performance</u>		Energie		Climat
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I E

9 - Préconisations de travaux de réhabilitation énergétique

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence	
E-6	Menuiseries extérieures	Remplacement des coffres de volets roulants existants		Long	
<u>Description qualitative</u>		Remplacement de l'intégralité des coffres de volets roulants existants par des coffres de volets roulants bois isolants de type Cofrastyl Aco de chez Coferm'ing ou équivalent intégrant des bouches d'entrées d'air autoréglable (cf. Préconisation E-11) Coefficient de transmission thermique du coffre : $U_c = 1.5 \text{ W/m}^2.K$			
<u>Investissement</u>		772 200 € HT			
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	8 390 €/an	Electricité 0 €/an	
<u>Impact sur le confort</u>		++ : Diminution des infiltrations d'air parasites au niveau des fenêtres			
<u>Performance</u>		Energie		Climat	
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G	E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I	E

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence	
E-7	Murs sur LNC	Fermeture des ouvertures de désenfumage des cages A, B et G		Urgent	
<u>Description qualitative</u>		Fermeture des ouvertures de désenfumage des cages A, B et G par la mise en place de lanterneaux (si débouché horizontal) ou châssis à lames orientables (si débouché vertical, cf. photo ci-contre) avec asservissement sur détection de fumée			
<u>Investissement</u>		19 500 € HT			
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	2 883 €/an	Electricité 0 €/an	
<u>Impact sur le confort</u>		++ : Amélioration du confort des circulations communes intérieures (Suppression de l'effet cheminée à l'intérieur des cages d'escalier)			
<u>Performance</u>		Energie		Climat	
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G	E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I	F

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence	
E-8	Portes extérieures	Remplacement des portes intérieures de hall		Long	
<u>Description qualitative</u>		Remplacement de l'intégralité des portes intérieures de hall ou extérieures lorsqu'il n'y a pas de SAS (cas de la cage G) par des blocs-portes vitrés à profil acier avec $U_d \leq 1.7 \text{ W/m}^2.K$ et vitrage feuilleté équipés de ferme-porte automatique assurant une étanchéité à l'air entre les circulations communes et l'extérieur			
<u>Investissement</u>		65 000 € HT			
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	1 175 €/an	Electricité 0 €/an	
<u>Impact sur le confort</u>		+ : Amélioration du confort des circulations communes intérieures (Suppression des courants d'air parasites à proximité des entrées d'immeuble)			
<u>Performance</u>		Energie		Climat	
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G	E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I	E

9 - Préconisations de travaux de réhabilitation énergétique

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence
E-9	Production de chaleur	Système de récupération de chaleur par condensation sur la chaufferie gaz collective		Urgent
<u>Description qualitative</u>		Installation de trois récupérateurs de chaleur par condensation de type RCI 500 de chez De Dietrich (un équipement par chaudière). Le récupérateur s'insère entre la chaudière et le conduit d'évacuation des fumées et permet de récupérer la majeure partie de l'énergie contenue dans les fumées sous forme de chaleur latente et sensible.		
<u>Investissement</u>		60 000 € HT		
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	15 905 €/an	Electricité 0 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		Aucun		
<u>Performance</u>		Energie		Climat
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I E

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence
E-10	Distribution du chauffage	Equilibrage dynamique du réseau de distribution de chauffage		Urgent
<u>Description qualitative</u>		L'équilibrage des réseaux de distribution comprendra : - La vidange et le désembouage des réseaux et corps de chauffe - La mise en oeuvre d'un équilibrage automatique de la pression différentielle sur chaque pied de colonne montante avec ensemble de vannes de type ASV-PV/ASV-BD de chez Danfoss ou équivalent		
<u>Investissement</u>		36 300 € HT		
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	18 314 €/an	Electricité 258 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		++ : La chaleur sera mieux répartie dans les bâtiments et le confort nettement amélioré.		
<u>Performance</u>		Energie		Climat
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I F

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence
E-11	Distribution du chauffage	Installation d'une pompe à débit variable au départ du réseau de distribution de chauffage		Urgent
<u>Description qualitative</u>		Installation d'une pompe à vitesse variable de type Grundfos TPE ou équivalent sur le départ du réseau de distribution de chauffage et fonctionnement en maintien de pression différentielle. <u>Nota</u> : Cette préconisation n'est applicable qu'à condition d'être associée à la préconisation précédente (E-10).		
<u>Investissement</u>		5 000 € HT		
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	0 €/an	Electricité 5 246 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		Aucun		
<u>Performance</u>		Energie		Climat
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I F

9 - Préconisations de travaux de réhabilitation énergétique

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence
E-12	Régulation du chauffage	Mise en place de robinets à tête thermostatique		Urgent
<u>Description qualitative</u>		Pose de robinets à tête thermostatique de type RAW 5012 de chez Danfoss ou équivalent (Vt = 0.3 K) sur chaque radiateur existant. La prestation inclura un nettoyage des corps de chauffe et un débouage du réseau de distribution afin d'éviter que les corps de robinet ne s'obstruent.		
<u>Investissement</u>		93 450 € HT		
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	9 085 €/an	Electricité 50 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		++ : Les occupants pourront régler l'ambiance de leur logement par pièce		
<u>Performance</u>		Energie		Climat
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I E

ID	Composant	Intitulé de la préconisation		Degré d'urgence
E-13	Ventilation	Mise en œuvre d'une ventilation mécanique hybride hygroréglable de type A		Moyen
<u>Description qualitative</u>		Mise en oeuvre d'une ventilation mécanique hybride hygroréglable de type A comprenant : 1°/ l'obstruction des grilles d'amenée d'air existantes, 2°/ l'inspection et le nettoyage des conduits d'extraction existants, 3°/ l'installation d'entrées d'air au niveau des fenêtres et coffres de volets roulants (cf. préconisation E-6), 4°/ la pose de bouches d'extraction hygroréglables dans les pièces humides, 5°/si besoin le détalonnage des portes de communication intérieures, 6°/ l'installation de tourelles d'extraction basse consommation en tête		
<u>Investissement</u>		552 500 € HT		
<u>Gain sur les factures</u>		Gaz	28 903 €/an	Electricité -2 215 €/an
<u>Impact sur le confort</u>		++ : Diminution des infiltrations d'air parasites au niveau des fenêtres		
<u>Performance</u>		Energie		Climat
		Bâtiment A-G	D	Bâtiment A-G E
		Bâtiment H-I	D	Bâtiment H-I E

10 - Définition et analyse de scénarii de travaux de réhabilitation

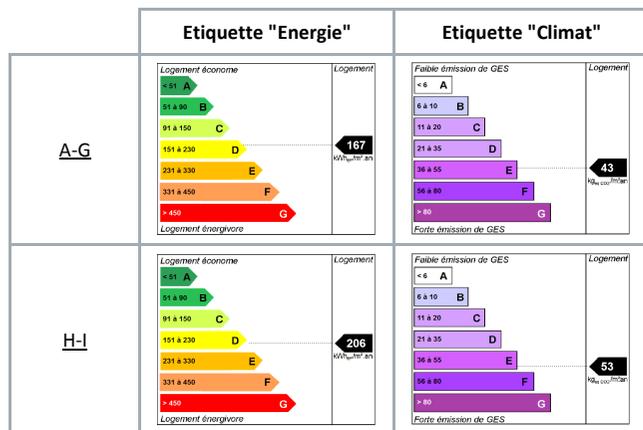
A partir des préconisations architecturales et thermiques formulées respectivement aux paragraphes § 5 et 9, nous avons constitué **trois scénarii de travaux de réhabilitation**. Ces scénarii ou bouquets de travaux ont été définis relativement au degré d'urgence attribué aux différentes préconisations.

Pour chacun de ces scénarii, nous avons déterminé les niveaux de performance énergétique et environnementale atteints, l'investissement brut à engager, les aides et subventions mobilisables, le gain estimé sur la facture énergétique (gaz et électricité) et le temps de retour sur investissement. Les résultats de ces études sont présentés ci-après :

10.1 - Scénario minimum

Le scénario minimum est constitué du "scénario 0" (cf. paragraphe § 5) et des travaux de réhabilitation énergétique considérés comme "urgent".

ID	Composant	Nature des travaux	Degré d'urgence	Coût brut
				En € HT
"Scénario 0"				4 387 125 €
E-7	Murs sur LNC	Fermeture des ouvertures de désenfumage des cages A, B et G	Urgent	19 500 €
E-9	Production de chaleur	Système de récupération de chaleur par condensation sur la chaufferie gaz collective	Urgent	60 000 €
E-10	Distribution du chauffage	Equilibrage dynamique du réseau de distribution de chauffage	Urgent	36 300 €
E-11	Distribution du chauffage	Installation d'une pompe à débit variable au départ du réseau de distribution de chauffage	Urgent	5 000 €
E-12	Régulation du chauffage	Mise en place de robinets à tête thermostatique	Urgent	93 450 €



Bâtiment	Coefficient Cep (en kWh _{ep} /m²/an)		Gain
	Initial	Projet	
A-G	192	167	13%
H-I	229	206	10%

Bâtiment	Emission de GES (en kg _{éqCO2} /m²/an)		Gain
	Initial	Projet	
A-G	48	43	11%
H-I	58	53	8%

Investissement	En € HT	4 601 375 €
	En € TTC	5 494 136 €
Aides et subventions*		46 495 €
Gain sur la facture énergétique	Gaz	35 217 €
	Electricité	5 323 €
Temps de retour sur investissement*		> 30 ans
Temps de retour sur investissement du surcoût de la part énergétique* (hors "Scénario 0")		5 ans

* les calculs des aides et subventions et des temps de retour sur investissement sont respectivement détaillés en annexes 4 et 5

10 - Définition et analyse de scénarii de travaux de réhabilitation

10.2 - Interprétation des résultats du scénario minimum

Au sens architectural, le scénario ambitieux prend en compte l'ensemble des préconisations du "scénario 0" défini au chapitre 5.

Au sens thermique, il consiste à **fermer les ouvertures de désenfumage des cages A, B et G** et **optimiser l'installation de chauffage** en réalisant les actions suivantes :

- Equiper chaque radiateurs de robinets à tête thermostatique ;
- Procéder à un équilibrage dynamique du réseau de distribution de chauffage ;
- Installer une pompe à variation de fréquence sur le départ du réseau de chauffage et régler l'installation pour fonctionner en débit variable et maintien de pression différentielle.
- Mettre en place un système de récupération de chaleur par condensation sur les fumées des chaudières

Ce scénario permet de réaliser un **gain sur le coefficient Cep de respectivement 13% pour le bâtiment A-G et 10% pour le bâtiment H-I.**

Le gain sur la facture énergétique est estimé à environ 40 540 €/an avec un temps de retour sur investissement de 5 ans si l'on considère uniquement le surcoût des travaux d'ordre énergétique.

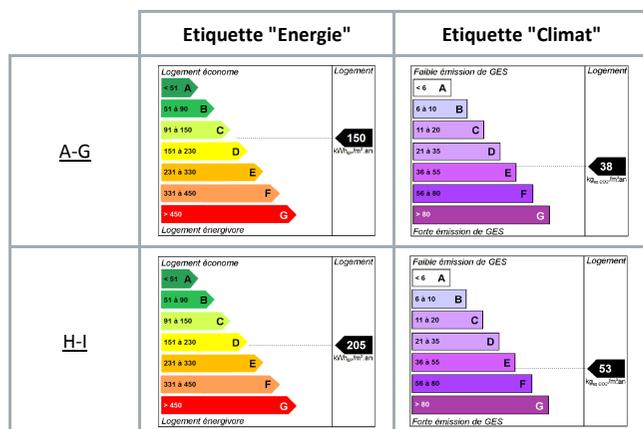
Il n'y a pas de retour sur investissement possible si l'on intègre les travaux de pérennisation du bâtiment ("scénario 0").

10 - Définition et analyse de scénarii de travaux de réhabilitation

10.3 - Scénario intermédiaire

Le scénario intermédiaire est constitué du "scénario 0" (cf. paragraphe § 5), des travaux de réhabilitation énergétique considérés comme "urgent" et des préconisations relatives à l'isolation de l'enveloppe des bâtiments mais n'impactant pas le renouvellement d'air des logements.

ID	Composant	Nature des travaux	Degré d'urgence	Coût brut
				En € HT
"Scénario 0"				
E-1	Murs extérieurs	Isolation par l'extérieur des pignons "libres" (cages A et B)	Long	91 576 €
E-2	Toitures	Renforcement de l'isolation des toitures-terrasses	Long	493 677 €
E-3	Planchers bas	Flocage thermique des planchers bas donnant sur l'extérieur	Moyen	41 324 €
E-4	Planchers bas	Flocage thermique des planchers bas donnant sur le sous-sol	Moyen	163 826 €
E-7	Menuiseries extérieures	Fermeture des ouvertures de désenfumage des cages A, B et G	Urgent	19 500 €
E-9	Production de chaleur	Système de récupération de chaleur par condensation sur la chaufferie gaz collective	Urgent	60 000 €
E-10	Distribution du chauffage	Equilibrage dynamique du réseau de distribution de chauffage	Urgent	36 300 €
E-11	Distribution du chauffage	Installation d'une pompe à débit variable au départ du réseau de distribution de chauffage	Urgent	5 000 €
E-12	Régulation du chauffage	Mise en place de robinets à tête thermostatique	Urgent	93 450 €



Bâtiment	Coefficient Cep (en kWh _{ep} /m²/an)		Gain
	Initial	Projet	
A-G	192	150	22%
H-I	229	205	11%

Bâtiment	Emission de GES (en kg _{eqCO2} /m²/an)		Gain
	Initial	Projet	
A-G	48	38	21%
H-I	58	53	9%

Investissement	En € HT	5 331 777 €
	En € TTC	6 264 710 €
Aides et subventions*		54 585 €
Gain sur la facture énergétique	Gaz	49 070 €
	Electricité	5 323 €
Temps de retour sur investissement*		> 30 ans
Temps de retour sur investissement du surcoût de la part énergétique* (hors "Scénario 0")		13 ans

* les calculs des aides et subventions et des temps de retour sur investissement sont respectivement détaillés en annexes 4 et 5

10 - Définition et analyse de scénarii de travaux de réhabilitation

10.4 - Interprétation des résultats du scénario intermédiaire

Au sens architectural, le scénario ambitieux prend en compte l'ensemble des préconisations du "scénario 0" défini au chapitre 5.

Au sens thermique, le scénario intermédiaire consiste à réaliser les préconisations du scénario minimum complétées par des **actions d'isolation de l'enveloppe des bâtiments n'impactant pas le renouvellement d'air des logements** (reprise de l'isolation des toitures-terrasses, flocage thermique des planchers bas sur extérieur et sur le sous-sol, isolation des pignons "libres des cages A et B).

Ce scénario permet de réaliser un **gain sur le coefficient Cep de respectivement 22% pour le bâtiment A-G et 11% pour le bâtiment H-I avec un passage en classe C sur l'étiquette "Energie" pour le bâtiment A-G.**

Le gain sur la facture énergétique est estimé à environ 54 393 €/an avec un temps de retour sur investissement de 13 ans si l'on considère uniquement le montant des travaux d'ordre énergétique.

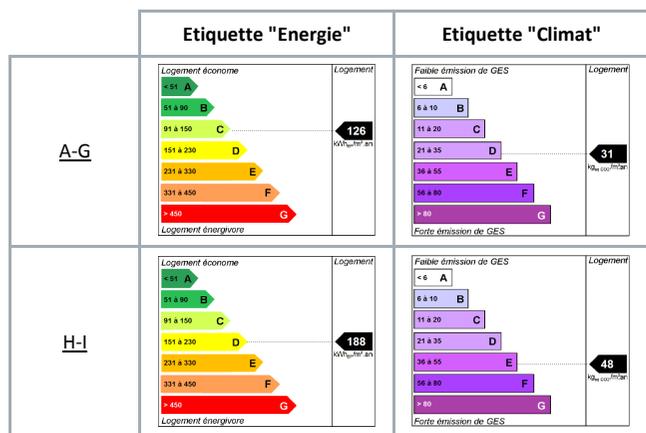
Il n'y a pas de retour sur investissement possible si l'on intègre les travaux du "scénario 0".

10 - Définition et analyse de scénarii de travaux de réhabilitation

10.5 - Scénario ambitieux

Le scénario ambitieux comprend le "scénario 0" (cf. paragraphe § 5) et l'ensemble des préconisations de travaux énergétiques proposées.

ID	Composant	Nature des travaux	Degré d'urgence	Coût brut
				En € HT
"Scénario 0"				
E-1	Murs extérieurs	Isolation par l'extérieur des pignons "libres" (cages A et B)	Long	91 576 €
E-2	Toitures	Renforcement de l'isolation des toitures-terrasses	Long	493 677 €
E-3	Planchers bas	Flocage thermique des planchers bas donnant sur l'extérieur	Moyen	41 324 €
E-4	Planchers bas	Flocage thermique des planchers bas donnant sur le sous-sol	Moyen	163 826 €
E-5	Menuiseries extérieures	Remplacement des fenêtres d'origine par des menuiseries extérieures à double vitrage	Long	772 400 €
E-6	Menuiseries extérieures	Remplacement des coffres de volets roulants existants	Long	772 200 €
E-7	Murs sur LNC	Fermeture des ouvertures de désenfumage des cages A, B et G	Urgent	19 500 €
E-8	Portes extérieures	Remplacement des portes intérieures de hall	Long	65 000 €
E-9	Production de chaleur	Système de récupération de chaleur par condensation sur la chaufferie gaz collective	Urgent	60 000 €
E-10	Distribution du chauffage	Equilibrage dynamique du réseau de distribution de chauffage	Urgent	36 300 €
E-11	Distribution du chauffage	Installation d'une pompe à débit variable au départ du réseau de distribution de chauffage	Urgent	5 000 €
E-12	Régulation du chauffage	Mise en place de robinets à tête thermostatique	Urgent	93 450 €
E-13	Ventilation	Mise en œuvre d'une ventilation mécanique hybride hygroréglable de type A	Moyen	552 500 €



Bâtiment	Coefficient Cep (en kWh _{ep} /m²/an)		Gain
	Initial	Projet	
A-G	192	126	34%
H-I	229	188	18%

Bâtiment	Emission de GES (en kg _{eqCO2} /m²/an)		Gain
	Initial	Projet	
A-G	48	31	35%
H-I	58	48	18%

Investissement	En € HT	7 553 877 €
	En € TTC	8 689 138 €
Aides et subventions*		105 230 €
Gain sur la facture énergétique	Gaz	90 122 €
	Electricité	2 988 €
Temps de retour sur investissement*		> 30 ans
Temps de retour sur investissement du surcoût de la part énergétique* (hors "Scénario 0")		20 ans

* les calculs des aides et subventions et des temps de retour sur investissement sont respectivement détaillés en annexes 4 et 5

10 - Définition et analyse de scénarii de travaux de réhabilitation

10.6 - Interprétation des résultats du scénario ambitieux

Au sens architectural, le scénario ambitieux prend en compte l'ensemble des préconisations du "scénario 0" défini au chapitre 5.

Au sens thermique, le scénario ambitieux consiste à réaliser les préconisations du scénario intermédiaires complétées par un ensemble d'actions conjointes visant à la fois à améliorer l'isolation et la ventilation des logements.

Le principe consiste d'une part à remplacer les menuiseries d'origine restantes par du double vitrage et l'ensemble des coffres de volets roulants et, d'autre part, à mettre en oeuvre un système de ventilation mécanique de type hybride hygroréglable (A) afin de maîtriser les débits d'air dans les logements.

Il est important de noter que la nouvelle réglementation thermique des bâtiments existants entrant en vigueur à partir du 1er Janvier 2018 imposera de munir toute fenêtre remplacée de grilles d'entrée d'air. Par conséquent, le remplacement des fenêtres implique une réflexion sur le renouvellement d'air des logements. Cela explique pourquoi nous avons choisi d'associer ces actions au sein d'un même scénario.

Ce scénario permet de réaliser un gain sur le coefficient Cep de respectivement 34% pour le bâtiment A-G et 18% pour le bâtiment H-I avec un passage en classe C sur l'étiquette "Energie" pour le bâtiment A-G.

Sur le plan financier, le scénario ambitieux permet de réaliser un gain important sur la facture énergétique. Ce gain est estimé à environ 93 110 €/an. La facture énergétique est donc diminuée de plus de 39% (la facture énergétique initiale s'élevant en moyenne à 237 497 €/an). Il amène à un temps de retour sur investissement relativement long puisque de l'ordre de 20 en considérant uniquement le surcoût d'investissement d'ordre énergétique. Ceci s'explique notamment par l'impact du remplacement des fenêtres et des coffres de volets roulants qui constituent les coûts le plus importants de ce scénario (~50% de l'investissement de départ) et qui génère une économie relativement faible sur la facture.

Néanmoins, il est important de noter que le remplacement de ces éléments est un investissement qui permet une valorisation directe du bien immobilier ce qui n'est pas prise en compte dans notre calcul de rentabilité.

Il n'y a pas de retour sur investissement possible si l'on intègre les travaux du "scénario 0".

11 - Glossaire (1/2)

ADEME : l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) français créé en 1991 qui a pour mission susciter, animer, coordonner, faciliter ou réaliser des opérations ayant pour objet la protection de l'environnement et la maîtrise de l'énergie.

CEP (en kWhEP/m² SHON/an) : Le CEP, ou consommation conventionnelle, est issu d'un calcul réglementaire Th-C-E ex et correspond à la consommation en énergie primaire d'un bâtiment pour les 5 usages suivants : chauffage, production d'Eau Chaude Sanitaire, éclairage (forfaitairement) et auxiliaires de chauffage/ventilation.

Coefficient de déperdition : Le coefficient de déperdition ou Ubât (en W/K) permet de caractériser l'enveloppe générale du bâtiment. Il représente le coefficient moyen de déperdition par transmission à travers la surface de parois

Coefficient de transmission thermique (en W/m².K) : caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi en régime permanent, en fonction du temps et de la différence de température des ambiances de part et d'autre de la paroi. Plus

DJU : Degrés Jour unifié. Le DJU est un indicateur de besoin de chauffage. Il est calculé jour par jour par écart entre une température intérieure conventionnelle de 18°C et la température extérieure moyenne de la journée (données Météo

Energie Finale (EF) : On utilise le terme d'énergie finale pour parler de l'ensemble des énergies se situant en fin de chaîne de transformation de l'énergie. Il s'agit de l'énergie utilisée concrètement par l'utilisateur final, telle que mesurée par les compteurs du fournisseur d'énergie.

Energie Primaire (EP): On utilise le terme d'énergie primaire pour parler de l'ensemble des énergies disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être mise en oeuvre. Dans l'industrie de l'énergie, 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 quantité d'énergie primaire est toujours supérieure à l'énergie finale disponible.

En conformité avec l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants notamment, les coefficients de transformation (ep/ef) à utiliser sont :

Electricité	Bois	Autres (gaz, fioul, CPCU...)
2,58	0,6	1

Emissions de GES (en kgéqCO₂/m² SHON/an) : Unité permettant de représenter l'impact du bâtiment sur le réchauffement climatique. En conformité avec l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants notamment, les coefficients de conversion de l'énergie en émissions de gaz à effet de serre (exprimés en kgéqCO₂/kWhPCI d'EF) sont :

	Chauffage	Production d'eau chaude sanitaire	Refroidissement
Bois, biomasse	0,013	0,013	
Gaz naturel	0,234	0,234	0,234
Fioul domestique	0,300	0,300	0,300
Charbon	0,384	0,384	
Gaz propane ou butane	0,274	0,274	0,274
Autres combustibles fossiles	0,320	0,320	
Electricité d'origine renouvelable utilisée dans le bâtiment	0	0	0

Pouvoir calorifique inférieur (PCI) : C'est l'énergie thermique libérée par la combustion d'un kilogramme de combustible sous forme de chaleur sensible, à l'exclusion de l'énergie de vaporisation (chaleur latente) de l'eau présente en fin de réaction.

Pouvoir calorifique supérieur (PCS) : C'est l'énergie thermique libérée par la combustion d'un kilogramme de combustible. Cette énergie comprend la chaleur sensible, mais aussi la chaleur latente de vaporisation de l'eau. Cette énergie peut être entièrement récupérée si la vapeur d'eau émise est condensée, c'est-à-dire si toute l'eau vaporisée se retrouve finalement sous forme liquide.

11 - Glossaire (2/2)

SHON-RT (ou S-RT) : La SHON-RT renommée en S-RT par l'arrêté modificatif du 11 décembre 2014 est la surface de référence de la réglementation thermique. Elle est définie dans l'arrêté du 26 octobre 2010.

Surface hors œuvre nette (SHON) : la surface hors oeuvre nette est une mesure de superficie pour des projets de construction immobilière.

Surface habitable (SHAB) : La surface habitable d'un logement est la surface de plancher construite, après déduction des surfaces occupées par les murs, cloisons, marches et cages d'escalier, gaines, embrasures de portes et de fenêtres. Il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logements, vérandas, locaux communs et autres dépendances des logements ; ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.

Th-C-E ex : la méthode de calcul Th-C-E ex est prévue à l'arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 m² lorsqu'ils font l'objet de travaux importants.

Annexe 1 - Réglementation thermique des bâtiments existants

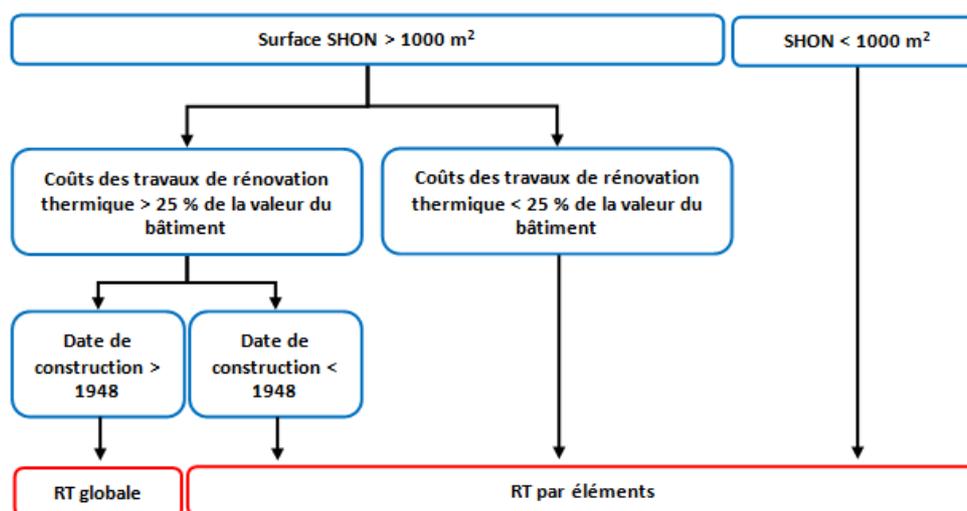
La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation.

Les mesures réglementaires dépendent de :

- La surface SHON du bâtiment faisant l'objet des travaux,
- La date d'achèvement du bâtiment,
- Le montant des travaux de rénovation.

Deux mesures réglementaires sont alors applicables en fonction des paramètres du projet, la réglementation thermique globale et la réglementation thermique par éléments.

Leur application est présentée sur l'organigramme ci-dessous :



Dans le cas de la copropriété du 16-18 rue de la Glacière, l'obligation d'application de la réglementation thermique globale dépend essentiellement du montant des travaux de rénovation engagés. Au dernier trimestre 2016, le coût de construction de référence s'élève à 1 645 €/m² SHON. Ainsi, la valeur limite d'application de la réglementation « par élément » s'élève à 8 779 608 € HT pour la copropriété concernée.

La réglementation thermique globale

L'arrêté du 13 Juin 2008 est relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 m², lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants.

Tout bâtiment réhabilité est soumis à cette réglementation lorsque sont entrepris des travaux de réhabilitation portant sur l'enveloppe, les installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, de ventilation, d'éclairage ou les équipements utilisant les énergies renouvelables d'un bâtiment, pour un coût total supérieur à 25 % de la valeur du bâtiment concerné

La valeur du bâtiment est obtenue par le produit de la surface hors œuvre nette et d'un coût de construction défini par l'arrêté du 20 décembre 2007. Le coût de construction actualisé au dernier trimestre 2016 est de 1 645 € HT par mètre carré de surface hors œuvre nette pour les bâtiments à usage principal d'habitation.

Ce dispositif réglementaire prévoit des dispositions proches de celles de la RT2005 pour les bâtiments neufs.

La réglementation thermique par éléments

L'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants liste l'ensemble des travaux visés et donne les exigences associées.

Les exigences minimales à respecter s'appliquent lorsqu'un Maître d'Ouvrage souhaite remplacer ou installer un élément d'isolation, un équipement de chauffage, de production d'eau chaude, de refroidissement, de ventilation ou un équipement d'éclairage.

Annexe 2 - Calcul des consommations énergétiques

A2.1 - Consommations énergétiques conventionnelles (Logiciel utilisé : Perrenoud WinPTZ)

Le calcul des consommations conventionnelles ou calcul réglementaire a pour objectif d'évaluer la performance énergétique du bâtiment et de le comparer à un bâtiment de référence correspondant aux exigences à respecter en termes de performance d'enveloppe (Ubât réf) et de consommations énergétiques (Cep réf). La principale utilité de ce calcul est de vérifier la conformité des scénarii de travaux préconisés aux exigences réglementaires et/ou niveaux de labels.

Pour un bâtiment résidentiel, les consommations énergétiques évaluées par le logiciel sont les suivantes :

- 1°/ Consommations de chauffage,
- 2°/ Consommations d'eau chaude sanitaire (ECS),
- 3°/ Consommations des systèmes de ventilation,
- 4°/ Consommations des équipements auxiliaires,
- 5°/ Consommations d'éclairage.

Dans le cas de bâtiments existants, le calcul est effectué selon la méthode Th-C-E ex définie en annexe de l'arrêté du 8 Août 2008.

A2.2 - Consommations énergétiques réalistes (Logiciel utilisé : Perrenoud WinPTZ)

En parallèle de la méthode Th-C-E ex, le logiciel WinPTZ inclut une méthode de calcul "comportementale" mensuelle qui permet un rapprochement avec les consommations réelles du bâtiment.

Contrairement au calcul réglementaire, cette méthode de calcul a l'avantage d'être "ouverte". Le scénario d'utilisation du bâtiment n'est pas figé comme c'est le cas dans la méthode Th-C-E ex. Chaque paramètre peut être précisé pour permettre de définir un état initial le plus proche de la réalité et, par conséquent, estimer, de façon réaliste et maîtrisée, les économies d'énergie après travaux.

Annexe 3 - Gestes verts

- **N'utilisez pas d'appareils d'appareil de climatisation ou de chauffage d'appoint**



En été, pour éviter les surchauffes, fermer les volets de vos fenêtres les plus ensoleillées.

En complément, surventilez le logement la nuit en laissant les fenêtres ouvertes. L'air en circulation dans le logement abaissera sa température avec des effets durables dans la journée. Attention, pensez-bien à refermer vos fenêtres au plus tard en milieu de matinée.

- **Sachez aérer !**

On peut assurer une bonne aération sans gaspiller trop de chaleur en ouvrant ses fenêtres, **radiateurs fermés**, pendant 5 à 10 minutes par jour.



- **Ne surchauffez pas votre logement !**

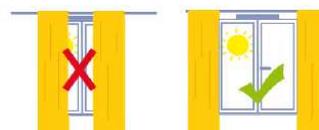


19°C dans les pièces à vivre, 16°C dans les chambres, c'est bon pour la santé, le porte-monnaie et l'environnement. Passer de 20°C à 19°C, c'est peut-être un pull en plus mais c'est surtout 7% de consommation en moins.



- **Privilégiez les apports de l'éclairage naturel**

Organisez votre aménagement intérieur en essayant de bénéficier au maximum des apports de lumière naturelle là où vous en avez le plus besoin (canapé, bureau...).



- **Pensez à éteindre la lumière et les appareils en fonctionnement en quittant une pièce et dans les locaux inoccupés**



C'est un geste simple qui prend peu de temps.

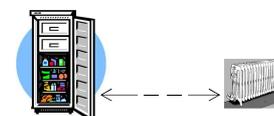
- **Eteignez vos appareils et fermez les volets en cas d'absence prolongée ou de non utilisation**

Lorsque vous partez en vacances ou en cas d'absence prolongée, fermez les volets, débranchez les appareils en veille.



- **Eloignez vos équipements de froid des sources de chaleur**

Réservez-leur un emplacement loin du four ou du radiateur, et le moins ensoleillé possible. N'ouvrez pas la porte trop longtemps et trop souvent. Et ne placez pas les plats encore chauds dans votre réfrigérateur et encore moins dans votre congélateur !



Annexe 4 - Aides financières

A4.1 - Eco-prêt à taux 0% (Eco-PTZ)

Accessible à tous les propriétaires jusqu'au 31/12/2018, qu'ils occupent leur logement ou qu'ils le mettent en location, l'éco-prêt à taux zéro permet de bénéficier d'un prêt d'un montant maximal de 30 000 € pour réaliser des travaux d'éco-rénovation.

Un éco-prêt copropriétés réservé aux syndicats de copropriétaires est aussi disponible. Son montant maximum est de 10 000 € par logement (jusqu'à 30 000 € si le syndicat de copropriétaires décide de réaliser 3 actions de travaux).

Les travaux qui ouvrent droit à l'éco-prêt à taux zéro doivent :

- soit constituer un « bouquet de travaux » : la combinaison d'au moins deux catégories de travaux éligibles parmi les catégories listées ci-dessous ;
- soit permettre d'atteindre une « performance énergétique globale » minimale du logement, calculée par un bureau d'études thermiques.

Les catégories de travaux concernées par l'éco-prêt à taux zéro sont :

- l'isolation de la toiture ;
- l'isolation des murs extérieurs ;
- le remplacement des portes, fenêtres et portes-fenêtres extérieures ;
- l'installation ou remplacement de systèmes de chauffage (associés le cas échéant à des systèmes de ventilation performants) ou de production d'eau chaude sanitaire performants ;
- l'installation d'un système de chauffage utilisant une source d'énergie renouvelable ;
- l'installation d'équipements de production d'eau chaude sanitaire utilisant une source d'énergie renouvelable.

Nota : Pour bénéficier de ce prêt, depuis le 1er septembre 2014, vous devez recourir à des professionnels RGE (Reconnu Garant de l'Environnement).

A4.2 - Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE)

Accessible aux propriétaires occupants et locataires jusqu'au 31/12/2017, le crédit d'impôt pour la transition énergétique vous permet de déduire de vos impôts 30 % des dépenses d'équipements et/ou de main d'œuvre pour certains travaux de rénovation énergétique (montant de dépenses éligibles, plafonné à 8 000 euros par personne et majoré de 400 euros supplémentaires par personne à charge).

Le crédit d'impôt pour la transition énergétique concerne les dépenses d'acquisition de certains équipements fournis par les entreprises ayant réalisé les travaux et/ou de main d'œuvre pour certains travaux d'isolation des parois opaques. Ces équipements et matériaux doivent satisfaire à des critères de performance.

Les dépenses d'équipements et matériaux concernées sont :

- l'isolation des parois opaques (murs) ;
- l'isolation des parois opaques (toitures) ;
- l'isolation des parois vitrées ;
- la protection des murs, toitures ou parois vitrées contre le rayonnement solaire ;
- les équipements de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire (ECS) fonctionnant au bois ou autre biomasse ;
- les équipements de production d'ECS fonctionnant à l'énergie solaire ou avec une pompe à chaleur ;
- les chaudières à condensation ou à micro-cogénération, équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable (pompe à chaleur, énergie hydraulique ou biomasse, énergie éolienne) ;
- l'isolation thermique des planchers bas ;
- les volets isolants ou portes d'entrées donnant sur l'extérieur ;
- la régulation et programmation du chauffage ;
- les appareils permettant d'individualiser les frais de chauffage ou d'eau chaude sanitaire ;
- le calorifugeage ;
- le raccordement à un réseau de chaleur ;
- la réalisation d'un diagnostic de performance énergétique (DPE) en dehors des cas où la réglementation le rend obligatoire ;
- les bornes de recharge de véhicule électrique.

Nota : Pour bénéficier de ce prêt, depuis le 1er septembre 2014, vous devez recourir à des professionnels RGE (Reconnu Garant de l'Environnement).

Annexe 4 - Aides financières

A4.3 - TVA réduite à 5.5%

Le taux réduit de TVA à 5,5 % s'applique aux travaux visant l'installation (incluant la pose, la dépose et la mise en décharge des ouvrages, produits ou équipements existants) des matériaux et équipements éligibles au crédit d'impôt pour la transition énergétique, sous réserve du respect des caractéristiques techniques et des critères de performances minimales qui déterminent son éligibilité.

Le taux réduit s'applique aussi aux travaux induits indissociablement liés à la réalisation de ces travaux.

A4.4 - Aides des fournisseurs d'énergie - Les Certificats d'Economie d'Energie (CEE)

Certaines entreprises vous proposent des primes, des prêts bonifiés ou des diagnostics si vous réalisez des travaux d'économies d'énergie.

Les travaux doivent permettre d'améliorer la performance énergétique de votre logement et doivent respecter des exigences de performances minimales.

Vous pouvez également les consulter sur le site du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie dans les pages consacrées au dispositif des certificats d'économies d'énergie :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Operations-standardisees-.html/>

Au 1er juillet 2015, l'obtention d'aides liées aux certificats d'économies d'énergie est conditionnée à la réalisation des travaux par un professionnel RGE.

Nota : Les aides des entreprises qui vendent de l'énergie (électricité, gaz ou GPL, chaleur, froid, fioul domestique et carburants pour automobiles) interviennent dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie. Ce dispositif oblige ces fournisseurs d'énergie à réaliser des économies d'énergie en proposant des actions efficaces à leurs clients. S'ils ne respectent pas leurs obligations, l'État leur impose de fortes pénalités financières.

A4.5 - Programme "Habiter Mieux" de l'ANAH

L'Agence nationale de l'habitat (Anah) met en oeuvre le programme national « Habiter Mieux ». Sous certaines conditions, vous pouvez bénéficier d'une aide et d'un accompagnement pour rénover votre logement. Les travaux doivent permettre de diminuer de façon significative les déperditions d'énergie de votre logement.

Ce programme s'adresse aux :

- propriétaires occupants sur critères de ressources ;
- propriétaires bailleurs moyennant la pratique d'un loyer maîtrisé.

Les conditions sont décrites plus en détail sur le site de l'ANAH à l'adresse <http://www.anah.fr/>

Nota : Les aides de l'ANAH ne sont pas cumulables avec l'éco-prêt à taux zéro et les aides des fournisseurs d'énergie. Elles sont déduites du montant TTC des dépenses éligibles au CITE

A4.6 - Aides des collectivités locales

Certaines régions, départements, intercommunalités, communes peuvent accorder des aides complémentaires aux aides nationales dans le cadre de la réalisation de travaux d'amélioration de la performance énergétique.

Afin de déterminer si votre copropriété pourrait y prétendre, il serait intéressant que votre syndic se rapproche de l'agence SOLIHA 75-92-95, organisme de l'état en charge de l'attribution de ces subventions locales.

Annexe 4 - Aides financières

A4.7 - Application au projet : préconisations éligibles aux aides financières (hors ANAH)

Afin de pouvoir bénéficier du crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE), de l'éco-prêt à taux zéro, de la TVA à 5.5% et des aides des fournisseurs d'énergie (CEE), les travaux entrepris doivent respecter des caractéristiques techniques et des critères de performances minimales.

Le tableau suivant dresse un état de l'éligibilité des préconisations d'ordre énergétique envisagé aux différents mécanismes d'aides financières présentées aux paragraphes précédents hors aides de l'ANAH :

ID	Préconisation	Eco-PTZ	CITE	TVA à 5.5%	CEE
E-1	Isolation par l'extérieur des pignons "libres" (cages A et B)	Oui	Oui	Oui	Oui
E-2	Renforcement de l'isolation des toitures-terrasses	Oui	Oui	Oui	Oui
E-3	Flocage thermique des planchers bas donnant sur l'extérieur	Oui	Oui	Oui	Oui
E-4	Flocage thermique des planchers bas donnant sur le sous-sol	Oui	Oui	Oui	Oui
E-5	Remplacement des fenêtres d'origine par des menuiseries extérieures à double vitrage	Oui	Oui	Oui	Oui
E-6	Remplacement des coffres de volets roulants existants	Oui	Oui	Oui	Oui
E-7	Fermeture des ouvertures de désenfumage des cages A, B et G	Oui	Oui	Oui	Non
E-8	Remplacement des portes intérieures de hall	Non	Non	Oui	Oui
E-9	Système de récupération de chaleur par condensation sur la chaufferie gaz collective	Oui	Oui	Oui	Oui
E-10	Equilibrage dynamique du réseau de distribution de chauffage	Non	Non	Non	Non
E-11	Installation d'une pompe à débit variable au départ du réseau de distribution de chauffage	Oui	Oui	Oui	Oui
E-13	Mise en œuvre d'une ventilation mécanique hybride hygroréglable de type A	Non	Non	Non	Oui

Annexe 4 - Aides financières

A4.8 - Application au projet : calcul du montant des aides et subventions globales

Parmi les aides présentées dans les paragraphes précédents, on distingue les aides individuelles (Eco-PTZ, CITE, Aides de l'Anah) des aides communes (TVA réduite, CEE, aides des collectivités locales).

Dans le cadre de l'application au projet, le calcul du montant des aides et subventions ne prend en compte que les aides communes à l'ensemble de la copropriété, les aides individuelles étant à déterminer au cas par cas (se rapprocher du service **Rénovation Info Service** pour plus de détails à ce sujet).

Les aides et subventions considérées sont donc :

- La TVA réduite ;
- Les certificats d'économie d'énergie (CEE) ;

Les tableaux ci-dessous présentent le détail de ces aides :

Détails des aides et subventions collectives

ID	Scénario	Investissement brut		CEE*		Aides des collectivités locales		Montant total des aides et subventions		Investissement net	
		En € HT	En € HT/m ² SHAB	En €	% Investissement	En €	% Investissement	En €	% Investissement	Hors aides	Avec aides
										En € TTC	En € TTC
1	Scénario minimum	4 601 375 €	2 999 €	46 495 €	1%	- €	0%	46 495 €	1%	5 494 136 €	5 447 641 €
2	Scénario intermédiaire	5 331 777 €	3 475 €	54 585 €	1%	- €	0%	54 585 €	1%	6 264 710 €	6 210 125 €
3	Scénario ambitieux	7 553 877 €	4 923 €	105 230 €	1%	- €	0%	105 230 €	1%	8 689 138 €	8 583 908 €

* le montant des CEE a été estimé en considérant un coût du kWh cumac à 0.254 c €/kWhcumac (valeur au 01/03/2017, <http://www.emmy.fr/>)

Annexe 5 - Temps de retour sur investissement

A5.1 - Principe du calcul du temps de retour sur investissement

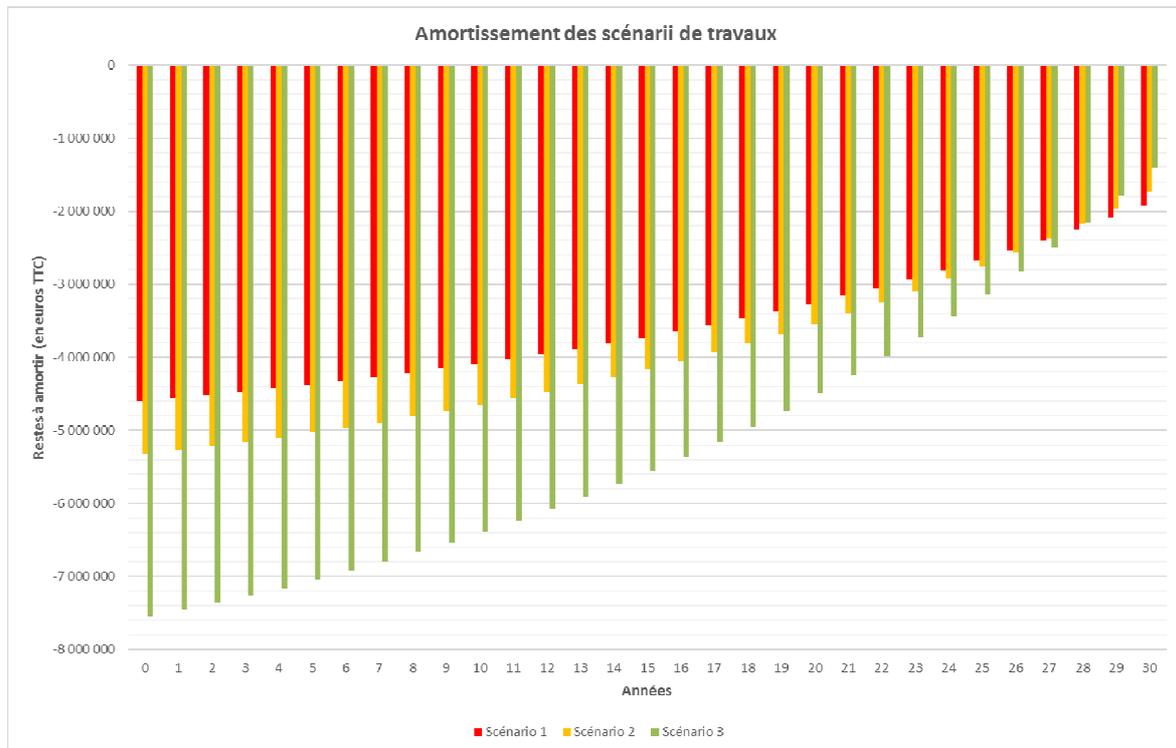
Les temps de retour sur investissement ont été calculés pour chaque scénario en partant de l'investissement net de départ (avec aides et subventions) et en calculant année après année les restes à amortir étant considéré les économies réalisées sur la facture d'énergie.

Ces économies ont été déterminées en se fondant sur les hypothèses suivantes :

- Coût du kWh de gaz : 5,2 c€ TTC/kWh
- Coût du kWh d'électricité : 13,9 c€ TTC/kWh
- Taux d'actualisation de l'énergie (gaz et électricité) : 5%

A titre illustratif, nous présentons par la suite l'évolution de l'amortissement pour chaque scénario :

A5.2 - Evolution de l'amortissement des investissements (compris "Scénario 0")



Annexe 5 - Temps de retour sur investissement

A5.3 - Evolution de l'amortissement des investissements du surcoût de la part énergétique

