

Résidence Honoré De Balzac A Tours (37)

AUDIT ENERGETIQUE Rapport Final



Maître d'Ouvrage :

FONCIA VAL DE LOIRE

60, Rue Blaise Pascal
Résidence la NEF – CS 64336
37043 TOURS CEDEX 1



Maître d'Œuvre :

MULTI ACTIVITES BUREAU D'ETUDE

32, Quai Sadi Carnot
37550 – SAINT AVERTIN



Sommaire

I.	PRESENTATION DU PROJET	6
II.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE	6
III.	PRESENTATION DES BÂTIMENTS	7
III.1.	Données du contexte.....	7
III.1.1.	Description générale des bâtiments	7
III.1.2.	Localisation, masques et données météo.....	8
III.1.3.	Situation vis-à-vis du Plan Local de l'Urbanisme	10
III.1.4.	Travaux réalisés et à venir au sein de la copropriété	11
III.2.	Description des bâtiments	12
III.2.1.	Description du bâti	12
III.2.1.1.	Composition des parois	12
III.2.1.2.	Composition des menuiseries extérieures.....	15
III.2.1.3.	Etanchéité des bâtiments	19
III.2.1.4.	Dispositifs de protections solaires	20
III.2.1.5.	Synthèse.....	21
III.2.2.	Analyse des équipements techniques	22
III.2.2.1.	Le Chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire	22
III.2.2.2.	Ventilation	30
III.2.2.3.	Eclairage	32
III.2.2.4.	Installations électriques	34
III.2.3.	Analyse de l'utilisation des bâtiments	36
III.2.4.	Synthèse des atouts et dysfonctionnements des bâtiments	38
IV.	ANALYSE DES CONSOMMATIONS & MODELISATIONS THERMIQUES.....	39
IV.1.	Analyse des factures des consommations réelles	39
IV.1.1.	Chauffage	39
IV.1.2.	Eau Chaude Sanitaire	40
IV.1.3.	Electricité.....	41
IV.1.4.	Eau Froide	42
IV.1.5.	Synthèse.....	42
IV.2.	Modélisation énergétique de bâtiments	43
IV.2.1.	Hypothèses de modélisation	43
IV.2.2.	Calculs des déperditions des bâtiments	45
IV.2.3.	Consommations théoriques et différences avec les consommations réelles.....	48
IV.3.	Etiquettes énergétiques.....	48
V.	AIDES FINANCIERES	49

VI.	PRECONISATIONS ET SCENARIOS	50
VI.1.	Définition des préconisations	50
VI.2.	Présentation des préconisations.....	50
VI.2.1.	Préconisation n°0 : Mise en place de compteurs individualisés pour le chauffage, l'Eau Chaude Sanitaire et l'Eau Froide et changement de type de contrat d'exploitation.....	51
VI.2.2.	Préconisation n°1 : Isolation des plancher bas	53
VI.2.3.	Préconisation n°2 : Isolation des combles des bâtiments	55
VI.2.4.	Préconisation n°3 : Remplacement des panneaux entre les menuiseries.....	57
VI.2.5.	Préconisation n°4 : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffre de volets roulants	59
VI.2.6.	Préconisation n°5 : Remplacement des portes des halls d'entrée.....	61
VI.2.7.	Préconisation n°6 : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols.....	63
VI.2.8.	Préconisation n°7 : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, désembouage et équilibrage des réseaux.....	65
VI.2.9.	Préconisation n°8 : Remplacement des luminaires en cage d'escaliers	67
VI.2.10.	Préconisation n°9 : Isolation thermique par l'extérieure	69
VI.2.11.	Préconisation n°10 : Isolation des rampants.....	71
VI.2.12.	Préconisation n°11 : Mise en place de Sous-Stations de production d'ECS en pied de chaque bâtiment.....	73
VI.3.	Définition des scénarios	75
VI.4.	Présentation des scénarios	75
VI.4.1.	Scénario A : Réalisation de 20 % d'économies d'énergies	76
VI.4.2.	Scénario B : Réalisation de 33 % d'économies d'énergies	78
VI.4.3.	Scénario C : Consommations énergétiques inférieures à 80 kWh _{EP} /(m ² .an)	80
VII.	SYNTHESE DES PRECONISATIONS ET DES SCENARIOS.....	82
VII.1.	Tableau de synthèse des consommations.....	82
VII.2.	Tableau de synthèse des coûts et temps de retour	83
VIII.	CONCLUSION	84
	ANNEXE N°1 : Plans des bâtiments	86
	ANNEXE N°2 : Plan Local d'Urbanisme.....	89
	ANNEXE N°3 : Calculs des Uw des menuiseries.....	91
	ANNEXE N°4 : Questionnaires occupants.....	92
	ANNEXE N°5 : Analyse des questionnaires occupants.....	94
	ANNEXE N°6 : Synthèse visites des logements en été	110
	ANNEXE N°7 : Plannings visites des logements.....	111
	ANNEXE N°8 : Zones Climatiques	113
	ANNEXE N°9 : Thermographie aérienne.....	114

<i>ANNEXE N°10 : Isolation des réseaux de distributions</i>	<i>115</i>
<i>ANNEXE N°11 : Détails des consommations.....</i>	<i>116</i>
<i>ANNEXE N°12 : Détails temps de retour sur investissement.....</i>	<i>120</i>
<i>ANNEXE N°13 : Glossaire.....</i>	<i>125</i>
<i>ANNEXE N°14 : Tables des figures</i>	<i>127</i>

Sommaire des annexes

ANNEXE N°1 : Plans des bâtiments	86
ANNEXE N°2 : Plan Local d'Urbanisme.....	89
ANNEXE N°3 : Calculs des U_w des menuiseries.....	91
ANNEXE N°4 : Questionnaires occupants.....	92
ANNEXE N°5 : Analyse des questionnaires occupants.....	94
ANNEXE N°6 : Synthèse visites des logements en été	110
ANNEXE N°7 : Plannings visites des logements.....	111
ANNEXE N°8 : Zones Climatiques	113
ANNEXE N°9 : Thermographie aérienne.....	114
ANNEXE N°10 : Isolation des réseaux de distributions	115
ANNEXE N°11 : Détails des consommations.....	116
ANNEXE N°12 : Détails temps de retour sur investissement.....	120
ANNEXE N°13 : Glossaire.....	125
ANNEXE N°14 : Tables des figures	127

I. PRESENTATION DU PROJET

Dans le cadre de sa politique de développement durable, le syndicat de copropriété de la résidence « **Honoré de Balzac** », située à Tours (Indre et Loire), réalise un audit énergétique général des bâtiments.

Dans un premier temps cet audit a pour objectif de faire un état des lieux en terme :

- De qualité du bâti (isolation des parois, menuiseries...)
- D'exploitation des bâtiments (chauffage, production d'eau chaude sanitaire, ventilation...)

Dans un second temps, cet audit a pour but de proposer des solutions d'amélioration :

- Pouvant influencer sur le confort de vie dans les bâtiments. Ce confort pourra aussi bien être thermique que visuel, acoustique, olfactif, esthétique...
- Diminuer les consommations d'énergie et de ressources : gaz, électricité, eau...

De ce fait, le présent document met en évidence les points forts ainsi que les points faibles des bâtiments en terme de confort et de consommations énergétiques. Il en ressortira des préconisations, chacune chiffrées, argumentées et évaluées en investissement, en gains de confort et d'énergie.

II. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

La réalisation de cet audit énergétique s'appuie sur les normes **NF EN 16247-1** et **NF EN 1627-2**.

La norme NF EN 16247-1 spécifie les exigences communes, la méthodologie habituelle et les éléments applicables à l'ensemble des audits énergétiques.

La norme NF EN 16247-2 spécifie, quant à elle, les exigences, la méthodologie et les livrables d'un audit énergétique appliqué à un bâtiment ou un groupe de bâtiments.

De plus, lors de la réalisation d'un audit énergétique d'un bâtiment existant un cadre réglementaire est à prendre en compte, qui est le suivant :

- Les objectifs du Grenelle en matière de rénovation des bâtiments existants ;
- La réglementation thermique applicable aux bâtiments existants : RT Globale (pour les bâtiments de plus de 1000 m²) et la RT élément par élément (pour les bâtiments de moins de 1000 m²) ;
- Les éventuels labels et certifications particulières au projet (BBC, HQE,...) ;
- Les études de faisabilités des approvisionnements en énergie.

Et enfin, cet audit respecte le cahier des charges **ENERGETIS COPRO V2.2 du mois de mai 2016**.

Dans le cadre de la réalisation de l'audit énergétique de la copropriété « **Honoré de Balzac** » les Bâtiments devront répondre aux exigences de la RT Existante Globale.

III. PRESENTATION DES BÂTIMENTS

III.1. Données du contexte

III.1.1. Description générale des bâtiments

Construit dans les années 70, les bâtiments sont représentatifs de cette époque, c'est-à-dire qu'ils ne comportent pas ou peu d'isolation thermique.

La résidence « **Honoré de Balzac** » est composée au total de 7 bâtiments. Un bâtiment est exclusivement réservé à un usage commercial. La répartition des logements des 6 autres bâtiments est la suivante :

Bâtiments	Numéro d'escalier	Nombre de logements
Bâtiment J	2, Rue Victor JACQUEMONT 1, 2, 3, 4 & 5 Place Victor JACQUEMONT	72
Bâtiment K	6, Place Victor JACQUEMONT 1, 3, 5 & 7, Rue Robert VIVIER 4, Place de l'Amiral QUERVILLE	60
Bâtiment L	2, 4, 6, 8 & 10, Rue Robert VIVIER	60
Bâtiment N	1, 3, 5, 7, 9, 11 & 13, Rue Victor JACQUEMONT 1 & 2, Place de l'Amiral QUERVILLE	101
Bâtiment M	5, Place de l'Amiral QUERVILLE 9, 11, 13, 15 & 17, Rue Robert VIVIER	72
Bâtiment O	1, 3, 5, 7, 9, 11 & 13, Mail Francis de MIOMANDRE 7 & 8, Place de l'Amiral QUERVILLE	101
TOTAL		466

Les superficies et les types de logements pour l'ensemble de la copropriété (extraits du règlement de copropriété) sont les suivants :

Type de logement	Surface moyenne en m ²	Nombre de logements
Studio	54	4
T2	De 57 à 68	37
T3	De 63 à 81	102
T4	De 87 à 93	202
T5	De 101 à 103	32
Duplex T4	De 111 à 114	8
Duplex T5	De 102 à 120	18
Duplex T6	De 119 à 146	50

La copropriété comprend des logements transformés en locaux professionnels, avec notamment des logements du Rez-de-Chaussée ou de Rez-de-Jardin qui sont utilisés comme cabinet dentaire, cabinet médical ou encore cabinet de kinésithérapie.

Le taux d'occupation de la copropriété est estimé à environ **85%**.

Le taux de propriétaires occupants est estimé à **70%** (calculé en fonction du retour du « Questionnaire Occupant »).

Les surfaces habitables et les SHON (Surface Hors Œuvre Nette) de chacun des bâtiments sont les suivantes :

Bâtiments	Surface Habitable en m ²	SHON (Surface Hors Œuvre Nette) en m ²
Bâtiment J	6 500	8 590
Bâtiment K	5 560	8 000
Bâtiment L	5 350	7 120
Bâtiment M	5 560	8 000
Bâtiment N	9 070	11 170
Bâtiment O	9 070	11 170

Le plan de masse de la résidence « *Honoré de Balzac* » est le suivant :

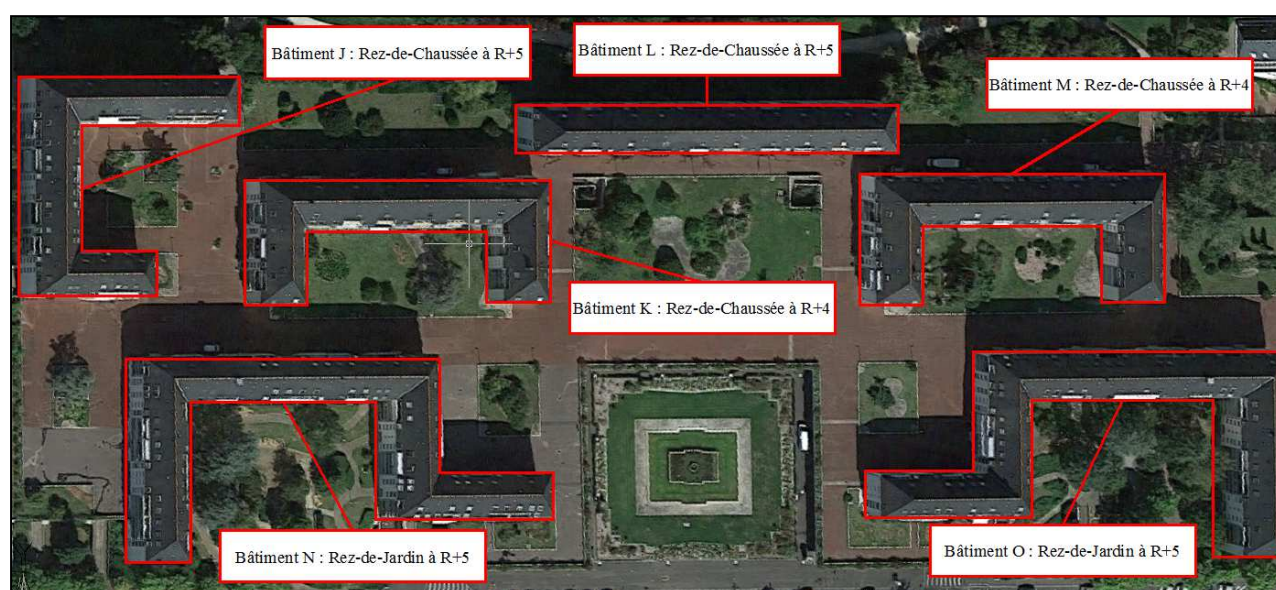


Figure 1 : Plan de masse de la résidence

Les plans du Sous-Sol N°2, Sous-Sol N°1 et du Rez-de-Chaussée ont été transmis, ils sont présents en *Annexe n°1* du présent document.

III.1.2. Localisation, masques et données météo

Les bâtiments de la résidence « *Honoré de Balzac* » sont situés au Sud de la ville de Tours à environ 15 minutes du centre-ville, les bâtiments se trouvent en zone urbaine.



Figure 2 : Plan de situation de la résidence

La localité du projet entraîne l'appartenance de la résidence à la zone climatique **H2**, ce qui donne une température extérieure de base de **-7°C** en hiver. L'Annexe n°08 présente la carte de France des zones climatiques.

Les relevés de la température extérieure, des DJU, de l'ensoleillement ainsi que de la pluviométrie et de l'exposition des vents sont ceux de la station météorologique de Tours/Parcay-Meslay, située au Nord de Tours.

Les températures extérieures moyennes au cours de l'année 2015 sont les suivantes :

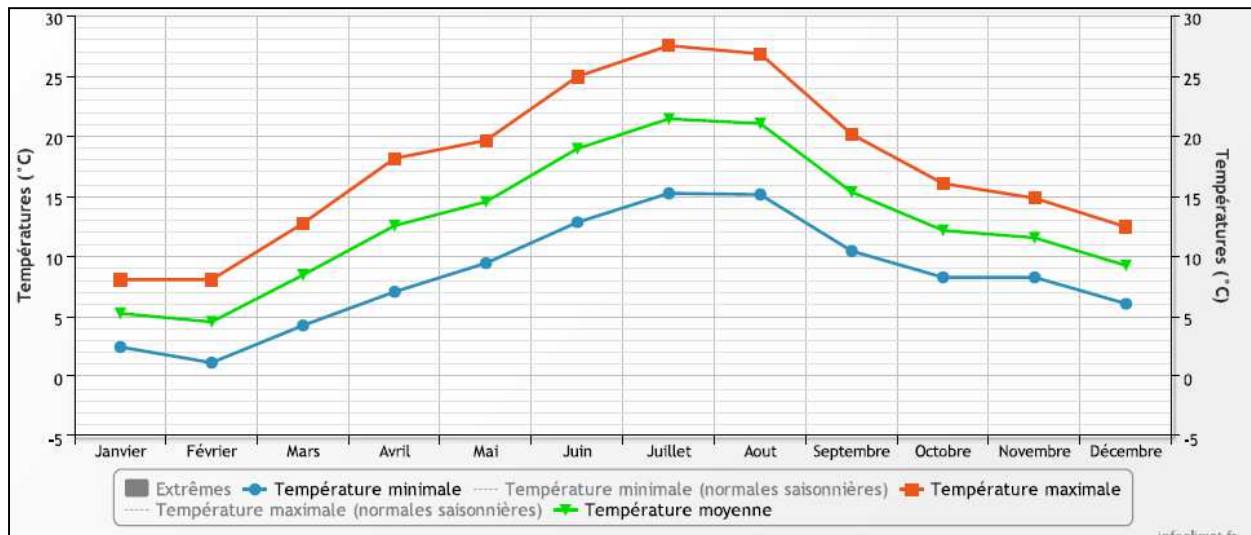


Figure 3 : Relevé des températures extérieures de la Station Météo de Tours/Parcay-Meslay

Les Degrés Jour Unifiés (DJU) sont utilisés pour qualifier la rigueur d'un climat et caractériser ainsi une consommation de chauffage. Les DJU représentent l'écart de température entre une température intérieure conventionnelle de 18°C et la température extérieure moyenne de la journée.

Ils sont calculés à partir du relevé des températures extérieures établi par Météo France sous forme de base de données annuelle ou trentenaire généralement sur une base de 18°C.

Les DJU sont additionnés sur une période de chauffage de 232 jours (du 1^{er} Octobre au 20 Mai), pour chaque jour, le nombre de DJU est calculé en faisant la différence entre la température de référence 18°C et la moyenne des températures minimales et maximales du jour en question, les DJU sont additionnés jour par jour, par mois et enfin par année, ce qui permet un calcul très précis pour déterminer les besoins de chauffage d'un bâtiment d'une zone climatique donnée.

$$DJU_{journalier} = 18 - \frac{T_{min} - T_{max}}{2}$$

$$DJU_{annuels} = \text{Somme des } DJU_{journaliers}$$

Le graphique suivant présente l'ensoleillement mensuel ainsi que les DJU au cours de l'année 2015.

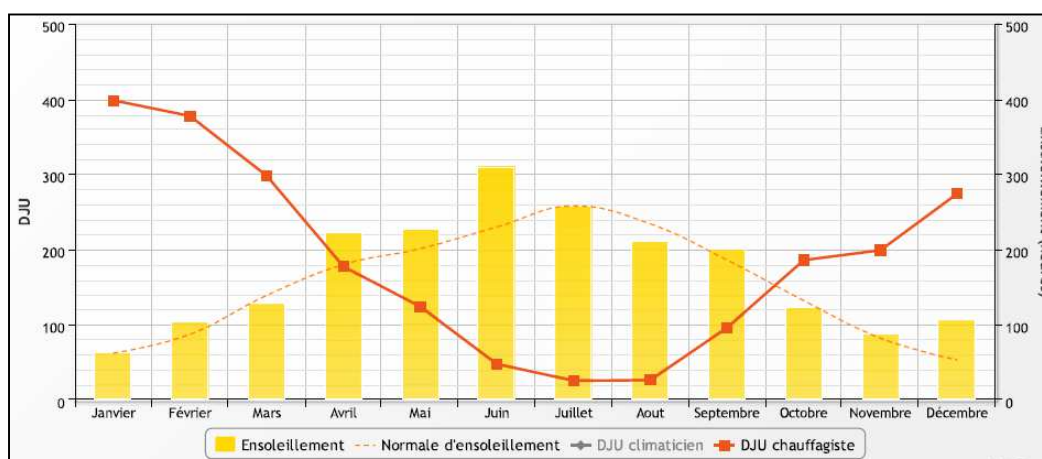


Figure 4 : Ensoleillement et DJU mensuel pour la station météo de Tours/Parcay-Meslay

Les DJU annuels pour l'année civile 2015 sont de **2230°C**

Les DJU trentenaires sont **2445°C**.

La pluviométrie annuelle de la ville de Tours sur l'année 2015 était de **570 mm d'eau**.

La répartition des précipitations sur l'ensemble de l'année était la suivante :

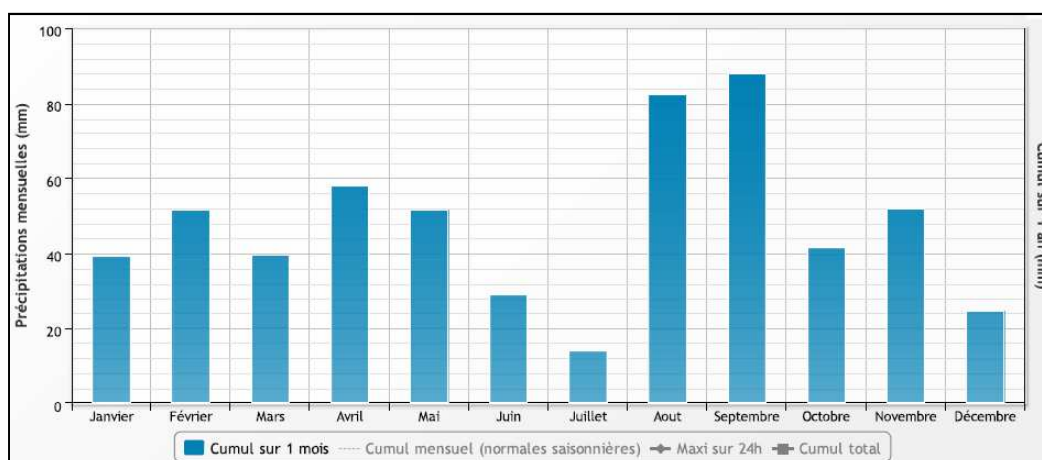


Figure 5 : Précipitations mensuelles données par la station météo de Tours/Parcay-Meslay

III.1.3. Situation vis-à-vis du Plan Local de l'Urbanisme

Les bâtiments de la copropriété ne se trouvent pas à proximité d'un monument historique inscrit ou classé, comme le montre l'Annexe n°2.

En résumé la copropriété fait partie de la zone **US**.

Concernant la mise en place d'une isolation par l'extérieur, celle-ci ne doit pas « dénaturer le bâti existant » et « assurer l'intégration du projet dans l'environnement ».

Concernant la mise en œuvre des menuiseries, celles-ci doivent « reproduire les menuiseries d'origines, teintes comprises ».

III.1.4. Travaux réalisés et à venir au sein de la copropriété

Ci-après, la liste des travaux déjà effectués de la copropriété au cours des années antérieures :

- Ravalement de façade en 2011/2012
- Remplacement des bouches d'extraction en logements en 2011/2012
- Etanchéités des sols locaux chauffage
- Fermeture par rideau mécanique de l'accès de la loge Gardien

Les travaux à venir au sein de la copropriété sont les suivants :

- Mise en place de rampe d'accès PMR côté square
- Modernisation des vannages Chauffage et ECS (Plan pluriannuel)
- Modernisation et rénovation des vannes d'arrêt eau froide (Plan pluriannuel)
- Programme de clapets anti-retour EC et EF sur un programme de 5 années
- Mise en conformité des ascenseurs – Phase 2013

III.2. Description des bâtiments

III.2.1. Description du bâti

Dans cette partie, les compositions de chaque élément constructif des bâtiments seront précisées.

III.2.1.1. Composition des parois

La composition des parois du projet est la suivante (de l'intérieur vers l'extérieur) :

Murs en contact avec l'extérieur

La composition des murs donnant sur l'extérieur est la suivante :

- *Pierre tendre ou demi-ferme*
Épaisseur : **22 cm**
Résistance Thermique : **0,16 m².K/W**
- *Lame d'air isolante*
Épaisseur : **4 cm**
Résistance Thermique : **0,18 m².K/W**
- *Plaque de plâtre*
Épaisseur : **1 cm**
Résistance Thermique : **0,05 m².K/W**



Le coefficient de transfert thermique de cette paroi est de : **1,70 W/(m².K)**

Murs en contact avec l'extérieur (panneau entre menuiserie)

La composition des panneaux entre les menuiseries est la suivante :

- *OSB*
Épaisseur : **2 cm**
Résistance Thermique : **0,15 m².K/W**
- *Isolant en polystyrène*
Épaisseur : **4 cm**
Résistance Thermique : **0,95 m².K/W**
- *OSB*
Épaisseur : **2 cm**
Résistance Thermique : **0,15 m².K/W**



Le coefficient de transfert thermique de cette paroi est de : **0,70 W/(m².K)**

On rappelle que l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existante globale), impose une résistance thermique minimale (R) de **2,30 m².K/W** pour les murs donnant sur l'extérieur ; soit un coefficient de transmission thermique maximal (U) de **0,43 W/(m².K)**.

Murs en contact avec un local non chauffé

La composition de murs donnant sur un local non chauffé est la suivante :

- *Béton*
Epaisseur : **20 cm**
Résistance Thermique : **0,25 m².K/W**

Le coefficient de transfert thermique de cette paroi est de : **1,96 W/(m².K)**

Plancher bas sur Parking

La composition du plancher bas sur Parking des bâtiments est la suivante :

- *Béton*
Epaisseur : **20 cm**
Résistance Thermique : **0,25 m².K/W**
- *Isolant en fibrastyrène*
Epaisseur : **5 cm**
Résistance Thermique : **1,39 m².K/W**

Le coefficient de transfert thermique de cette paroi est de : **0,45 W/(m².K)**



On rappelle que l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existante globale), impose une résistance thermique minimale (R) de **2,30 m².K/W** pour les plancher bas donnant sur l'extérieur ou un parking collectif ; soit un coefficient de transmission thermique maximal (U) de **0,43 W/(m².K)**.

Plancher haut incliné (Rampant)

La composition des toitures des bâtiments est la suivante :

- *Charpente bois avec ardoise noire*
- *Lame d'air non ventilée*
- *Epaisseur : 5 cm*
- *Résistance Thermique : 0,16 m².K/W*
- *Doublage en plaque de plâtre sans isolant*
- *Epaisseur : 1 cm*
- *Résistance Thermique : 0,40 m².K/W*



Le coefficient de transfert thermique de cette paroi est de : **1,43 W/(m².K)**

Plancher haut des combles

La composition des planchers hauts des combles des bâtiments est la suivante :

- *Dalle béton*
- *Epaisseur : 20 cm*
- *Résistance Thermique : 0,25 m².K/W*
- *Isolant en laine de verre déroulée*
- *Epaisseur : de 0 à 20 cm suivant le bâtiment*
- *Résistance Thermique : de 0 à 5,26 m².K/W*



Le coefficient de transfert thermique de cette paroi est de : **2,56 à 0,177 W/(m².K)**

On rappelle que l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existante globale), impose une résistance thermique minimale (R) de **4,00 m².K/W** pour les rampants de toiture de pente inférieure à 60° ; soit un coefficient de transmission thermique maximal (U) de **0,25 W/(m².K)**

III.2.1.2. Composition des menuiseries extérieures

Le « Questionnaire occupant » (présenté en *Annexe n°4* de cet audit) et les visites des logements effectuées ont permis de mettre en évidence les différents types de menuiserie rencontrés sur l'ensemble de la copropriété.

La méthode de calcul des caractéristiques des menuiseries est présentée en *Annexe n°3* de cet audit.

Menuiseries bois simple vitrage

Une part importante des menuiseries est en bois avec simple vitrage, elles présentent des volets roulants extérieurs manuels en PVC non isolés. Ces menuiseries datent de la construction du bâtiment.

Les huisseries sont principalement en mauvais état. Elles provoquent donc une sensation de froid liée à une mauvaise étanchéité pour une grande partie des occupants.



Les caractéristiques thermiques des menuiseries précédemment décrites sont les suivantes :

$$U_g = 5,00 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_f = 2,50 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_w = 4,00 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Ces menuiseries représentent **46%** des menuiseries de l'ensemble de la copropriété.

Menuiseries Aluminium double vitrage

54 % des occupants des logements ont procédé au remplacement des menuiseries de leur logement. Elles sont en aluminium avec double vitrage 4/16/4 avec remplissage Argon, elles présentent des volets roulants extérieurs électriques en PVC isolés. Ces menuiseries ont en majorité moins de 5 ans.

Les huisseries sont en bon état, avec une étanchéité à l'air correcte et offrent un meilleur confort thermique aux occupants.



Les caractéristiques thermiques des menuiseries précédemment décrites sont les suivantes :

$$U_g = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_f = 2,50 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

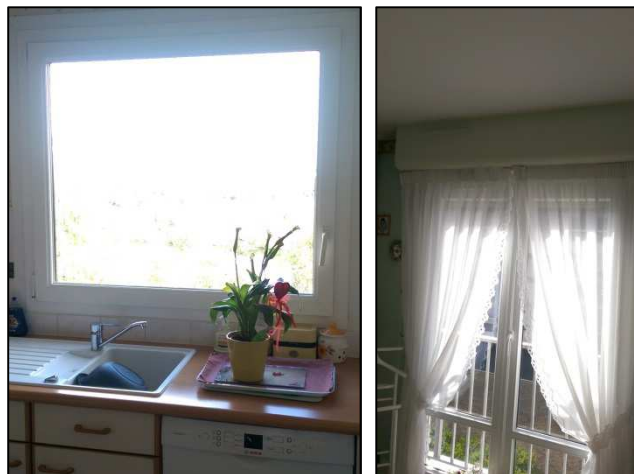
$$U_w = 2,10 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Ces menuiseries représentent **29%** des menuiseries de l'ensemble de la copropriété.

Menuiseries PVC double vitrage

54 % des occupants des logements ont procédé au remplacement des menuiseries de leur logement. Elles sont en PVC avec double vitrage 4/16/4 avec remplissage Argon, elles présentent des volets roulants extérieurs électriques en PVC isolés. Ces menuiseries ont en majorité moins de 5 ans.

Les huisseries sont en bon état, avec une étanchéité à l'air correcte et offrent un meilleur confort thermique aux occupants.



Les caractéristiques thermiques des menuiseries précédemment décrites sont les suivantes :

$$U_g = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_f = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

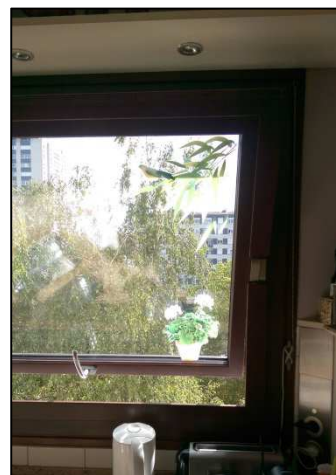
$$U_w = 1,70 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Ces menuiseries représentent **13%** des menuiseries de l'ensemble de la copropriété.

Menuiseries bois double vitrage

54 % des occupants des logements ont procédé au remplacement des menuiseries de leur logement. Elles sont en bois avec double vitrage 4/16/4 avec remplissage Argon, elles présentent des volets roulants extérieurs électriques en PVC isolés. Ces menuiseries ont en majorité moins de 5 ans.

Les huisseries sont en bon état, avec une étanchéité à l'air correcte et offrent un meilleur confort thermique aux occupants.



Les caractéristiques thermiques des menuiseries précédemment décrites sont les suivantes :

$$U_g = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_f = 2,60 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_w = 2,20 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Ces menuiseries représentent **12%** des menuiseries de l'ensemble de la copropriété.

Velux simple vitrage

46% des occupants des logements n'ont pas procédé au remplacement des velux de leur logement. Ils sont en bois avec simple vitrage. Ces menuiseries datent de la construction des bâtiments. De plus, elles ne possèdent pas de store intérieur à l'origine. Cependant des occupants ont mis en place des stores intérieurs (comme le montre la photo suivante).

Les huisseries sont principalement en mauvais état. Elles provoquent donc une sensation de froid liée à une mauvaise étanchéité pour une grande partie des occupants.

Les caractéristiques thermiques des menuiseries précédemment décrites sont les suivantes :

$$U_g = 4,5 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_f = 3,50 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_w = 5,50 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$



Ces menuiseries représentent **46%** des velux de l'ensemble de la copropriété.

Velux double vitrage

54% des occupants des logements ont procédé au remplacement des velux de leur logement. Ils sont en bois avec double vitrage 4/16/4 avec remplissage Argon. Ces menuiseries ont en majorité moins de 5 ans.

Les huisseries sont en bon état, avec une étanchéité à l'air correcte et offrent un meilleur confort thermique aux occupants grâce à la présence de volets roulants intérieurs et/ou à des stores occultants noirs.



Les caractéristiques thermiques des menuiseries précédemment décrites sont les suivantes :

$$U_g = 1,90 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_f = 2,60 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_w = 2,30 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Ces menuiseries représentent **54%** des velux de l'ensemble de la copropriété.

Porte des halls d'entrées

La majorité des portes des halls d'entrées des cages d'escaliers sont en aluminium avec simple vitrage.

Les huisseries sont principalement en mauvais état. Elles provoquent donc une sensation de froid liée à une mauvaise étanchéité pour une grande partie des occupants.

Les portes des halls d'entrées de 2 cages d'escalier du bâtiment O ont été remplacées par des portes en aluminium avec double vitrage et ouverture par bouton poussoir.



Les caractéristiques thermiques des portes d'entrées d'origine précédemment décrites sont les suivantes :

$$U_g = 5,80 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$U_f = 4,50 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$U_d = 5,40 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Les caractéristiques thermiques des portes d'entrées remplacées précédemment décrites sont les suivantes :

$$U_g = 1,40 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$U_f = 3,00 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$U_d = 2,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

III.2.1.3. Etanchéité des bâtiments

Les logements des bâtiments sont étanches à l'air et à l'eau dans le cas où les menuiseries existantes ont été remplacées.

Concernant les logements dont les menuiseries extérieures ont été conservées, ces dernières présentent des infiltrations d'air et d'eau non négligeables comme le montre les photographies suivantes :

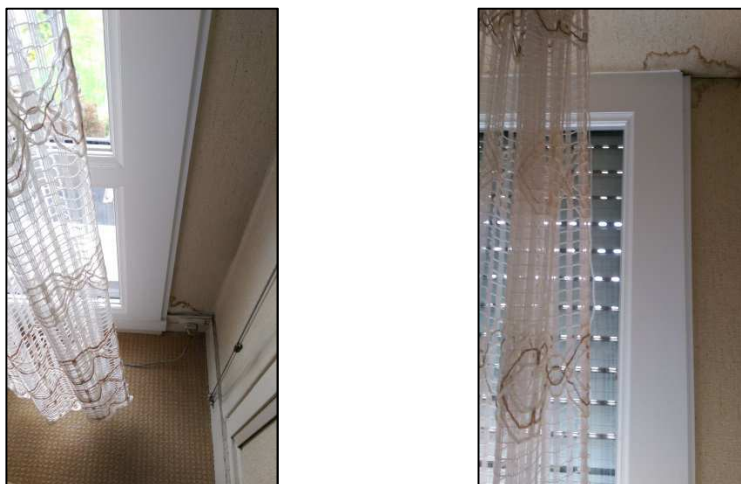


Figure 6 : Infiltrations d'eau présentes avant le remplacement des menuiseries

De plus, les coffres de volets roulants existants présentent de nombreuses infiltrations d'air provenant de l'extérieur.



Figure 7 : Infiltrations d'air présentes au niveau du coffre des volets roulants

Un bâtiment étanche à l'air est un bâtiment qui ne laisse pas s'échapper des calories par l'intermédiaire des jonctions entre différents éléments d'une paroi (comme par exemple le cadre d'une fenêtre et un mur). Toutefois, une bonne ventilation des logements est nécessaire afin de :

- Apporter un air neuf et de pourvoir aux besoins en oxygène des occupants ;
- Evacuer les odeurs et les polluants qui s'accumulent à l'intérieur d'un logement ;
- Eliminer l'excès d'humidité.

III.2.1.4. Dispositifs de protections solaires

Les fenêtres de tous les logements présentent des protections solaires extérieures sauf les fenêtres des cuisines qui ne possèdent pas de store intérieur ni de volet roulant extérieur.

Pour des raisons soit de confort, soit de besoins fonctionnels, un certain nombre de vitrages au travers des bâtiments sont occultés. Ainsi, on trouve de manière plus ou moins fréquente, plus ou moins manœuvrable et plus ou moins en bon état les éléments suivants :

- Des stores intérieurs à lamelles (sur les Velux des Duplex et sur les fenêtres des cuisines) ;
- Des stores intérieurs en toile noire (sur les Velux des Duplex) ;
- Des persiennes positionnées sur les balcons (des séjours) ;
- Des volets roulants extérieurs (pour les baies des séjours et des chambres).



Figure 8 : Persienne des balcons

III.2.1.5. Synthèse

	Composition	U _{paroi} (en W/(m².K))	Références		Commentaires
			RT 2005	BBC	
Mur en contact avec l'extérieur	Pierre tendre ou demi-ferme Lame d'air isolante Plaque de plâtre	1,79	0,43	Min = 0,18 Max = 0,31	Les parois ne sont pas isolées mais bénéficient d'une bonne inertie thermique pour le confort d'été.
Mur en contact avec l'extérieur Panneau entre menuiseries	OSB Isolant OSB	0,70			Les parois n'ont pas une étanchéité à l'air performante.
Mur en contact avec un LNC	Béton	1,96			Sans commentaire.
Plancher bas sur parking	Béton Isolant	0,45	0,43	Min = 0,25 Max = 0,41	L'isolant des planchers bas est en mauvais état. Des parties ne sont pas isolées (traversées de plancher des réseaux).
Plancher haut incliné (Rampant)	Charpente bois Lame d'air Plaque de plâtre	1,43	0,43	Min = 0,18 Max = 0,31	Ces parois ne sont pas isolées. La montée en température est très importante en été.
Plancher haut des combles	Béton Laine de verre	2,56	0,25	Min = 0,1 Max = 0,15	Les isolants en combles ne sont pas en bon état lorsqu'ils sont présents.
Menuiseries	Bois simple vitrage	4,50 & 5,50 (Velux)	Ouvrant : Coulissant = 2,6 Autres = 2,3	Min = 0,7 Max = 1,7	Les menuiseries sont vétustes et provoquent un inconfort thermique aux occupants.
	Aluminium double vitrage	2,10			Ces menuiseries ont été remplacées dans les 5 dernières années. L'état général de ces menuiseries est très bon.
	P.V.C. double vitrage	1,70			Ces menuiseries ont été remplacées dans les 5 dernières années. L'état général de ces menuiseries est très bon.
	Bois double vitrage	2,20 & 2,30 (Velux)			Ces menuiseries ont été remplacées dans les 5 dernières années. L'état général de ces menuiseries est très bon.
Portes d'entrées des Halls	Aluminium simple vitrage	5,40 & 2,30 (remplacées)			Les portes des Halls d'origine ne sont pas étanches et sont mal isolées. Les portes remplacées assurent un meilleur confort aux occupants que ce soit d'un point de vue thermique que sécurité.

III.2.2. Analyse des équipements techniques

Dans cette partie, les systèmes et équipements relatifs aux postes suivants seront analysés :

- Chauffage ;
- Eau chaude sanitaire ;
- Eau potable sanitaire ;
- Renouvellement et traitement de l'air ;
- Eclairage ;
- Installations électriques.

III.2.2.1. Le Chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire

L'ensemble des bâtiments de la copropriété est chauffé par l'intermédiaire de deux Sous-Stations alimentées par le réseau de chaleur dont la production est réalisée par la Centrale de cogénération de Tours, « Les Rives du Cher ».

➤ Sous-Stations N°1

La Sous-Station N°1 dessert les bâtiments L, M & O de la copropriété.



Figure 9 : Sous-Station alimentant les Bâtiments L, M & O

Le schéma de principe de l'installation est le suivant :

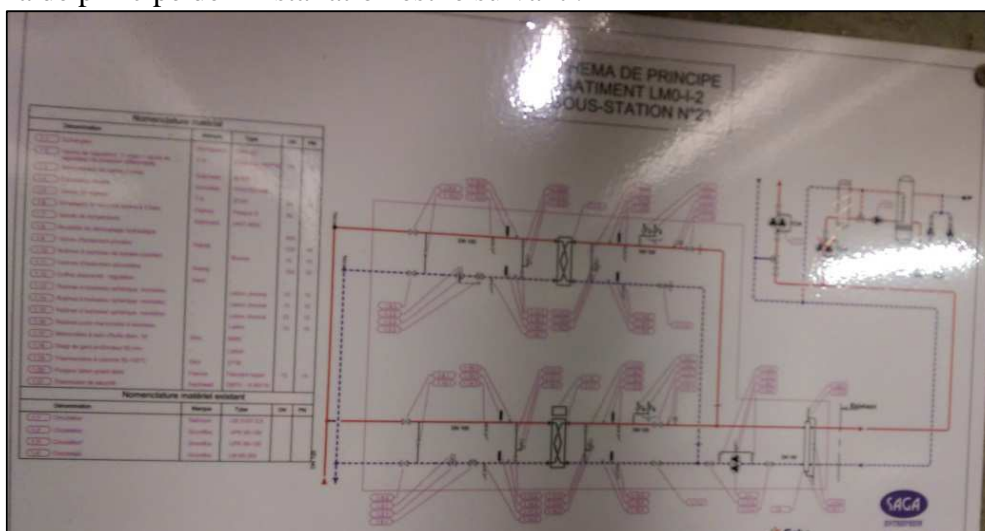


Figure 10 : Schéma de principe de la Sous-Station des Bâtiments L, M & O

Cette Sous-Station possède **2 échangeurs à plaques** d'une puissance de 1200 kW (138 plaques par échangeur) de la marque **Barriquand**.

Ces deux échangeurs prennent en charge la production du Chauffage et de l'Eau Chaude Sanitaire des trois bâtiments.



L'installation comprend une **bouteille de découplage**. Elle a pour but de séparer les circuits primaires (départs et retours des échangeurs à plaques) des circuits secondaires (distributions de chauffage et d'eau chaude sanitaire). Elle a aussi comme rôle de permettre une distribution de plusieurs circuits secondaires à des températures différentes.



L'installation comprend un **circulateur double** pour le réseau de chauffage de la marque **Grundfos**.

Les circulateurs sont à débits constants.



L'installation comprend **deux pompes simples montées en parallèle** permettant la circulation de l'eau chaude sanitaire.

Les pompes sont à débits constants.



L'installation comprend **4 vases d'expansion de 300 litres** chacun. Ils ont pour but de compenser les variations de volumes de la masse d'eau de l'installation, suite à la fluctuation de température.



Cette installation comprend **des vannes trois voies** ainsi que des **servomoteurs** permettant la régulation des températures et des débits des réseaux de chauffage et d'eau chaude sanitaire.



La régulation de la sous-station est réalisée par une régulation de type **TREND** mise en place depuis 2013.



➤ Sous-Station N°2

La Sous-Station N°2 dessert les bâtiments J, K & N de la copropriété.



Figure 11 : Sous-Station alimentant les Bâtiments J, K & N

Le schéma de principe de l'installation est le suivant :

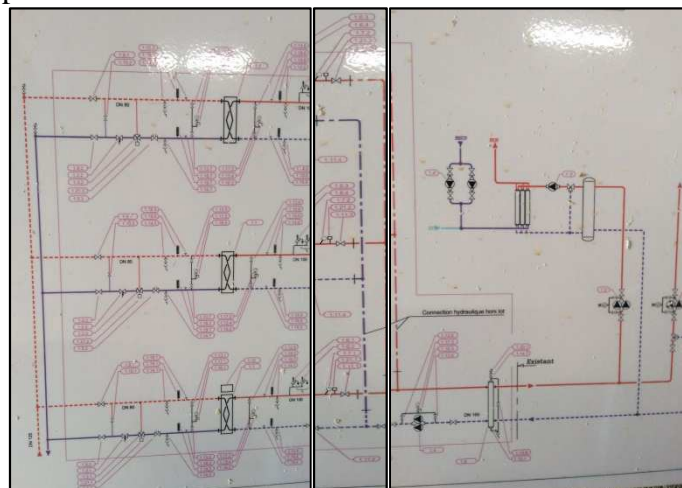


Figure 12 : Schéma de principe de la Sous-Station des bâtiments J, K & N

Cette Sous-Station possède **3 échangeurs à plaques** d'une puissance de 850 kW (92 plaques par échangeur) de la marque **Barriquand**.

Ces trois échangeurs prennent en charge la production du Chauffage et de l'Eau Chaude Sanitaire des trois bâtiments.

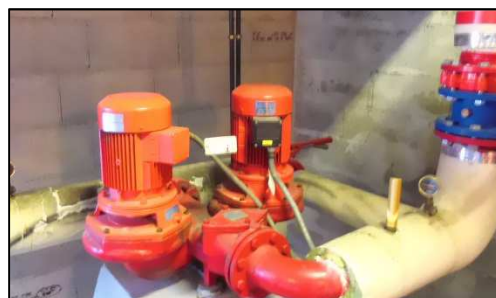


L'installation comprend une **bouteille de découplage**. Elle a pour but de séparer les circuits primaires (départs et retours des échangeurs à plaques) des circuits secondaires (distributions de chauffage et d'eau chaude sanitaire). Elle a aussi comme rôle de permettre une distribution de plusieurs circuits secondaires à des températures différentes.



L'installation comprend un **circulateur double** pour le réseau de chauffage de la marque **Grundfos**.

Les circulateurs sont à débit constants.

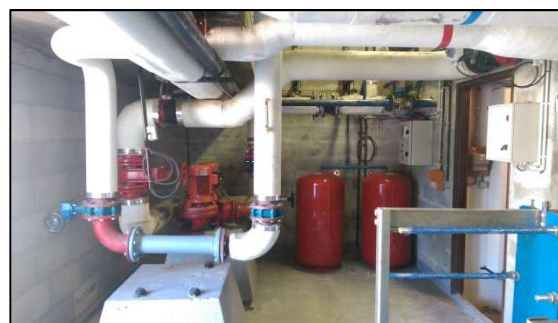


L'installation comprend **deux pompes simples montées en parallèles** permettant la circulation de l'eau chaude sanitaire.

Les pompes sont à débits constants.



L'installation comprend **2 vases d'expansion de 200 litres** chacun. Ils ont pour but de compenser les variations de volumes et la masse d'eau de l'installation, suite à la fluctuation de température.



Cette installation comprend **des vannes trois voies** ainsi que des **servomoteurs** permettant la régulation des températures et des débits des réseaux de chauffage et d'eau chaude sanitaire.



La régulation de la sous-station est réalisée par une régulation de type **TREND** mise en place depuis 2013.



Les Sous-Stations sont globalement en bon état, toutefois des fuites et des calorifuges vieillissants ou manquants ont été repérés, comme le montre les photographies suivantes :



Figure 13 : Calorifuge manquant en Sous-Station



Figure 15 : Calorifuge abîmé en Sous-Station



Figure 14 : Fuite sur vanne 1/4 de tour



Figure 16 : Calorifuge manquant suite au remplacement d'une vanne

Un ralenti de nuit est présent sur l'installation, il est piloté par la régulation de l'installation. Toutefois la valeur de ce réduit de température n'est pas connue.

➤ Distributions en Parking

Les réseaux de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire partant de la chaufferie passent par le Sous-Sol des bâtiments. En pied de chaque colonne est présent un purgeur et une vanne de réglage. Toutefois un équilibrage complet des installations semble nécessaire, en effet aucune étiquette sur la valeur de l'équilibrage n'est présente.

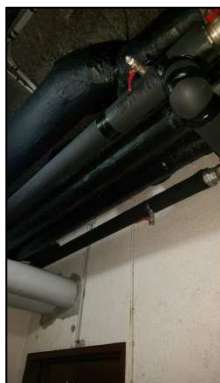


Figure 17 : Distribution en Sous-Sol



Figure 18 : Départ vers colonne en logement

Chaque radiateur est alimenté par une colonne Aller/Retour comme le montre le schéma de principe qui suit :

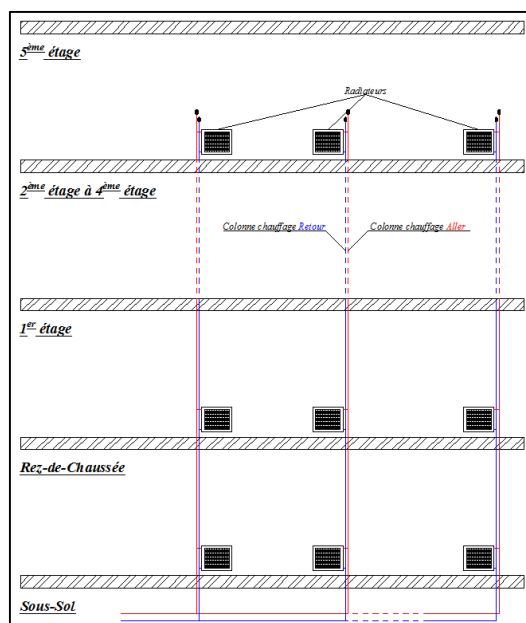


Figure 19 : Schéma de principe de la distribution intérieure des radiateurs

➤ Distributions en logements & Emetteurs de chaleur

L'ensemble des logements de la copropriété est chauffé par l'intermédiaire d'émetteurs à eau chaude en acier de type convecteur à eau ou radiateur en acier. Les émetteurs de chaleur présents sur une façade sont équipés de robinets thermostatiques alors que les émetteurs présents sur l'autre façade sont équipés de robinets simples réglages.

Dans l'ensemble des bâtiments, les émetteurs de chaleur des logements sont identiques aux émetteurs de chaleur existants dans 78% des cas, à savoir des convecteurs à eau chaude.

Ces émetteurs présentent des défauts de chauffe, en effet ils ne chauffent que sur 50% de leur hauteur. De plus, de nombreux occupants ont des problèmes pour utiliser les robinets (thermostatiques ou non) des émetteurs de chaleur. Ce défaut de chauffe est certainement dû à une présence de boues dans ces derniers.



Figure 20 : Convecteur à eau chaude avec robinet simple réglage



Figure 21 : Convecteur à eau chaude avec robinet thermostatique

Dans 22% des logements les émetteurs à eau chaude ont été remplacés en intégralité ou partiellement (mise en place de sèche-serviettes en salles de bains). Les nouveaux émetteurs de chaleurs sont eux aussi équipés de robinets thermostatiques ou simple réglage suivant l'exposition de la façade du logement. Il s'agit de radiateur en acier.



Figure 22 : Radiateur remplacé avec robinet thermostatique



Figure 23 : Sèche-serviettes en salle de bains avec robinet simple réglage

Certaines salles de bains des logements sont chauffées uniquement par les conduits de chauffage Aller et Retour passant dans les pièces.

Au point le plus haut de la colonne de chauffage, le réseau Aller est équipé de purgeur d'air :



Figure 24 : Purgeur d'air au point le plus haut de la colonne de chauffage

Ces colonnes ne sont pas isolées à l'intérieur des logements.

Il n'y a pas de comptage individuel relatif aux consommations énergétiques de chauffage.

De plus, un désembouage ne semble pas avoir été réalisé sur l'ensemble des réseaux de distribution.

La distribution de l'eau chaude sanitaire se fait par les gaines techniques présentes en Cuisine et en Salles de Bains. Chaque colonne dispose de vanne d'arrêt.



Figure 25 : Vanne de la colonne de distribution de l'eau chaude sanitaire en fin de réseau



Figure 26 : Vanne de la colonne de distribution de l'eau chaude sanitaire

Au cours des années précédentes, des légionnelles ont été détectées au niveau d'un ou plusieurs points de puisages. Depuis l'année dernière, la température de distribution de l'Eau Chaude Sanitaire a été augmentée afin de palier à ce problème. Toutefois, les températures de l'Eau Chaude ne sont pas les mêmes en fonction du logement considéré. En effet, la température de l'eau chaude sanitaire dans un logement proche d'une des Sous-Stations est plus élevée que pour un logement situé en fin de réseau.

De façon générale, les Sous-Stations ne sont pas entretenues de façon optimale. En effet, certains composants de l'installation sont vétustes et ne sont pas remplacés, les échangeurs de chaleurs ne sont pas calorifugés et des réseaux en sous-sols ou en sous-stations ne sont pas calorifugés suite à un remplacement de tronçon de canalisation.

De plus, le carnet d'entretien n'est pas rempli de façon complète, certains éléments sont manquants.

III.2.2.2. Ventilation

La ventilation des bâtiments se fait par l'intermédiaire d'une ventilation mécanique contrôlée de type Auto Réglable. L'extraction de l'air se fait par des caissons d'extraction positionnés en combles.



Figure 27 : Caisson d'extraction en combles

Chaque caisson d'extraction extrait l'air des cuisines, salles de bains et W.C. de plusieurs cages d'escaliers, comme le montre le schéma suivant :

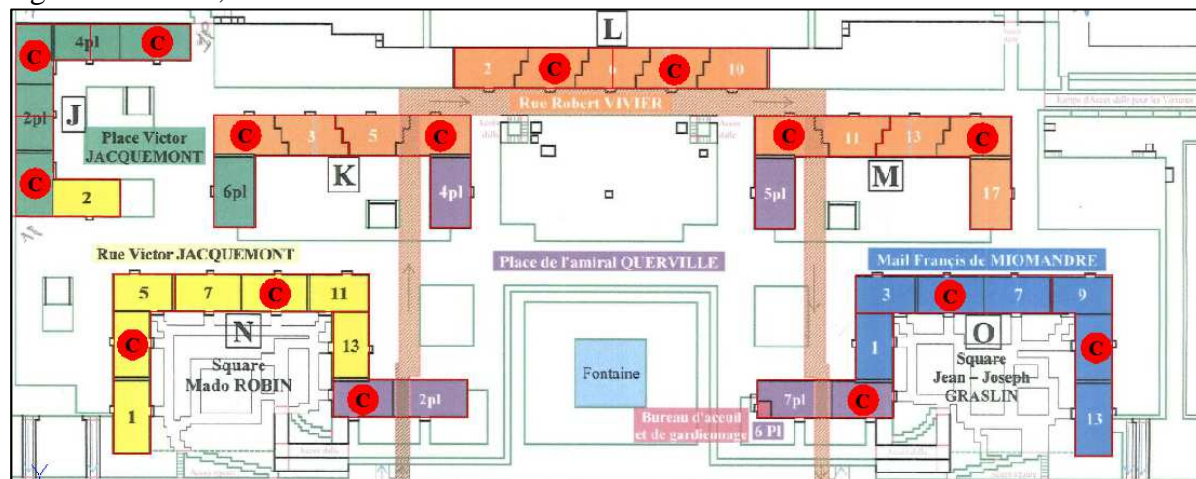


Figure 28 : Positions des caissons d'extraction en combles et zone d'extraction

Les gaines d'extraction sont en acier galvanisé d'un diamètre compris entre 300mm et 500mm suivant la colonne d'extraction considérée. Une partie du réseau d'extraction chemine en combles puis passe par les gaines techniques des cuisines et salles de bains.



Figure 29 : Cheminement des gaines d'extraction en combles



Figure 30 : Cheminement des gaines d'extraction en combles



Figure 31 : Cheminement des gaines d'extraction en combles

Il n'y a pas de voyant de report en cage d'escalier permettant d'identifier le dysfonctionnement des caissons.

Les caissons d'extraction sont globalement vieillissants mais fonctionnent encore correctement.

Les bouches d'extraction en logement ont été remplacées il y a moins de 5 ans dans chaque logement. Dans chaque cuisine une bouche d'extraction avec commande du débit de pointe par cordelette est présente. En salle de bains et W.C. on peut observer une bouche d'extraction sans cordelette.



Figure 32 : Bouche d'extraction en salle de bains



Figure 33 : Bouches d'extraction en cuisine avec commande du débit de pointe par cordelette

Dans certains cas, les bouches d'extraction n'ont pas été nettoyées mais les conduits d'extractions sont propres :



Figure 34 : Bouche d'extraction encrassée



Figure 35 : Conduit entre colonne et bouche d'extraction

En moyenne les débits d'extraction mesurés dans les différentes pièces sont les suivants :

Pièce	Cuisine	Salle de Bains	W.C.
Débit moyen mesuré (en m ³ /h))	70	66	70

Les débits d'extraction dans les salles de bains et les W.C. semblent un peu élevés par rapport aux débits d'air extraits minimum, à savoir 30 m³/h en salle de bains et 15m³/h en WC.

III.2.2.3. Eclairage

L'audit se limite à l'analyse de l'éclairage naturel et de l'éclairage intérieur des locaux communs, c'est-à-dire des halls d'entrée et des circulations communes.

➤ Eclairage naturel

Du fait que les logements de la résidence soient traversant et que la quantité des surfaces vitrées des logements soit importante (grandes baies en séjour et en chambres), ils disposent d'un accès important à la lumière naturelle quelle que soit l'orientation du bâtiment.

➤ Eclairage artificiel des locaux communs

La quasi-totalité des cages d'escaliers est équipée de luminaires en plafond avec commande par bouton poussoir avec temporisation.



Figure 36 : Eclairage des cages d'escaliers

Certaines cages d'escaliers sont équipées d'éclairage plus récent avec commande sur détection de présence.

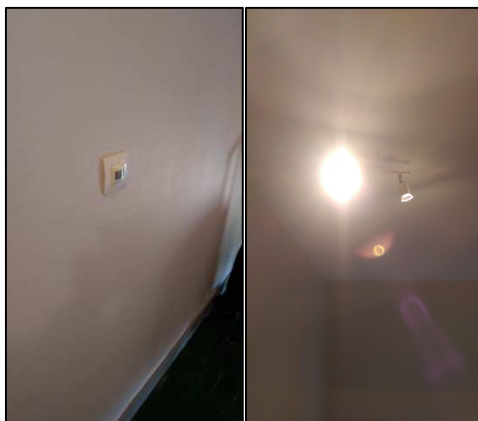


Figure 37 : Détecteur de présence et éclairage remplacé en cage d'escalier

Les locaux de circulation en Sous-Sol sont éclairés par des luminaires de type Park.



Figure 38 : Eclairage en Sous-Sol N°2

Les luminaires sont équipés en majorité de lampes à incandescences et de tubes fluorescents (Sous-Sols).

Il n'y a pas d'éclairage extérieur devant les portes d'entrée. Pour rappel la législation concernant l'accessibilité handicapé demande :

- 20 lux moyen au sol ;
- 100 lux moyen au sol pour les cheminements/circulations horizontaux ;
- 150 lux moyen au sol pour les cheminements verticaux / escaliers.

III.2.2.4. Installations électriques

Chaque logement est équipé d'un tableau électrique comprenant les éléments suivants :

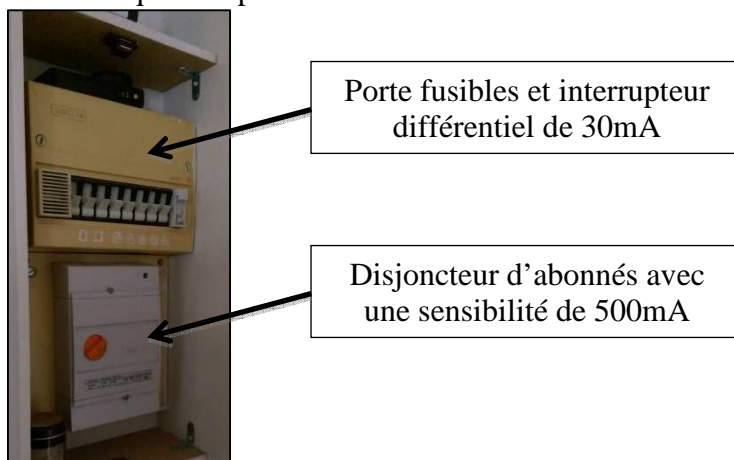


Figure 39 : Tableau électrique en logement d'origine

Dans certains logements les tableaux électriques à l'intérieur des logements ont été remplacés et remis en conformité :



Figure 40 : Exemple de tableau électrique en logement remplacé

La mesure des consommations électriques se fait depuis l'alimentation en gaine palière des logements. Le compteur d'électricité semble avoir été remplacé il y a peu de temps. Les colonnes montantes électriques ErDF datent des années de la construction des bâtiments, toutefois elles comportent un comptage électronique mais sans télé-relevé.



Figure 41 : Compteur électrique en gaine palière

Les colonnes montantes télécom et télévision cheminent dans les colonnes montantes des courants faibles comme le montre la photographie suivante :



Figure 42 : Colonne télécom et télévision en gaine palière

Le système d'interphonie respecte la loi d'accessibilité handicapé (positionnement / accessibilité / hauteur et type audio « simple ») sur toutes les entrées.



Figure 43 : Positionnement de la platine de rue et du combiné d'interphonie en logement

III.2.3. Analyse de l'utilisation des bâtiments

➤ Retour des avis des occupants

Une partie substantielle de l'audit énergétique repose sur les témoignages des utilisateurs du bâtiment qui sont confrontés toute l'année aux qualités et défauts du site.

Des questionnaires ont donc été distribués dans les boîtes aux lettres de tous les logements, il est présenté en *Annexe n°4* de l'audit énergétique.

L'analyse de la totalité du questionnaire est présentée en *Annexe n°5* de l'audit thermique.

En complément des « Questionnaires occupants », des visites sur site ont été réalisées permettant de réaliser un relevé des températures intérieures en été et un contrôle visuel des installations. Le relevé des températures intérieures en été est présenté en *Annexe n°6* et le planning de ces visites en *Annexe n°7*.

Les questionnaires ainsi que les visites sur site ont permis d'aborder un certain nombre de points majeurs :

- Confort d'été :

La température intérieure des bâtiments en été est correcte pour une majorité des personnes. Toutefois les occupants des Duplex situés aux derniers niveaux des bâtiments se plaignent de températures très élevées.

- Confort d'hiver :

La température intérieure du bâtiment en hiver est suffisante pour une majorité des occupants. Toutefois les occupants des Rez-de-Chaussée et Rez-de-Jardin se plaignent d'une température trop basse durant cette saison.

- Eclairage

L'éclairage naturel des logements est l'atout principal des bâtiments. En effet, les logements étant traversant, une luminosité importante est toujours présente quelle que soit l'heure de la journée.

La gestion de l'éclairage des parties communes n'est pas satisfaisante pour une partie des occupants. Une gestion par détection de présence semble la solution la plus adaptée afin de réduire les consommations énergétiques liées à l'éclairage des circulations communes.

- Ventilation

La ventilation des logements est satisfaisante pour la totalité des occupants, en effet aucune trace de moisissure n'a été vue lors des visites sur site.

- Maintenance

Les installations de chauffage et d'eau chaude sanitaire sont générées par la société **DALKIA** qui est titulaire d'un contrat de maintenance de type **P1, P2, P3**.

Le contrat de maintenance de type **P1** est la prestation relative à la fourniture d'énergie ou de combustible par l'exploitant. Le mode de rémunération de ce poste est de type « **Intégral** ».

Le contrat de maintenance de type **P2** est la prestation relative à l'entretien et à la maintenance des installations de la copropriété. C'est le poste de « base » d'un contrat de maintenance. De ce fait, l'exploitant doit assurer :

- Le contrôle et l'entretien annuel des installations ;
- La maintenance préventive des installations de chauffage ;
- La conduite, la surveillance et le dépannage des installations collectives de chauffage et d'eau chaude sanitaire (mise en marche, équilibrage, réglages des températures de consignes...) et les installations en partie privative (distributions, radiateurs, purge, réglages...)
- La surveillance de la bonne température des locaux chauffés.

La rémunération de ce type de contrat de maintenance est forfaitaire.

Le contrat de maintenance de type **P3** est la prestation relative aux travaux de gros entretiens et au renouvellement de matériels.

Cette prestation couvre le remplacement des matériels vétustes ainsi que les dommages d'usure. Le prestataire assure la réparation ou le remplacement pour maintenir les installations en état de fonctionnement. La copropriété ne paie pas de supplément en cas d'intervention lourde, sauf en cas d'amélioration du système, où sa contribution peut être légitimement sollicitée.

Dans le contrat actuel est prévu, en plus de couvrir le matériel en sous-stations, les émetteurs de chaleur en logement.

La rémunération de ce type de contrat de maintenance est forfaitaire.

La copropriété bénéficie d'un contrat de maintenant P1, P2 et P3 de type intégral, les modalités de calcul des factures énergétiques sont les suivantes :

$$F1 = (P1 + P2 + P3) * S1$$

Avec

S1 la surface contractuelle des logements en m² ;

P1 = 7,794 €/m²

P2 = 5,963 €/m²

P3 = 1,683€/m²

Un ajustement annuel du Forfait Intégral est réalisé suivant les modalités de calculs suivantes :

$P1 * (153 + \frac{212 * DJUr\acute{e}els}{2202})$
365

La copropriété paye 546 608,82 € HT pour les prestations P1, P2 et P3 de l'ensemble des installations techniques, soit **576 672,31 € TTC** Le contrat actuel est de type « Intégral »

Le contrat le plus adapté à ce type de copropriété serait un contrat de type « Comptage » étant donné que des compteurs sont présents en sous-stations, installés par le concessionnaire.

Seul le relevé des consommations de la saison de chauffe 2015/2016 a été transmis.

III.2.4. Synthèse des atouts et dysfonctionnements des bâtiments

Les inconvénients majeurs des bâtiments en termes énergétiques sont les suivants :

- La quasi-absence d'isolation en sous face du **plancher bas** et en **toiture** ;
- L'état des **menuiseries existantes** ;
- L'âge des **réseaux de chauffage** et des **émetteurs de chaleur** ;
- Les **installations électriques** en logements et des locaux communs.

Les principaux atouts des bâtiments en termes énergétiques sont les suivants :

- L'accès à l'éclairage naturel, qui permet de bénéficier d'apports solaires importants en hiver ;
- La ventilation des bâtiments est performante malgré l'ancienneté des caissons d'extraction.

Afin de se rendre compte des déperditions de chaleur par les toitures des bâtiments, une thermographie aérienne est mise à disposition par l'Agence Locale de l'Energie d'Indre et Loire (ALE37). Ses clichés sont présents en *Annexe n°09*.

IV. ANALYSE DES CONSOMMATIONS & MODELISATIONS THERMIQUES

A noter que les étiquettes énergétiques données dans le présent rapport ne sont pas des étiquettes DPE réglementaire, elles ne peuvent donc pas être utilisées lors de la vente et de la location d'un bien immobilier.

IV.1. Analyse des factures des consommations réelles

Les consommations exprimée en $\text{kWh}/(\text{m}^2_{\text{SHON}}.\text{an})$ serviront de base de comparaison avec la modélisation thermique des bâtiments à l'état actuel et avec la mise en place de préconisations et de scénario de travaux.

IV.1.1. Chauffage

La production de chauffage est assurée par deux Sous-Stations. Ces Sous-Stations sont alimentées par le réseau de chaleur.

Les consommations de chauffage sont exclusivement couvertes par le réseau de chaleur. Malgré le fait que certains occupants utilisent un chauffage d'appoint électrique, notamment en Salle de Bains, les consommations énergétiques induites par ce mode de chauffage sont négligées. La tarification du chauffage en vigueur est un forfait intégral.

La durée moyenne d'une saison de chauffe est de 259 jours.

La consommation énergétique liée au chauffage des bâtiments est donc, en moyenne, de **5541 MWh** soit environ **102,52 $\text{kWh}_{\text{EF}}/(\text{m}^2_{\text{SHON}}.\text{an})$** .

La répartition des consommations tout au long de l'année est la suivante :

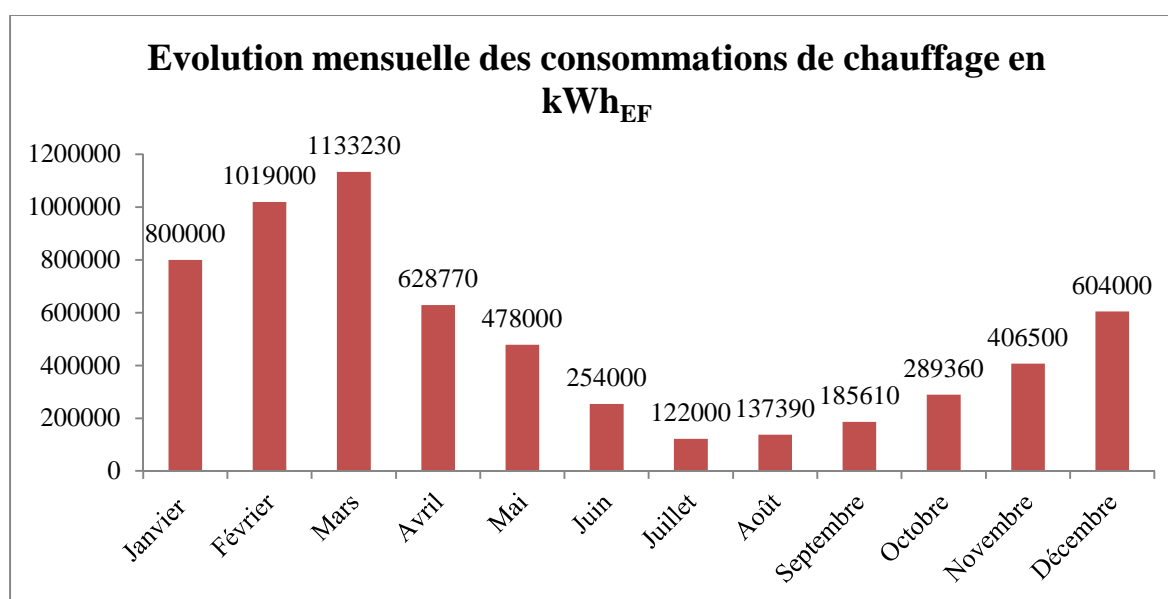


Figure 44 : Evolution mensuelle des consommations de chauffage

Seules les consommations de chauffage de la saison de chauffe 2015/2016 ont été fournies, de ce fait un comparatif des consommations sur plusieurs saisons n'a pas pu être réalisé. De plus, aucune donnée concernant la répartition mensuelle des consommations n'a été fournie.

En résumé, les consommations de chauffage sont de $102,52 \text{ kWh}_{\text{EF}}/(\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an})$, le coût moyen annuel lié aux consommations est de 298445 € HT/an . Le prix du kWh est donc d'environ $0,054 \text{ € HT/kWh}_{\text{EF}}$. Et les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) sont de $19,09 \text{ kg}_{\text{eq}}\text{CO}_2/(\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an})$.

IV.1.2. Eau Chaude Sanitaire

La production de l'eau chaude sanitaire est assurée par deux Sous-Station (les mêmes que pour le chauffage). Ces Sous-Station sont alimentées par le réseau de chaleur.

Les consommations d'ECS sont exclusivement couvertes par le réseau de chaleur.

La consommation d'ECS de l'ensemble de la copropriété est de 11569 m^3 pour la saison 2015/2016, ce qui donne une consommation énergétique moyenne d'environ $1238 \text{ MWh}_{\text{EF}}/(\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an})$, soit environ $22,90 \text{ kWh}_{\text{EF}}/(\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an})$.

La répartition des consommations tout au long de l'année est la suivante :

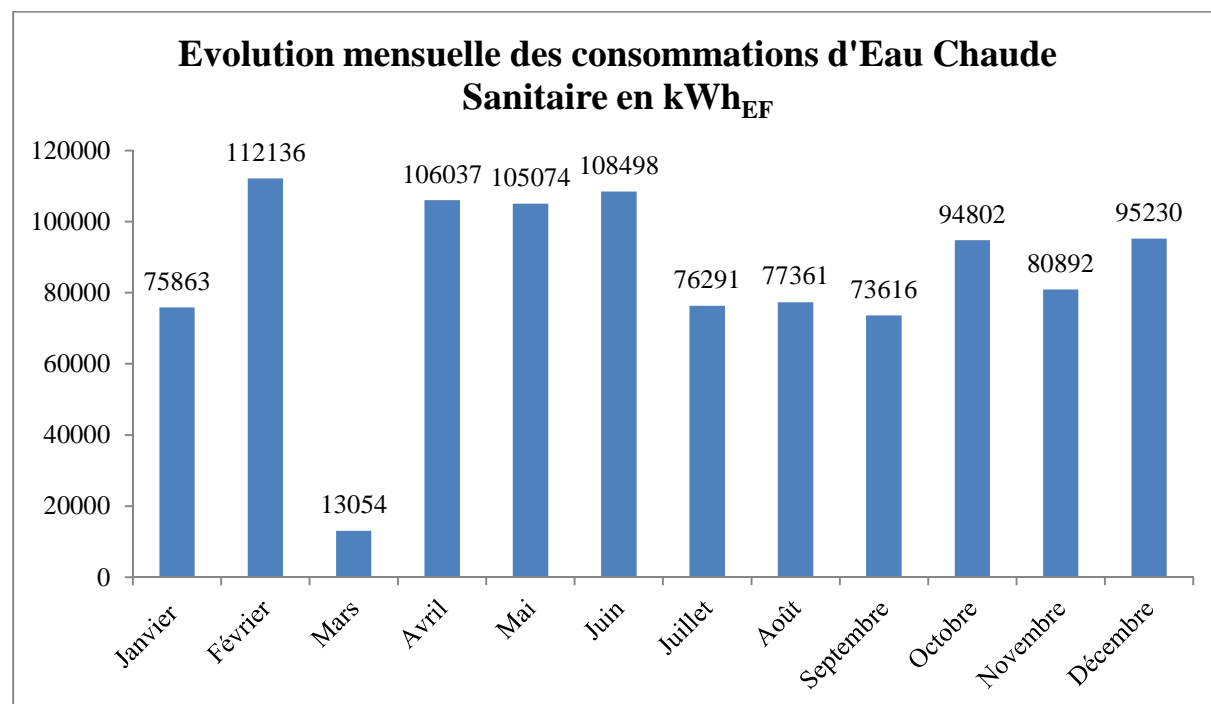


Figure 45 : Evolution mensuelle des consommations d'Eau Chaude Sanitaire

Seules les consommations d'eau chaude sanitaire de la saison de chauffe 2015/2016 ont été fournies, de ce fait un comparatif des consommations sur plusieurs saisons n'a pas pu être réalisé. De plus, aucune donnée concernant la répartition mensuelle des consommations n'a été fournie.

En résumé, les consommations moyennes d'ECS sont de 11569 m³ par an soit environ 22,90 kWh_{EF}/(m²_{SHON.an}), le coût moyen annuel lié aux consommations est de 66587 € HT/an. Le prix du m³ d'eau chaude sanitaire est de 5,75 €/m³. Le prix du kWh est donc d'environ 0,054 € HT/kWh_{EP}. Et les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) sont de 4,26 kg_{eq}CO₂/(m²_{SHON.an}).

IV.1.3. Electricité

Les consommations électriques couvrant les besoins énergétiques en éclairage des parties communes, en ascenseurs et en ventilation des logements n'ont pas été transmises. Le tarif souscrit est donc inconnu.

D'après nos estimations, la répartition des consommations électriques communes par usages, à l'échelle de la copropriété prise dans son intégralité, est la suivante :

Les consommations électriques de l'éclairage des parties communes ont été estimées à environ 554 MWh_{EF}/an soit environ 26,43 kWh_{EP}/(m²_{SHON.an}).

Les consommations électriques des caissons d'extraction et des auxiliaires sont estimées à 106 MWh_{EF}/an soit environ 5,07 kWh_{EP}/(m²_{SHON.an}).

Les consommations électriques liées à l'utilisation de ascenseurs sont estimées à environ 54 MWh_{EF}/an soit environ 2,56 kWh_{EP}/(m²_{SHON.an}).

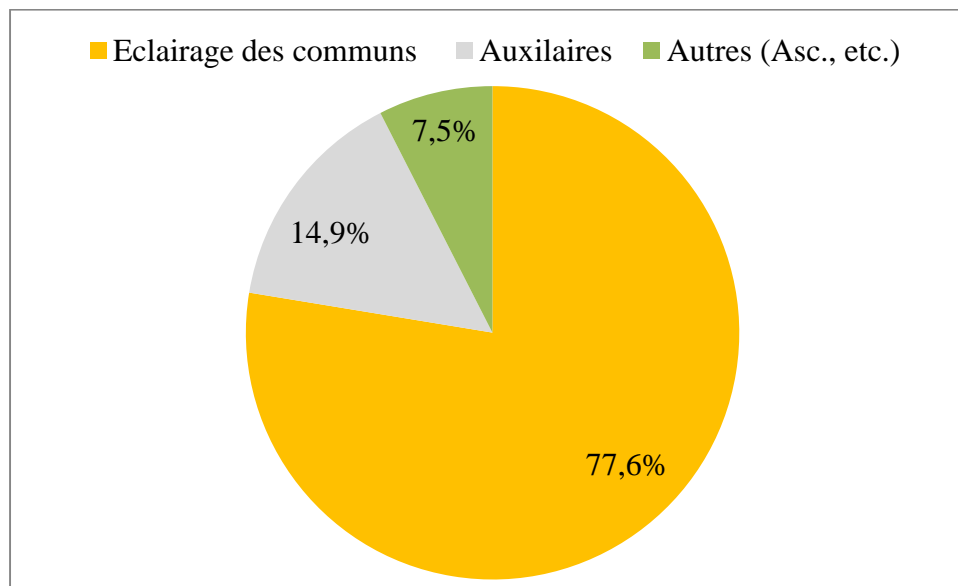


Figure 46 : Répartition des consommations électriques de la copropriété

En résumé, les consommations moyennes d'électricité pour l'éclairage des parties communes, des ascenseurs et des caissons d'extraction (ventilation) sont inconnues pour la copropriété. L'estimation des consommations pour chacun des postes donne une consommation totale d'électricité des usages communs de 6668 MWh/an soit environ 123,37 kWh/(m²_{SHON.an}).

IV.1.4. Eau Froide

La consommation en eau froide de la copropriété n'a pas été transmise.
Afin de déterminer ses valeurs, nous avons utilisé une consommation par occupant d'environ **40m³** d'eau (chaude et froide).

La consommation annuelle moyenne d'eau de l'établissement est **25000 m³**, soit environ **70,4 m³/jour ouvré**. Rapportée au nombre d'utilisation des bâtiments, on obtient une consommation quotidienne de 75,60 litres par logement. Le calcul sommaire de cette consommation comprend celle du gardien.

IV.1.5. Synthèse

Les consommations énergétiques de l'ensemble de la copropriété sont les suivantes :

Poste énergétique		Consommations réelles (en kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an))	Emission Gaz à Effet de Serre (en kgCO ₂ /(m ² .an))	Coût annuel (en € HT)
Chauffage		112,25	30	3226774,75
Eau Chaude Sanitaire		22,90		66587,17
Electricité pour	Eclairages	26,43		Non Communiqués
	Auxiliaires	5,07		
	Autres (Asc., etc.)	2,56		
Eau Froide		25000 m ³		
Total		169,21	30	3293361,92

La répartition des consommations énergétiques de l'ensemble de la copropriété est la suivante :

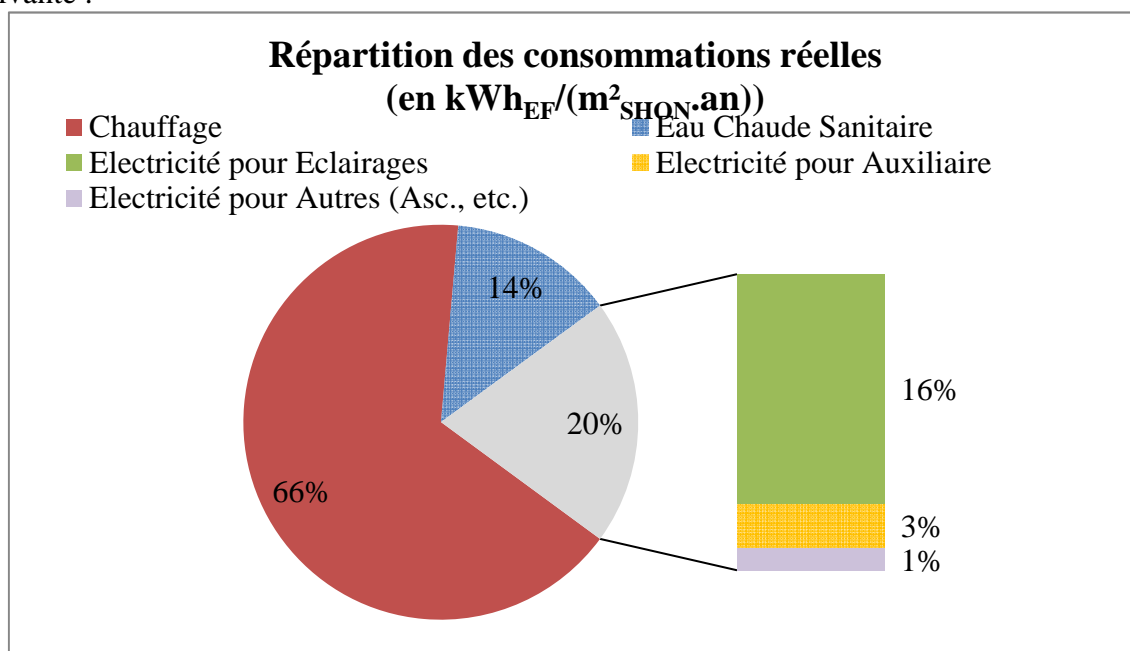


Figure 47 : Répartition des consommations énergétiques réelles des bâtiments

IV.2. Modélisation énergétique de bâtiments

IV.2.1. Hypothèses de modélisation

➤ Caractéristiques des parois déperditives :

	Surface (en m ²)	Coefficient thermique (en W/(m ² .K))
Bâtiment J		
Murs sur extérieur	1890,41	1.70
Plancher bas	1298,00	0,99
Plancher haut sur Combles	273,00	0,35
Rampant	676,79	1,43
Menuiseries	1673,90	<i>Suivant la nature du vitrage</i>
Bâtiment K		
Murs sur extérieur	1253,47	1.70
Plancher bas	1378,00	0,99
Plancher haut sur Combles	555,00	0,35
Rampant	751,12	1,43
Menuiseries	1219,42	<i>Suivant la nature du vitrage</i>
Panneaux entre menuiseries	405,44	0,70
Bâtiment L		
Murs sur extérieur	1467,93	1.70
Plancher bas	1140,00	0,99
Plancher haut sur Combles	348,00	0,35
Rampant	632,23	1,43
Menuiseries	1106,58	<i>Suivant la nature du vitrage</i>
Panneaux entre menuiseries	154	0,70
Bâtiment M		
Murs sur extérieur	2041,26	1.70
Plancher bas	1410,00	0,99
Plancher haut sur Combles	552,50	0,35
Rampant	768,92	1,43
Menuiseries	1250,22	<i>Suivant la nature du vitrage</i>
Panneaux entre menuiseries	384,30	0,70
Bâtiment N		
Murs sur extérieur	3000,03	1.70
Plancher bas	1908,65	0,99
Plancher haut sur Combles	441,45	0,35
Rampant	1078,91	1,43
Menuiseries	2400,95	<i>Suivant la nature du vitrage</i>

	Surface (en m ²)	Coefficient thermique (en W/(m ² .K))
Bâtiment O		
Murs sur extérieur	3425,32	1.70
Plancher bas	1958,00	0,99
Plancher haut sur Combles	830,00	0,35
Rampant	1019,42	1,43
Menuiseries	2400,95	<i>Suivant la nature du vitrage</i>

Figure 48 : Tableau récapitulatif de la composition des parois

➤ Renouvellement d'air

Le renouvellement est une grandeur très difficile à estimer car elle dépend de nombreux facteurs :

- Le renouvellement d'air global dans les chambres (qui varie selon la vitesse, l'orientation et donc à l'exposition aux vents) ;
- Le taux d'occupation des logements ;
- Les entrées d'air parasites ;
- L'ouverture des ouvrants par les occupants...

Nous avons retenu un taux de renouvellement d'air d'environ **0,80 vol/h**. Cette valeur s'appuie sur la mesure des débits d'extraction effectuée en logement lors des visites ainsi que sur le contrôle visuel effectué sur les entrées d'air.

➤ Température des locaux non chauffés

La température de la partie parking et sous-sol du bâtiment a été considérée à 13 °C afin d'assurer des déperditions suffisamment représentatives par rapport aux ressentis des occupants et par rapport aux consommations réelles.

➤ Déperditions par ponts thermiques

Les déperditions par ponts thermiques ont été négligées étant donné que les bâtiments ne possèdent pas ou très peu d'isolation.

➤ Coefficient de conversions énergétique

Le passage des consommations en énergies finales en consommations en énergies primaires se fait suivant le tableau suivant :

	Consommation en énergie finale (en kWh _{EF})	Consommations en énergie primaire (en kWh _{EP})
Energies fossiles (gaz, fioul, etc.)	1	1
Bois	1	1
Electricité	1	2,58

➤ **Coefficient de conversions émissions de gaz à effets de serre**

Les coefficients de conversions des consommations en kilogramme équivalent de CO² sont donnés par le tableau suivant :

	Consommation en énergie finale (en kWh _{EF})	Consommations en énergie primaire (en kWh _{EP})
Consommations issues du réseau de chaleur	1	0,186
Electricité	1	0,090

➤ **Estimations des consommations en Eau Chaude Sanitaire**

Les consommations en Eau chaude sanitaire ont été déterminées en fonction du nombre d'équipements sanitaires présents sur l'ensemble de la copropriété. Le tableau suivant donne le débit moyen par type de logement :

Type de logement	m ³ moyen par logement
Studio	15
Type 2	20
Type 3	30
Type 4	35
Type 5	40
Duplex Type 4	40
Duplex Type 5	45
Duplex Type 6	50

IV.2.2. Calculs des déperditions des bâtiments

La modélisation thermique des bâtiments a permis de déterminer les déperditions. Elles représentent les pertes de chaleur que subissent les bâtiments par les parois et les courants d'air. Elles sont généralement exprimées en W (Watt) ou en W/K. Les déperditions se produisent de trois façons:

- Par les parois des bâtiments, on parle de déperditions « surfaciques » ;
- Par les ponts thermiques ;
- Par le renouvellement d'air.

Dans le cas de cette étude les déperditions des bâtiments seront données en W/K. Elles permettent de déterminer les besoins de chaleurs des bâtiments, exprimés en kWh/an.

Les déperditions et les besoins de chaleurs par bâtiment sont les suivants :

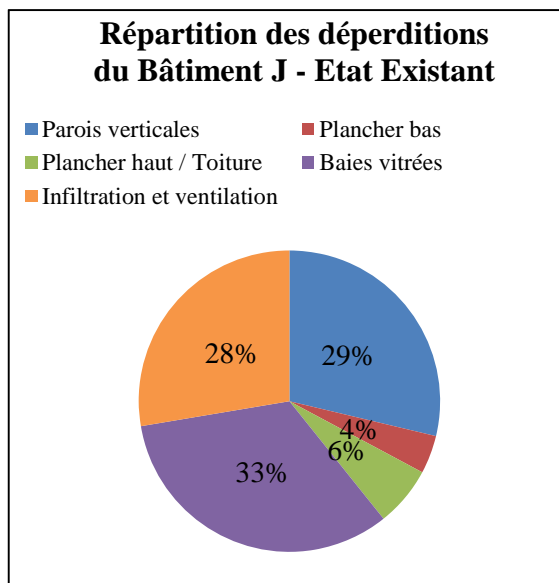


Figure 49 : Répartition des déperditions pour le bâtiment J – Etat Existant

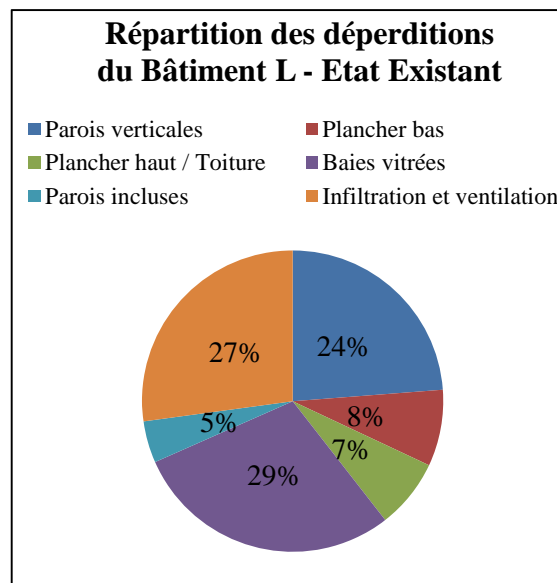


Figure 51 : Répartition des déperditions pour le bâtiment L – Etat Existant

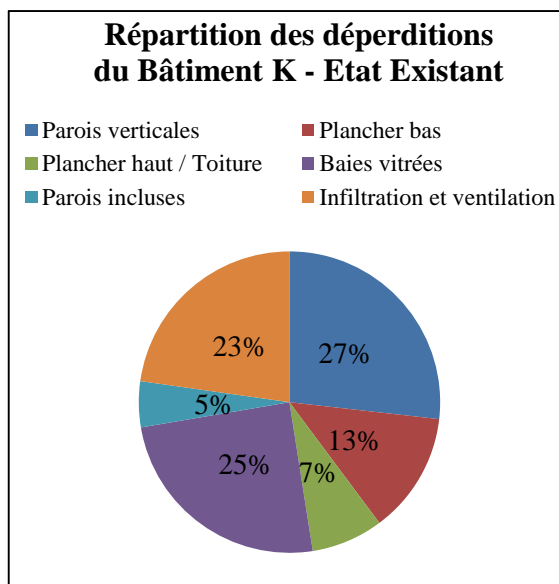


Figure 50 : Répartition des déperditions pour le bâtiment K – Etat Existant

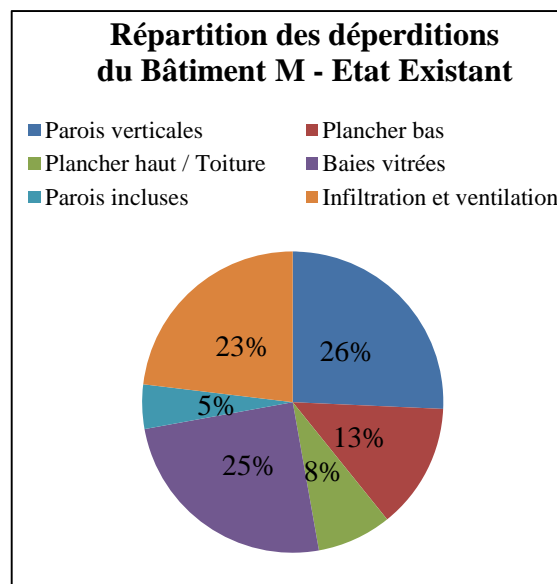


Figure 52 : Répartition des déperditions pour le bâtiment M – Etat Existant

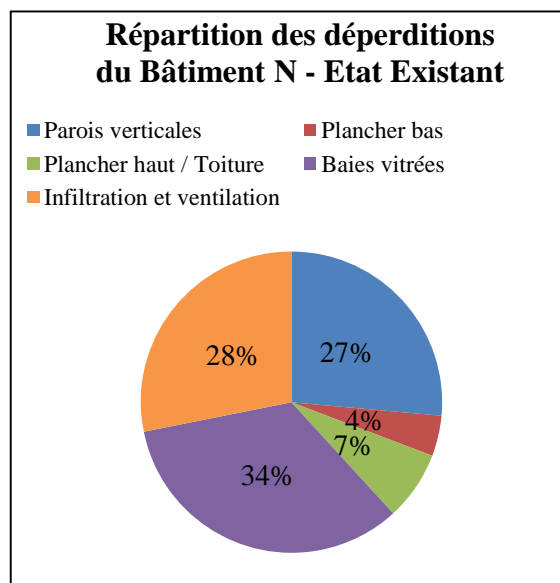


Figure 53 : Répartition des déperditions pour le bâtiment N – Etat Existant

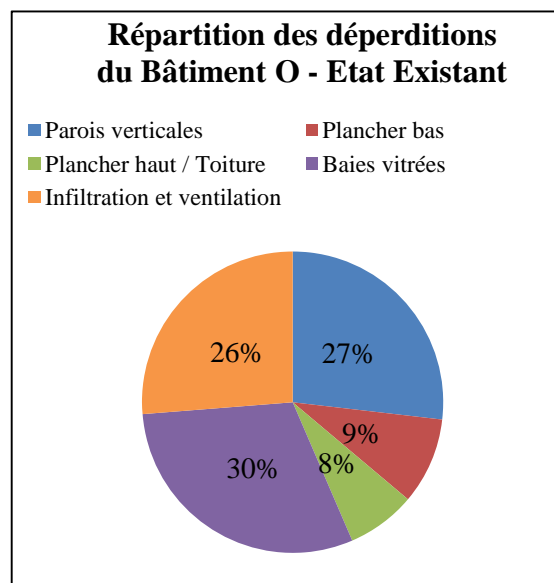


Figure 54 : Répartition des déperditions pour le bâtiment O – Etat Existant

Compte tenu des importantes surfaces vitrées des bâtiments et de la composition des menuiseries (majoritairement en simple vitrage avec cadre bois), le poste le plus déperditif des bâtiments est les **menuiseries**, de **25% à 33% des déperditions totales des bâtiments**.

Les planchers hauts et les murs sur l'extérieur sont les deux autres postes majeurs de déperditions.

Le coefficient **G** représentant les pertes thermiques du bâtiment à travers son enveloppe est le suivant :

	Coefficient G (en W/m ³ .K))
Bâtiment J	1,05
Bâtiment K	1,19
Bâtiment L	0,78
Bâtiment M	1,33
Bâtiment N	1,03
Bâtiment O	1,15
Coefficient G Moyen	1,09

En conclusion, les bâtiments présentent des déperditions importantes notamment liées à l'absence d'isolation des murs extérieurs et à la vétusté des menuiseries existantes. De plus, la présence de panneaux entre les menuiseries augmente les pertes de chaleur, en effet ceux-ci sont peu étanches à l'air.

Et enfin l'isolation des plancher hauts et des planchers bas est en mauvais état général.

IV.2.3. Consommations théoriques et différences avec les consommations réelles

Les consommations de chauffage sont calculées par le logiciel Mediadème V2.2.

Les consommations par postes énergétiques sont les suivantes :

Poste énergétique		Consommations énergétiques théoriques				Différences avec les conso. réelles		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements		Coûts des consommations sur 30 ans	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat	En €/an (optimiste)	En €/an (pessimiste)
Chauffage		6791419	6791419	125,65	125,65	724419	11,94%	30	D	D	17 719 250 €	24 557 177 €
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	-59463	-4,80%					
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	-	-					
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273893	1,96	5,07	-	-					
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	-	-					
TOTAL		8683299	9810565	160,65	181,51	664956	9,10%					

La modélisation thermique des bâtiments donne une différence de plus de 9,10 % entre les consommations réelles et les consommations théoriques calculées, le modèle thermique choisi est donc représentatif à la situation actuelle des bâtiments. En effet un écart entre les consommations réelles et théoriques de 10% est autorisé.

Afin de nous rapprocher des consommations réelles de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire un taux d'occupation de 72% a été considéré.

IV.3. Etiquettes énergétiques

Les calculs des consommations via la modélisation thermique des bâtiments donnent les consommations des différents postes énergétiques ainsi que les émissions de gaz à effet de serre.

La consommation énergétique totale pour l'ensemble de la copropriété est de **181,51 kWh_{EP}/(m²_{SHON}.an)** ce qui correspond à une **classe énergétique D**.

Les émissions de gaz à effet de serre pour l'ensemble des postes énergétiques sont de **30 kg_{eq}CO₂/an**, ce qui correspond à une **classe climat D**.

L'étiquette énergétique (représentative des consommations énergétiques des bâtiments) et l'étiquette climat (représentative des émissions de gaz à effet de serre) sont les suivantes :

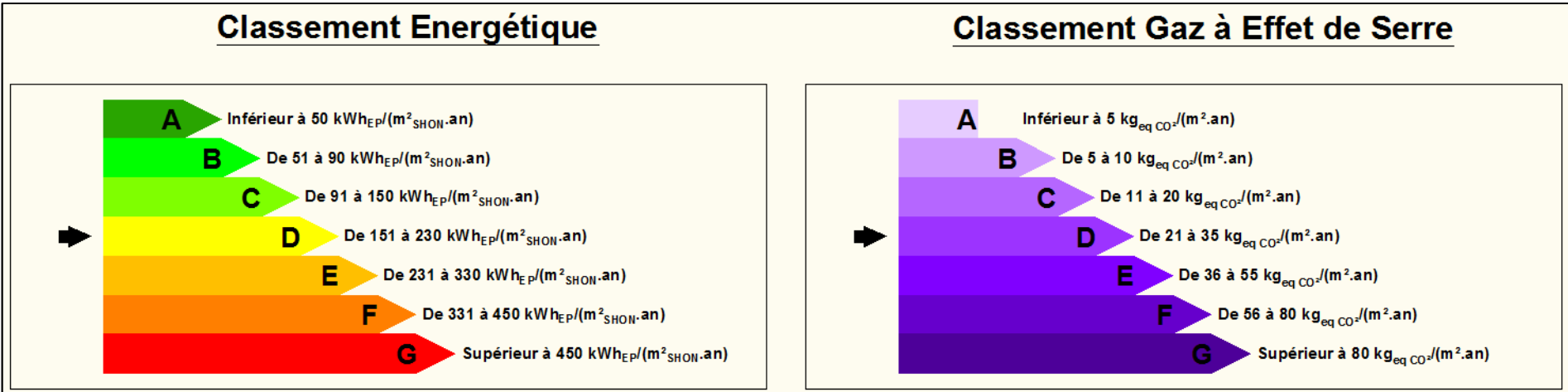


Figure 55 : Etiquettes énergétique et climat

V. AIDES FINANCIERES

Les préconisations présentées dans ce rapport impliquent un gros investissement. Il existe plusieurs aides financières afin de soutenir les investissements en faveur des économies d'énergie.

- Les aides fiscales : crédit d'impôts développement durable (CITE) ;
- Les Certificats d'Economie d'Energie (CEE) ;
- Les aides de l'Agence Nationale de l'Habitat (ANAH) ;
- Les éco-prêts ;
- Le fond FEDER.

Ces aides peuvent être cumulables, il suffit de vérifier les conditions de chacune d'entre elles.

Ces aides sont soumises à des conditions tant pour la personne les demandant que pour le type de bâtiments concernés. Elles sont soumises à des conditions, seuils et plafonds d'aide et critères d'éligibilités différents les uns des autres.

Dans la suite du rapport sont étudiés, plus en détails, les aides fiscales et les certificats d'économies d'énergie.

Dans le calcul des coûts d'investissement du projet seuls les CEE ont été pris en compte.

A noter que les aides présentées dans ce rapport peuvent changer d'une année à l'autre.

Pour plus de précisions sur les aides présentées nous vous conseillons de vous rapprocher de l'**Agence Locale de l'Energie d'Indre-et-Loire (ALE37)**, dont les coordonnées sont les suivantes :

Espace Info-Energie – Agence Local de l'Energie 37
34, Place de la Préfecture, 37000 TOURS
Téléphone : 02 47 60 90 70

VI. PRECONISATIONS ET SCENARIOS

VI.1. Définition des préconisations

Cet audit va permettre de mettre en évidence :

- Des *Actions Urgentes* du point de vue de la sécurité ou de la réglementation ;
- Des *Actions Immédiates* qui prennent en compte des dysfonctionnements des bâtiments et les moyens de palier à ces dysfonctionnements ;
- Des *Actions Court et Moyen terme* et des *Actions Utiles* qui vont permettre d'améliorer la performance énergétique des bâtiments de façon significative ;
- Des *Actions à Long terme* qui peuvent nécessiter des approfondissements en étude d'ingénierie et être intégrées à des travaux de rénovation ou de renouvellement, ou des actions dont la pertinence est conditionnée à la réalisation préalable d'autres travaux.

VI.2. Présentation des préconisations

La liste suivante présente, de façon succincte, les différentes préconisations proposées :

- *Préconisation n°0* : Mise en place de compteur pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire et changement de type de contrat d'exploitation ;
- *Préconisation n°1* : Isolation des planchers bas sur Sous-Sols ;
- *Préconisation n°2* : Isolation des combles des bâtiments ;
- *Préconisation n°3* : Remplacement des panneaux entre les menuiseries des balcons ;
- *Préconisation n°4* : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffres de volets roulants ;
- *Préconisation n°5* : Remplacement des portes des halls d'entrée ;
- *Préconisation n°6* : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols, en gaines verticales et horizontales ;
- *Préconisation n°7* : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, désembouage et équilibrage des réseaux ;
- *Préconisation n°8* : Remplacement des luminaires en cages d'escaliers ;
- *Préconisation n°9* : Isolation thermique par l'extérieur ;
- *Préconisation n°10* : Isolation des rampants ;
- *Préconisation n°11* : Mise en place de Sous-Stations de production d'ECS en pied de chaque bâtiment.

Pour l'ensemble de ces préconisations il sera déterminé les indicateurs suivants :

- Le pourcentage de diminution des déperditions en chaleur ;
- Les consommations énergétiques (en kWh_{EF}/(m²_{SHON}.an)) ainsi que le gain énergétique (en %) de la préconisation ;
- Les économies en Gaz à Effet de Serre (en kgCO₂/(m²_{SHON}.an)) ;
- Le coût des travaux (en € HT) ;
- Les temps de retour sur investissement brut et actualisés (en années) ;
- Les Certificats d'Economie d'Energie ;
- Les avantages et inconvénients de la préconisation.

La réglementation thermique globale concernant les bâtiments existants (Arrêté du 8 Juin 2008), applicable aux bâtiments construits après 1948 et aux rénovations importantes pour les bâtiments de plus de 1000 m² fixe des performances thermiques minimales.

VI.2.1. Préconisation n°0 : Mise en place de compteurs individualisés pour le chauffage, l'Eau Chaude Sanitaire et l'Eau Froide et changement de type de contrat d'exploitation

Compteurs de chauffage individualisés :

A compter du 31 mars 2017, les bâtiments d'habitation collectifs présentant une consommation d'énergie supérieure à 150 kWh/(m².an) devront être munis de compteur d'énergie individuel afin de permettre une individualisation des frais de chauffage.

Le Code de l'Energie (Version consolidée au 12 novembre 2016 et en vigueur au 24 novembre 2016) apporte des précisions quant à la nécessité d'installer un comptage d'énergie individualisé concernant le chauffage.

En effet, ce document nous informe que :

« Tout immeuble collectif équipé d'un chauffage commun à tout ou partie des locaux occupés à titre privatif et fournissant à chacun de ces locaux une quantité de chaleur réglable par l'occupant est muni d'appareils de mesure permettant de déterminer la quantité de chaleur fournie à chaque local occupé à titre privatif et ainsi d'individualiser les frais de chauffage collectif.

Les relevés de ces appareils doivent pouvoir être effectués sans qu'il soit besoin de pénétrer dans les locaux privatifs. »

Toutefois cette exigence n'est pas applicable dans le cas où :

« Tout immeuble collectif pourvu d'un chauffage commun doit comporter, quand la technique le permet, une installation permettant de déterminer la quantité de chaleur et d'eau chaude fournie à chaque local occupé à titre privatif. »

Compte tenu du type d'émetteur de chaleur existant, à savoir, des convecteurs à eau chaude, la mise en place de compteur de chaleur individuel n'est pas possible pour ce type d'émetteur. Cette solution serait applicable uniquement dans le cas du remplacement de l'ensemble des émetteurs de chaleur de la copropriété par des radiateurs en acier. Le coût location/entretien/relevé de cette solution est d'environ 45 € TTC par an et par logement, n'est pas compris dans ce montant la mise en place des compteurs.

Compteurs d'Eau Chaude Sanitaire et d'Eau Froide individualisés :

La mise en place de compteurs divisionnaires d'Eau Chaude Sanitaire et d'Eau Froide individualisés de type radio, permettant un relevé à distance des consommations sur l'ensemble de la copropriété. Toutefois, compte tenu de la configuration de la distribution de l'Eau Chaude Sanitaire et de l'Eau Froide (2 colonnes par logement), la mise en place d'une telle solution sera coûteuse, environ 200 € TTC par logement sans compter la prestation de relevage des consommations.

En conclusion la mise en place de compteur d'énergie pour le chauffage est possible uniquement dans le cas d'un remplacement de l'ensemble des émetteurs de chaleur existants.

En ce qui concerne le comptage de l'eau chaude sanitaire, la mise en place d'un comptage est possible mais sera coûteuse. Toutefois, il n'y a pas d'obligation de mettre en place un tel système.

Changement du type de contrat d'exploitation :

Le contrat d'exploitation actuel de la copropriété est de type « intégral », il nous semble plus intéressant pour la copropriété de mettre en place un contrat de type « comptage » qui permettrait de réduire les frais et de valoriser financièrement les efforts et actions d'économies d'énergie. Toutefois, la mise en place d'un tel contrat impliquera l'installation de compteurs d'énergie ainsi que leur entretien, de plus la prévision budgétaire sera plus difficile à réaliser. La solution « comptage » a pour avantage le fait que la copropriété ne paie que ce qui est réellement consommé. De plus des compteurs d'énergie sont déjà en place en Sous-Stations.

Afin d'avoir un chiffrage de gain financier sur un changement de type de contrat d'exploitation, il nous semble nécessaire de vous rapprocher de l'exploitant en charge des installations de la copropriété.

VI.2.2. Préconisation n°1 : Isolation des plancher bas

Mise en œuvre

Le remplacement de l'isolation existante des plancher bas sur les Parking est réalisé par des panneaux rapportés. Ce sont des éléments isolants rigides fixés mécaniquement en sous face de la dalle. Ils sont composés de mousse plastique alvéolaire (PSE, XPS, etc.) associés à des plaques de laine de bois. Le complexe isolant sera d'une épaisseur de 20 cm et d'une résistance thermique de 6,25 m².K/W.

De plus, la mise en place de protection en plastique souple en partie haute des accès des véhicules aux parkings permettrait de limiter les courants d'air frais provoqués par ces ouvertures sur l'extérieur.

Et compris dans cette solution la mise en place d'un isolant sur les plancher haut des commerces d'une épaisseur de 15 cm et d'une résistance thermique de 3,75 m².K/W.

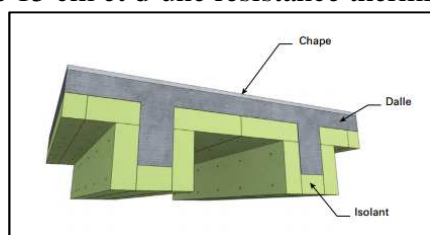


Figure 56 : Isolation en sous face de dalle

Performances énergétiques minimales

Pour un plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif le coefficient de transmission thermique de la paroi ne doit pas être supérieur à 0,36 W/(m².K).

Analyse

Détails techniques			
Surface (en m²)		U (en W/(m².K))	
9092		Actuel	Futur
		0,45	0,15
Coût des travaux		136 392 €HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	702 993	Soit 8,37 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	2	Financiers (en €/an)	37 392,20 € HT
Temps de retour			
Brut (en années)	3,7	Actualisé (en années)	
		3,6 (Pessimiste)	3,7 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		28 830	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration du confort thermique en hiver des occupants du RdC et du RdJ.- Diminution des déperditions de chaleur.- Diminution des consommations de chauffage.		<ul style="list-style-type: none">- Fourniture à l'entreprise de l'accès aux caves et aux Parking.- Travaux pouvant nécessiter des demandes particulières (voies de circulation non privatives)	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques potentielles				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /an	En %
Chauffage		5 850 708	5 850 708	108,25	108,25	702 993	10,73%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553 700	1 428 546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 892,8	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		7 695 450	8 822 717	142,38	163,23	702 993,00	8,37%

Etiquettes énergétique et climat

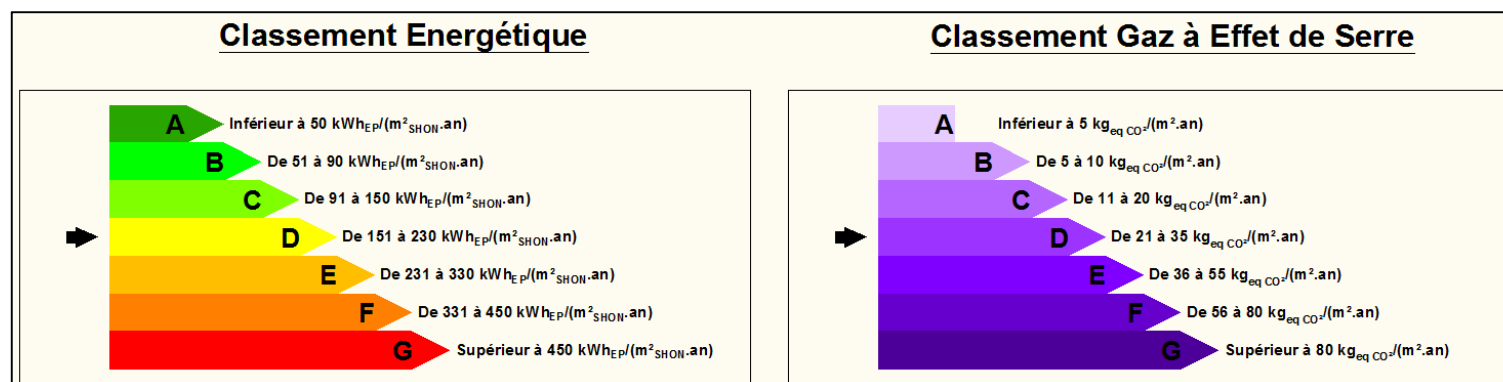


Figure 57 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Cependant elle présente un intérêt pour le confort thermique des occupants ainsi que pour les consommations énergétiques de chauffage. En outre, le coût d'investissement de cette solution n'est pas excessif et présente un temps de retour sur investissement court.

VI.2.3. Préconisation n°2 : Isolation des combles des bâtiments

Mise en œuvre

Le remplacement de l'isolation existante, présente en combles des bâtiments, est réalisé par la mise en place d'une laine de verre déroulée. Elle sera d'une épaisseur de 30 cm et d'une résistance thermique de $7,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

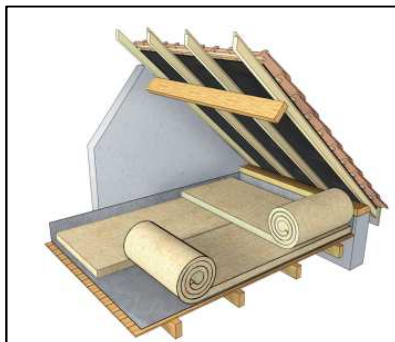


Figure 58 : Isolation de la dalle des combles

Performances énergétiques minimales

Pour un plancher haut en béton le coefficient de transmission thermique de la paroi ne doit pas être supérieur à $0,34 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Analyse

Détails techniques			
Surface (en m²)		U (en W/(m².K))	
3000		Actuel	Futur
		0,35	0,13
Coût des travaux		54 000 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	13 390	Soit 0,16 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	0	Financiers (en €/an)	712,21 € HT
Temps de retour			
Brut (en années)	75,9	Actualisé (en années)	
		39,6 (Pessimiste)	56,5(Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		4 800	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration du confort thermique en hiver des occupants des derniers étages.- Amélioration du confort thermique en été des occupants des derniers étages.- Diminution des déperditions de chaleur.- Diminution des consommations de chauffage.		<ul style="list-style-type: none">- Temps de retour sur investissement élevé	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /an	En %
Chauffage		6 540 311	6 540 311	121,00	121,00	13 390	0,20%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553 700	1 428 546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 892,8	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		8 385 053	9 512 320	155,14	175,99	13 390,00	0,16%

Etiquettes énergétique et climat

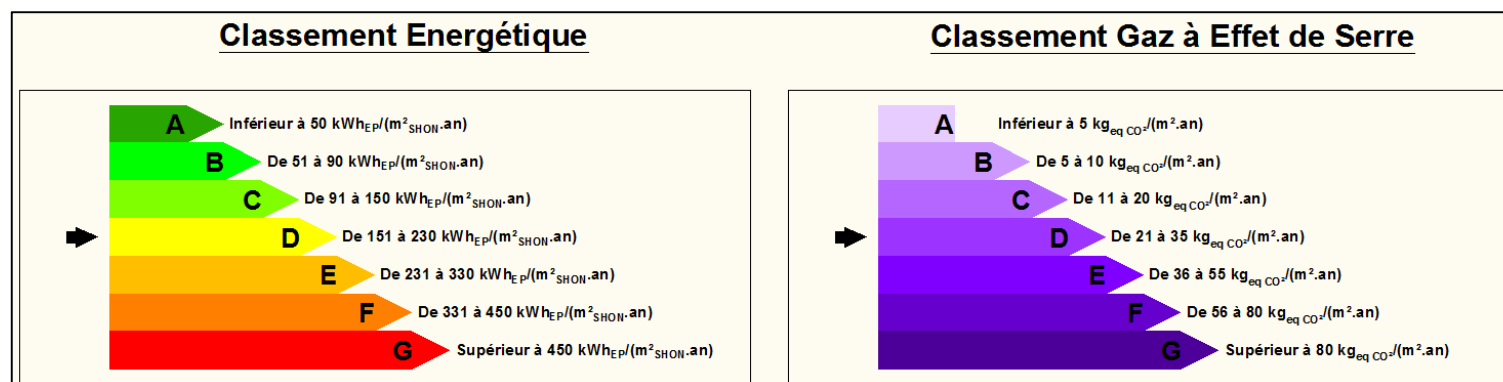


Figure 59 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Cependant elle présente un intérêt pour le confort thermique en été des occupants. En outre, le coût d'investissement de cette solution n'est pas excessif et présente un temps de retour sur investissement élevé.

VI.2.4. Préconisation n°3 : Remplacement des panneaux entre les menuiseries

Mise en œuvre

Le remplacement des existants entre les menuiseries des Bâtiments K, L & M est réalisé par la mise en place d'un panneau avec isolant en polystyrène entre panneaux. Ce panneau aura une résistance thermique d'au moins $1,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

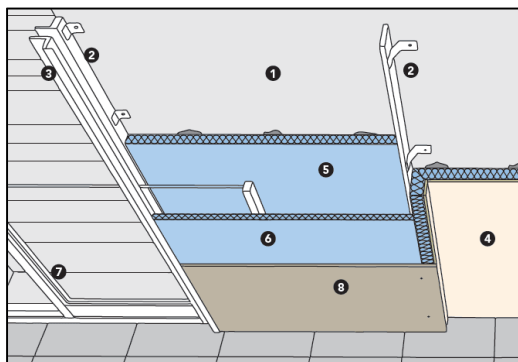


Figure 60 : Remplacement des panneaux en glasal existant

Performances énergétiques minimales

Pour un mur donnant sur l'extérieur le coefficient de transmission thermique de la paroi ne doit pas être supérieur à $0,45 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Analyse

Détails techniques			
Quantitatif		U (en W/(m².K))	
Concerne uniquement les menuiseries des balcons des bâtiments K, L & M		Actuel	Futur
		2,0	0,38
Coût des travaux		275 000 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	145 640	Soit 1,73 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	1	Financiers (en €/an)	7 746,59 € HT
Temps de retour			
Brut (en années)	35,5	Actualisé (en années)	
		24,2 (Pessimiste)	30,4 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		300	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration du confort thermique en hiver des occupants.- Amélioration de l'étanchéité à l'air des bâtiments concernés.- Diminution des déperditions de chaleur.- Diminution des consommations de chauffage.		<ul style="list-style-type: none">- Les panneaux existants sont susceptibles de contenir de l'amiante, ce qui entraine la réalisation d'un diagnostic amiante.- Mise en place d'une méthode de dépose adaptée par l'entreprise qui déposera les panneaux (présence d'amiante possible).- Non éligible au crédit d'impôts.	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %
Chauffage		6 408 061	6 408 061	118,56	118,56	145 640	2,22%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553 700	1 428 546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 892,8	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		8 252 803	9 380 070	152,69	173,54	145 640,00	1,73%

Etiquettes énergétique et climat

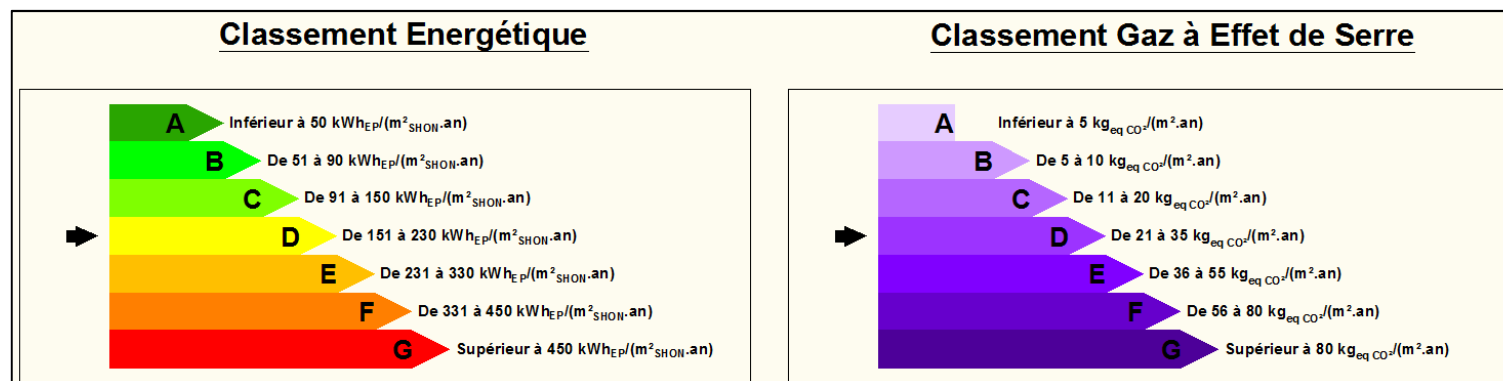


Figure 61 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Cependant elle présente un intérêt pour le confort thermique des occupants des bâtiments K, L & M. En outre, le coût d'investissement de cette solution est plutôt élevé ainsi que le temps de retour sur investissement.

VI.2.5. Préconisation n°4 : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffre de volets roulants

Mise en œuvre

Le remplacement de l'intégralité des menuiseries datant de la construction du bâtiment permettrait de faire des gains énergétiques importants. Le remplacement par des menuiseries en PVC avec double vitrage avec remplissage Argon à faible émissivité est conseillé.

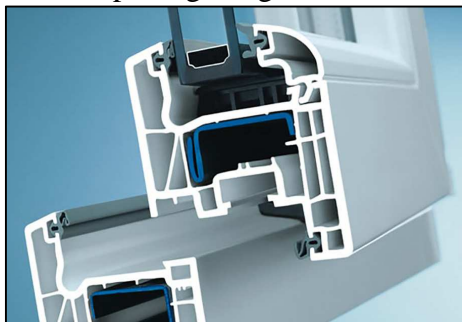


Figure 62 : Mise en place de menuiseries PVC Double Vitrage remplissage Argon à faible émissivité

Performances énergétiques minimales

Pour une menuiserie le coefficient de transmission thermique de la paroi ne doit pas être supérieur à **2,60 W/(m².K)**. Pour les volets roulants, le ΔR devra être d'au moins **0,22 m².K/W**. de plus le Sw des menuiseries devra être supérieur ou égale à **0,36** afin de bénéficier du crédit d'impôts.

Analyse

Détails techniques			
Surface (en m²)		U (en W/(m².K))	
		Actuel	Futur
		De 4,40 à 1,70	1,40
Coût des travaux		531 000 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	813 680	Soit 9,69 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	3	Financiers (en €/an)	43 279,64 €HT
Temps de retour			
Brut (en années)	12,3	Actualisé (en années)	
		10,5(Pessimiste)	11,7 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		9 500	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration du confort thermique en hiver des occupants.- Amélioration du confort d'été des occupants.- Amélioration de l'étanchéité à l'air des bâtiments concernés.- Diminution des déperditions de chaleur.- Diminution des consommations de chauffage.		<ul style="list-style-type: none">- Les panneaux existants sont susceptibles de contenir de l'amiante, ce qui entraine la réalisation d'un diagnostic amiante.- Mise en place d'une méthode de dépose adaptée par l'entreprise qui déposera les panneaux (présence d'amiante possible) ;- Respect du PLU (teintes des menuiseries).	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /an	En %
Chauffage		5 740 021	5 740 021	106,20	106,20	813 680	12,42%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553 700	1 428 546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 892,8	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		7 584 763	8 712 030	140,33	161,18	813 680,00	9,69%

Etiquettes énergétique et climat

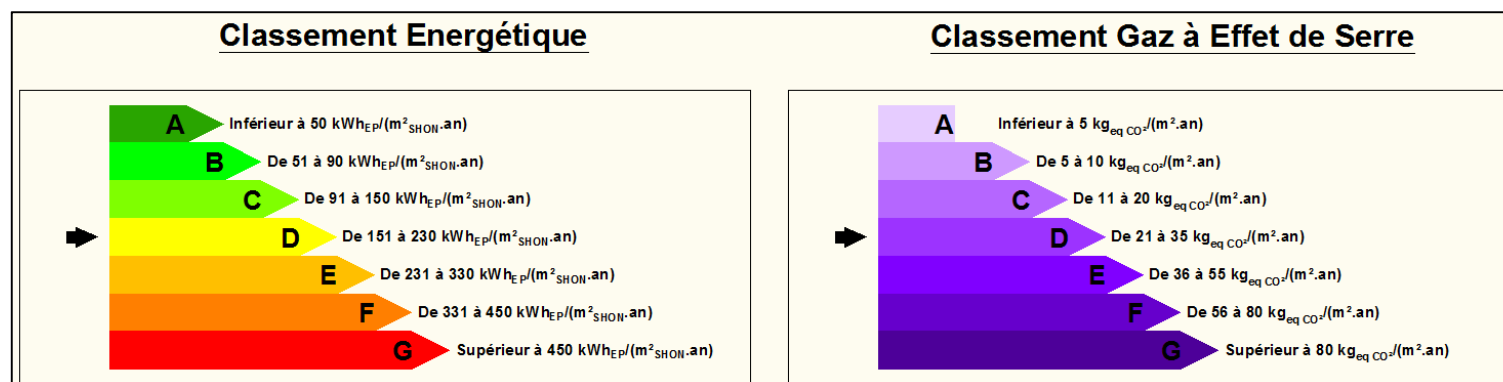


Figure 63 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Le coût d'investissement de cette solution est important toutefois le confort thermique des occupants et le gain énergétique liés à cette préconisation sont très importants.

VI.2.6. Préconisation n°5 : Remplacement des portes des halls d'entrée

Mise en œuvre

Le remplacement de l'intégralité des portes des halls d'entrée datant de la construction du bâtiment permettrait de faire des gains énergétiques importants et de limiter les infiltrations d'air dans les halls. Le remplacement par des portes en Alu avec double vitrage avec remplissage Argon à faible émissivité est conseillé. De plus, ce remplacement permettrait une remise en conformité de l'accessibilité handicapé.



Figure 64 : Remplacement des portes des Halls d'entrée

Performances énergétiques minimales

Pour une menuiserie le coefficient de transmission thermique de la paroi ne doit pas être supérieur à **1,70 W/(m².K)**.

Analyse

Détails techniques			
Quantité		U (en W/(m².K))	
1 par cage d’escalier pour les bâtiments J, K, L & M 2 par cage pour les bâtiments N & O		Actuel	Futur
		5,40	2,20
Coût des travaux		84 000 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	49 889	Soit 0,59 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	0	Financiers (en €/an)	2 653,60 €HT
Temps de retour			
Brut (en années)	31,7	Actualisé (en années)	
		22,3 (Pessimiste)	27,6 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		240	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration de l’étanchéité à l’air des bâtiments concernés.- Mise aux normes de l’accessibilité « handicapé » des bâtiments.		<ul style="list-style-type: none">- Mise en place de boutons d’ouverture de porte et de lecteurs de badge.	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /an	En %
Chauffage		6503812	6503812	120,33	120,33	49889	0,76%
Eau Chaude Sanitaire		1131283	1131283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		8348554	9475821	154,46	175,32	49889,00	0,59%

Etiquettes énergétique et climat

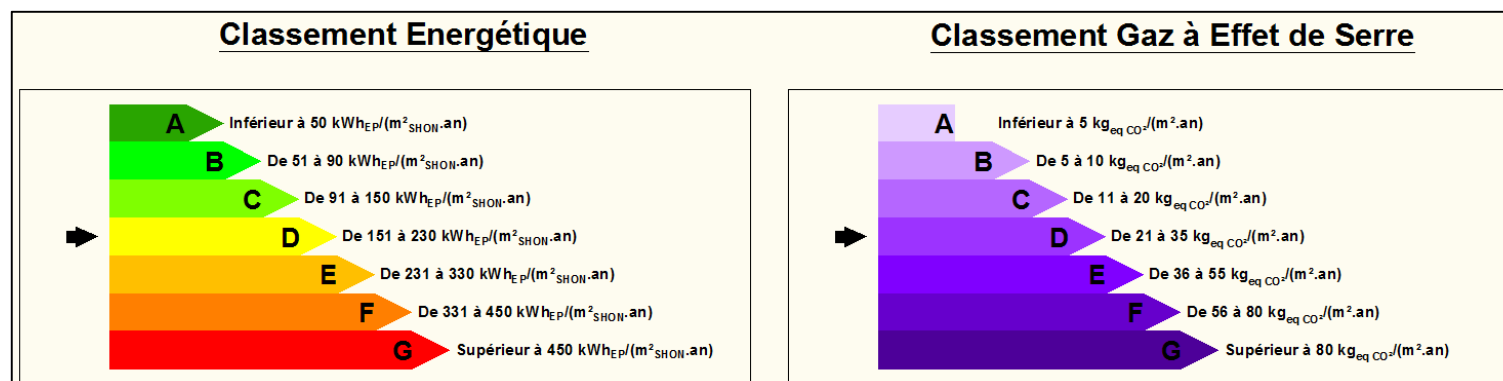


Figure 65 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Le coût d'investissement de cette solution n'est pas excessif toutefois le confort des occupants lié à cette préconisation est très important. De plus, cette préconisation va influencer l'étanchéité à l'air des bâtiments (phénomène difficilement quantifiable via l'audit).

VI.2.7. Préconisation n°6 : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols

Mise en œuvre

Les réseaux existants de Chauffage, d'Eau Chaude Sanitaire et de Bouclage en Sous-Sols présentent des disparités dans le calorifugeage. En effet, après la mise en place de clapets anti-retours et le remplacement des vannes, des parties des réseaux cheminant en Parking et en Caves n'ont plus de calorifugeage. La mise en place d'un calorifugeage sur l'ensemble des réseaux est primordiale afin de limiter les pertes de chaleur par les réseaux de distribution.

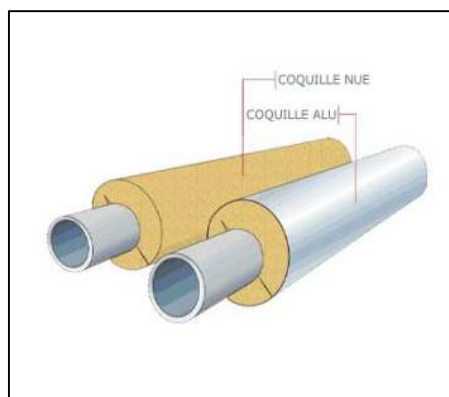


Figure 66 : Calorifugeage manquant en réseaux

Performances énergétiques minimales

Les réseaux d'eau chaude doivent, règlementairement, être de classe 3 c'est-à-dire avoir une isolation répondant au tableau présent en *Annexe n°10*.

Analyse

Détails techniques			
Longueur (en m²)			
Difficilement quantifiable			
Coût des travaux		16 500 €HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	333 140	Soit 3,97 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	0	Financiers (en €/an)	17 719,72 € HT
Temps de retour			
Brut (en années)	0,9	Actualisé (en années)	
		0,9 (Pessimiste)	0,9 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		12 300	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Diminutions des pertes de chaleur des réseaux de distribution.- Amélioration de la température de l'Eau Chaude Sanitaire aux points de puisages en logement.		<ul style="list-style-type: none">- Accès aux Caves et aux parkings nécessaires.	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %
Chauffage		6220561	6220561	115,09	115,09	333140	5,08%
Eau Chaude Sanitaire		1131283	1131283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		8065303	9192570	149,22	170,08	333140,00	3,97%

Etiquettes énergétique et climat

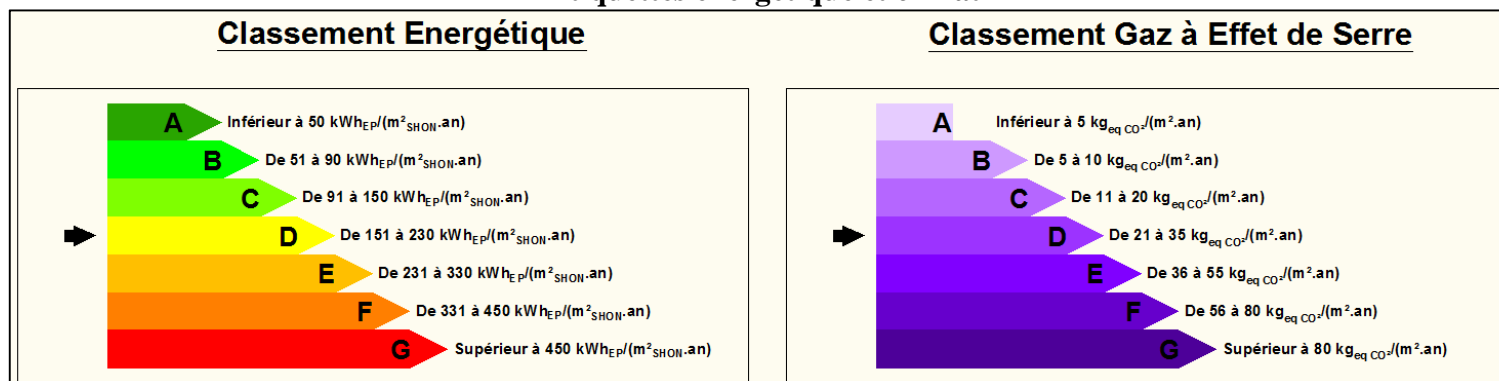


Figure 67 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Le coût d'investissement de cette solution n'est pas excessif toutefois cette préconisation permettra d'améliorer et d'assurer une température de l'Eau Chaude Sanitaire plus égalitaire suivant les logements. Cette préconisation va permettre de diminuer les consommations énergétiques liées à la distribution de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire.

VI.2.8. Préconisation n°7 : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, débouage et équilibrage des réseaux

Mise en œuvre

La grande majorité des radiateurs des logements sont les radiateurs installés lors de la construction du bâtiment. Les radiateurs sont vieillissants et sont emboués, ce qui ne permet pas une utilisation optimale de ceux-ci. De plus, la majorité des occupants n'utilise pas les robinets thermostatiques (présents sur 50% des radiateurs) car ils sont, pour la plupart, défectueux. La solution la plus appropriée est le remplacement de l'intégralité des radiateurs ainsi que des robinets thermostatiques. De plus, la mise en place de robinets thermostatiques sur les radiateurs équipés de robinets simple réglage va permettre une meilleure gestion du chauffage des locaux. Lors du remplacement des émetteurs de chaleur un équilibrage des réseaux de chauffage et un débouage des installations devra être effectué.



Figure 68 : Radiateurs remplacés en logements

Analyse

Détails techniques			
Quantitatif			
2 par séjour, 1 par chambre, 1 par cuisine et 1 par salle de bains			
Coût des travaux		540 000 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	156 416	Soit 1,86 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	1	Financiers (en €/an)	9319,77 € HT
Temps de retour			
Brut (en années)	65	Actualisé (en années)	
		36,1 (Pessimiste)	50,1 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		8 360	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration des émetteurs de chaleurs.- Meilleure régulation des émetteurs de chaleur par les occupants.		<ul style="list-style-type: none">- Aucun	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /an	En %
Chauffage		6 397 285	6 397 285	118,36	118,36	156 416	2,39%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553 700	1 428 546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 892,8	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		8 242 028	9 369 294	152,49	173,34	156 415,81	1,86%

Etiquettes énergétique et climat

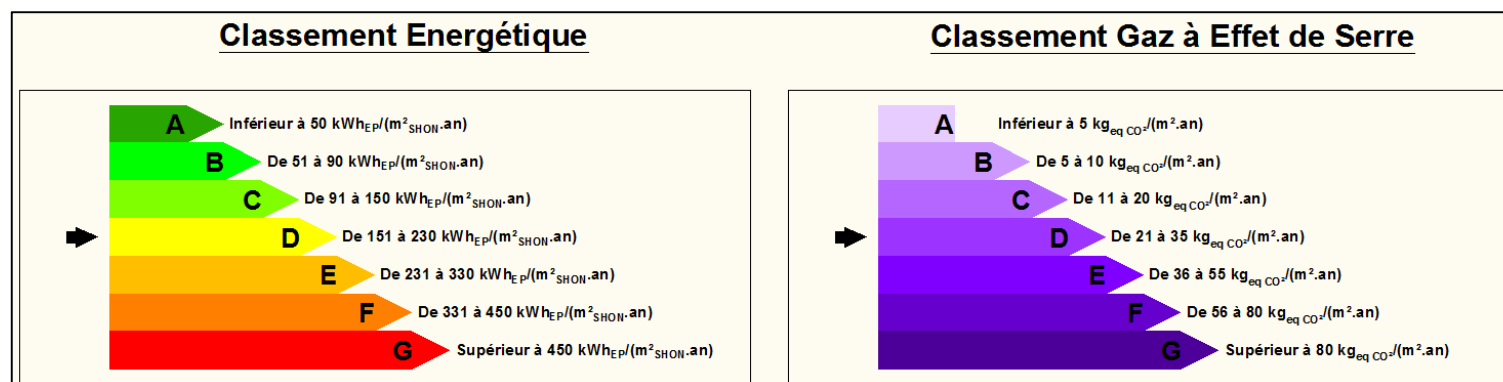


Figure 69 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Le coût d'investissement de cette solution est relativement élevé toutefois l'amélioration du confort des occupants liée à cette préconisation est très importante. De plus, elle va permettre de diminuer les consommations de chauffage de l'ensemble de la copropriété.

VI.2.9. Préconisation n°8 : Remplacement des luminaires en cage d'escaliers

Mise en œuvre

A l'heure actuelle, les cages d'escaliers présentent des luminaires avec allumage sur bouton poussoir avec une temporisation de 2 minutes. Les cages d'ascenseurs sont éclairées en fonction de leur commande. Le remplacement des luminaires en place par des luminaires à basse consommation avec détecteur de présence et de luminosité permettrait de faire des économies quant à la gestion de l'éclairage des parties communes.

Analyse

Détails techniques			
Quantité		U (en W/(m².K))	
2 par niveau de chaque cage d'escalier			
Coût des travaux		65 000 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	216 223	Soit 1,00 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	1	Financiers (en €/an)	7 810,84 € HT
Temps de retour			
Brut (en années)	8,4	Actualisé (en années)	
		7,5 (Pessimiste)	8,1 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		662	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration de la gestion de l'éclairage des halls d'entrée et de cages d'escalier.- Diminution des consommations électriques liées à l'éclairage des communs.		<ul style="list-style-type: none">- Réfection des Halls d'entrée et des Cages d'escalier.	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %
Chauffage		6 553 701	6 553 701	121,25	121,25	0	0,00%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	469 893	1 212 323	8,69	22,43	216 223	15,14%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 892,8	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		8 314 636	9 309 488	153,83	172,24	216 222,75	1,00%

Etiquettes énergétique et climat

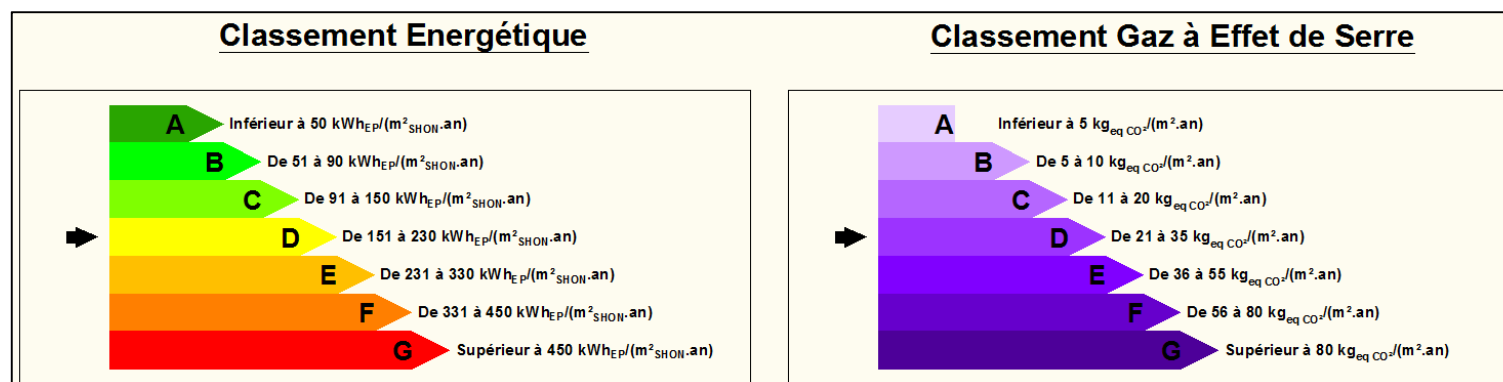


Figure 70 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. La mise en place de cette solution permet de diminuer les consommations électriques liées à l'éclairage des circulations et des escaliers.

VI.2.10. Préconisation n°9 : Isolation thermique par l'extérieure

Mise en œuvre

Les murs extérieurs des bâtiments ne sont pas isolés, la possibilité d'isoler les parois en contact avec l'extérieur est une solution envisageable. L'isolant sera d'une épaisseur de 15 cm pour une résistance thermique de 4,80 m².K/W.

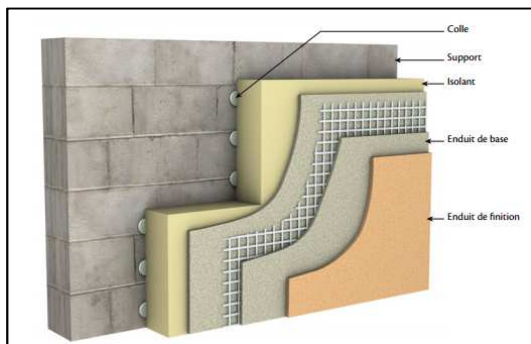


Figure 71 : Isolation thermique par l'extérieur avec enduit de finition

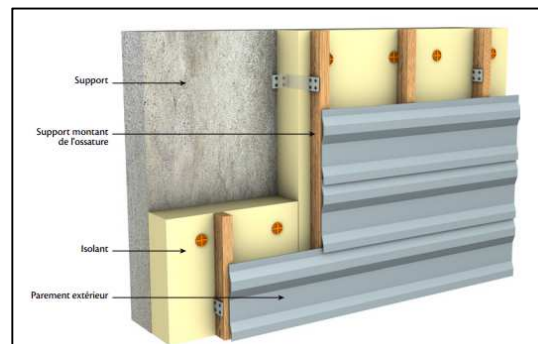


Figure 72 : Isolation thermique par l'extérieur avec parement extérieur

Performances énergétiques minimales

Pour un mur donnant sur l'extérieur le coefficient de transmission thermique de la paroi ne doit pas être supérieur à 0,45 W/(m².K).

Analyse

Détails techniques			
Surface (en m²)		U (en W/(m².K))	
13 451		Actuel	Futur
		1,70	0,18
Coût des travaux		1 521 743 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	1 484 262,21	Soit 16,56 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	5	Financiers (en €/an)	76 350,53 € HT
Temps de retour			
Brut (en années)	20,0	Actualisé (en années)	
		16,0 (Pessimiste)	19,0 (Optimiste)
Aides financières			
	Calculs CEE	33 625	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration du confort thermique en hiver des occupants.- Diminutions importantes des déperditions de chaleur.- Diminutions importantes des consommations de chauffage.		<ul style="list-style-type: none">- Investissement important et travaux d'isolation lourds ;- Respect du PLU, pas de site classé à proximité.	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %
Chauffage		5 221 635	5 221 635	96,61	96,61	1 332 066	20,33%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553 700	1 428 546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	47 169	121 697	0,87	2,25	152 196	55,57%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		7 007 387	8 041 448	129,65	148,78	1 484 262,21	16,56%

Etiquettes énergétique et climat

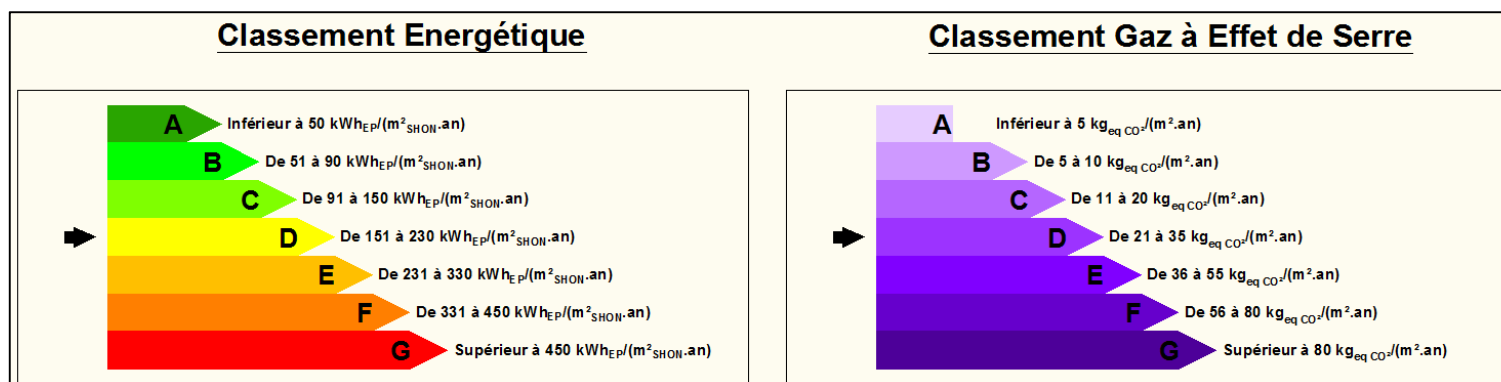


Figure 73 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Toutefois, elle engendre des gains sur les consommations de chauffage importants.

VI.2.11. Préconisation n°10 : Isolation des rampants

Mise en œuvre

Les murs extérieurs des bâtiments ne sont pas isolés, la possibilité d'isoler les parois en contact avec l'extérieur est une solution envisageable. L'isolant à mettre en œuvre aura une épaisseur de 20 cm pour une résistance thermique de 6,0 m².K/W.

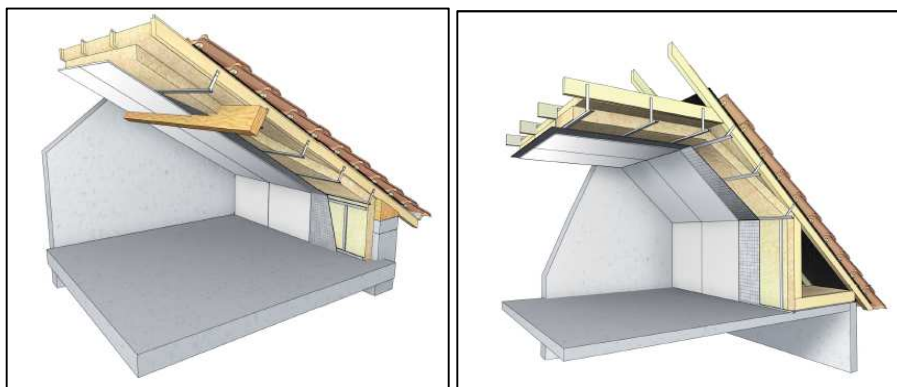


Figure 74 : Isolation des rampants

Performances énergétiques minimales

Pour un rampant donnant sur l'extérieur le coefficient de transmission thermique de la paroi ne doit pas être supérieur à 0,28 W/(m².K).

Analyse

Détails techniques			
Surface (en m²)		U (en W/(m².K))	
4927,39		Actuel	Futur
		1,43	0,18
Coût des travaux		740 000 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	513 022	Soit 6,11 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	2	Financiers (en €/an)	27 287,67 € HT
Temps de retour			
Brut (en années)	27,2	Actualisé (en années)	
		19,9 (Pessimiste)	24,1 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		7 920	MWh cumac
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Amélioration du confort thermique en hiver des occupants.- Diminutions importantes des déperditions de chaleur.- Diminutions importantes des consommations de chauffage.		<ul style="list-style-type: none">- Investissement important et travaux d'isolation lourds.	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /an	En %
Chauffage		6 040 678	6 040 678	111,76	111,76	513 023	7,83%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	553 700	1 428 546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 893	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		7 885 421	9 012 688	145,89	166,75	513 022,31	6,11%

Etiquettes énergétique et climat

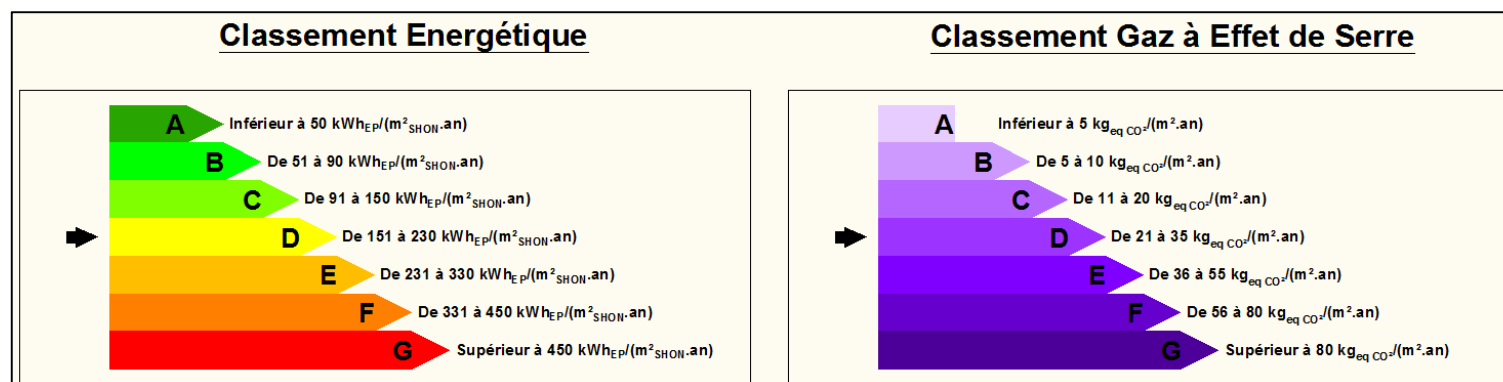


Figure 75 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Toutefois, elle engendre des gains sur les consommations de chauffage importants et à une influence non négligeable sur le confort thermique et été.

VI.2.12. Préconisation n°11 : Mise en place de Sous-Station de production d'ECS en pied de chaque bâtiment

Mise en œuvre

La production d'Eau Chaude Sanitaire est actuellement mutualisée avec la production de chauffage. En effet, une Sous-Station pour les bâtiments J, K & N et une Sous-Station les bâtiments O, L & M sont présentes au dernier niveau des bâtiments N et O. L'installation de Sous-Station en pied de chaque bâtiment permettrait de limiter les longueurs de canalisation et de permettre une amélioration des températures d'Eau Chaude Sanitaire dans les différents points de puisage des logements. De plus, la mise en place d'une isolation sur les échangeurs de chaleurs actuels est conseillée.

Analyse

Détails techniques			
Coût des travaux		62 000 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	176 763	Soit 2,02 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	1	Financiers (en €/an)	9 508,08 €HT
Temps de retour			
Brut (en années)	6,8	Actualisé (en années)	
		6,2 (Pessimiste)	6,6 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		8 206 MWh cumac	
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">- Diminution des consommations de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire.- Diminution de la longueur de distribution des réseaux d'Eau Chaude.- Température de puisage en logement de l'ECS plus constante et plus facilement maitrisable.		<ul style="list-style-type: none">- Nécessité de trouver des locaux dans le Sous-Sol à proximité de chaque bâtiment.	

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /an	En %
Chauffage		6 553 701	6 553 701	121,25	121,25	0	0,00%
Eau Chaude Sanitaire		961 591	961 591	17,79	17,79	169 692	15,00%
Electricité	Eclairage	553 700	1 428 546	10,24	26,43	0	0,00%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 893	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		8 228 751	9 356 018	152,24	173,10	169 692,26	2,02%

Etiquettes énergétique et climat

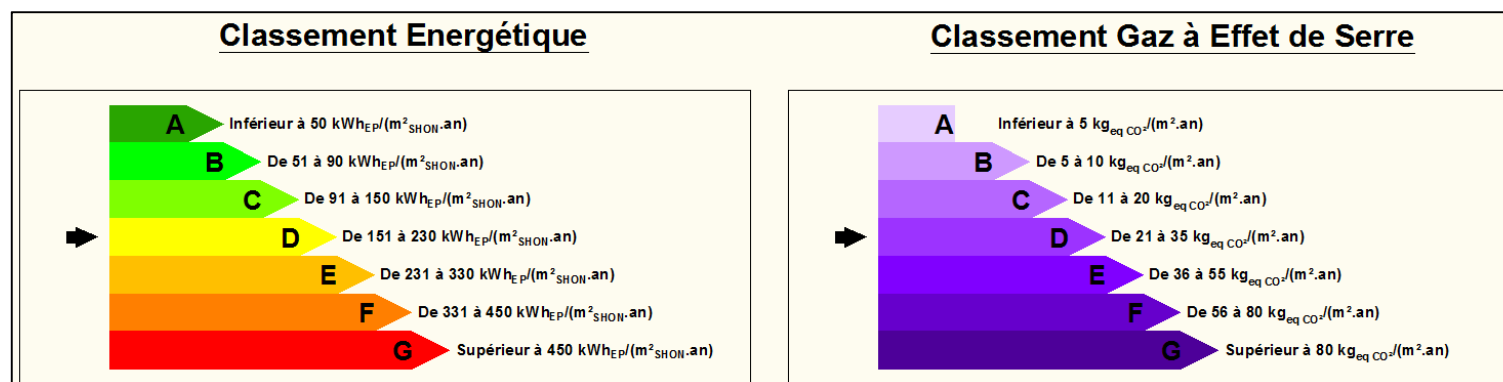


Figure 76 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de cette préconisation ne permet ni de gagner de classe énergétique ni de gagner de classe climat. Toutefois, elle engendre des gains sur les consommations de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire importants. De plus elle a une influence sur la température de distribution de l'ECS.

VI.3. Définition des scénarios

Les scénarios sont des propositions de programmes de travaux.

Les trois scénarios proposés vont permettre de répondre aux cibles énergétiques suivantes :

- *Scénario A* : Réalisation de 20 % d'économies d'énergies ;
- *Scénario B* : Réalisation de 38% d'économies d'énergies ;
- *Scénario C* : Consommations maximales en énergie primaire fixées à 80 kWh_{EP}/(m²_{SHON}.an) conformément au *Label BBC Rénovation*.

VI.4. Présentation des scénarios

Le **scénario A** doit assurer un gain énergétique correspondant à une diminution des consommations énergétique supérieure ou égale à 20 % des consommations énergétiques initiales.

Ce scénario comprend la mise en œuvre des préconisations suivantes :

- *Préconisation n°0* : Mise en place de compteur pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire ;
- *Préconisation n°1* : Isolation des planchers bas sur Sous-Sols ;
- *Préconisation n°2* : Isolation des combles des bâtiments ;
- *Préconisation n°3* : Remplacement des panneaux entre les menuiseries ;
- *Préconisation n°5* : Remplacement des portes des halls d'entrée ;
- *Préconisation n°6* : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols ;
- *Préconisation n°7* : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, désembouage et équilibrage des réseaux ;
- *Préconisation n°8* : Remplacement des luminaires en cages d'escaliers.

Le **scénario B** doit assurer un gain énergétique correspondant à une diminution des consommations énergétiques supérieure ou égale à 33 % des consommations énergétiques initiales.

Ce scénario comprend la mise en œuvre des préconisations du scénario A ainsi que des préconisations suivantes :

- *Préconisation n°4* : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffres de volets roulants ;
- *Préconisation n°9* : Mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur ;
- *Préconisation n°11* : Mise en place de Sous-Stations pour la production d'Eau Chaude Sanitaire par bâtiment.

Le **scénario C** doit assurer un gain énergétique permettant d'atteindre une consommation d'énergie primaire inférieure à 80 kWh_{EP}/(m².an).

Ce scénario comprend la mise en œuvre des préconisations du scénario B ainsi que de la préconisation suivante :

- *Préconisation n°10* : Isolation des rampants des logements.

VI.4.1. Scénario A : Réalisation de 20 % d'économies d'énergies

Analyse

Détails techniques			
Ce scénario comprend la mise en œuvre des préconisations suivantes :			
<div>- Préconisation n°0 : Mise en place de compteurs pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire ;</div> <div>- Préconisation n°1 : Isolation des planchers bas sur Sous-Sols ;</div> <div>- Préconisation n°2 : Isolation des combles des bâtiments ;</div> <div>- Préconisation n°3 : Remplacement des panneaux entre les menuiseries ;</div> <div>- Préconisation n°5 : Remplacement des portes des halls d'entrée ;</div> <div>- Préconisation n°6 : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols ;</div> <div>- Préconisation n°7 : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, désembouage et équilibrage des réseaux ;</div> <div>- Préconisation n°8 : Remplacement des luminaires en cages d'escaliers.</div>			
Coût des travaux		1 206 890 €HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	1 928 059,41	Soit 21,38 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	6	Financiers (en €/an)	177 819,98 €HT
Temps de retour			
Brut (en années)	7,0	Actualisé (en années)	
		6,4 (Pessimiste)	6,8 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		40 992 MWh cumac	

Le tableau suivant reprend les différentes solutions proposées en précisant l'ordre de mise en œuvre :

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %
Chauffage		4 841 863	4 841 863	89,58	89,58	1 711 838	26,12%
Eau Chaude Sanitaire		1 131 283	1 131 283	20,93	20,93	0	0,00%
Electricité	Eclairage	469 893	1 212 324	8,69	22,43	216 222	15,14%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106 160	273 893	1,96	5,07	0	0,00%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		6 602 799	7 597 651	122,16	140,57	1 928 059,41	21,38%

Etiquettes énergétique et climat

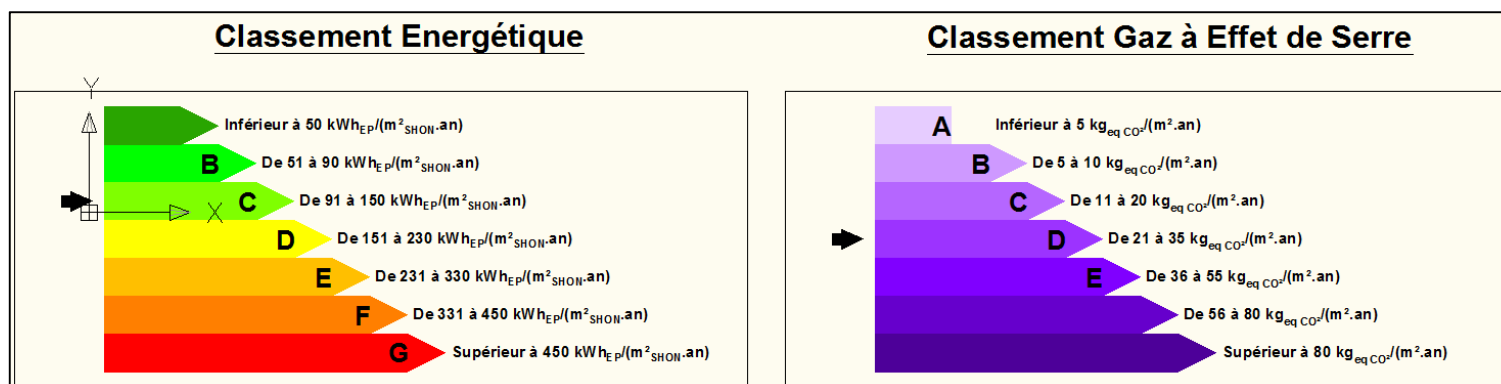


Figure 77 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de ce scénario entraine un gain d'une classe énergétique. Ce scénario a un temps de retour sur investissement relativement court compte tenu des investissements à mettre en place.

VI.4.2. Scénario B : Réalisation de 33 % d'économies d'énergies

Analyse

Détails techniques			
Ce scénario comprend la mise en œuvre des préconisations suivantes :			
<div>- Préconisation n°0 : Mise en place de compteurs pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire ;</div> <div>- Préconisation n°1 : Isolation des planchers bas sur Sous-Sols ;</div> <div>- Préconisation n°2 : Isolation des combles des bâtiments ;</div> <div>- Préconisation n°3 : Remplacement des panneaux entre les menuiseries ;</div> <div>- Préconisation n°4 : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffres de volets roulants ;</div> <div>- Préconisation n°5 : Remplacement des portes des halls d'entrée ;</div> <div>- Préconisation n°6 : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols ;</div> <div>- Préconisation n°7 : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, désembouage et équilibrage des réseaux ;</div> <div>- Préconisation n°8 : Remplacement des luminaires en cages d'escaliers ;</div> <div>- Préconisation n°9 : Mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur ;</div> <div>- Préconisation n°11 : Mise en place de Sous-Stations pour la production d'Eau Chaude Sanitaire par bâtiment.</div>			
Coût des travaux		3 321 633 €HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	3 485 200,90	Soit 38,81 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	11	Financiers (en €/an)	181 158,42 €HT
Temps de retour			
Brut (en années)	18,6	Actualisé (en années)	
		14,8 (Pessimiste)	17,1 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		86 917 MWh cumac	

Le tableau suivant reprend les différentes solutions proposées en précisant l'ordre de mise en œuvre :

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %
Chauffage		3 719 739	3 719 739	68,82	68,82	2 833 962	43,24%
Eau Chaude Sanitaire		848 462	848 462	15,70	15,70	282 821	25,00%
Electricité	Eclairage	469 893	1 212 324	8,69	22,43	216 222	15,14%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	47 169	121 696,59	0,87	2,25	152 196	55,57%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		5 138 863	6 040 509	95,08	111,76	3 485 200,90	38,81%

Etiquettes énergétique et climat

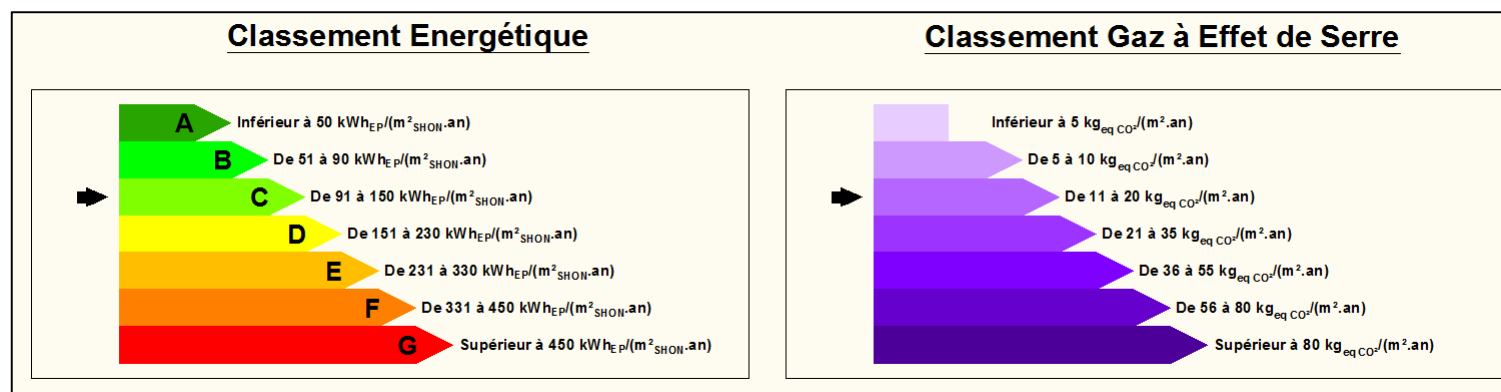


Figure 78 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de ce scénario entraine un gain d'une classe énergétique et d'une classe climat. Ce scénario a un temps de retour sur investissement relativement court compte tenu des investissements à mettre en place.

VI.4.3. Scénario C : Consommations énergétiques inférieures à 80 kWh_{EP}/(m².an)

Analyse

Détails techniques			
Ce scénario comprend la mise en œuvre des préconisations suivantes :			
<div>- Préconisation n°0 : Mise en place de compteurs pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire ;</div> <div>- Préconisation n°1 : Isolation des planchers bas sur Sous-Sols ;</div> <div>- Préconisation n°2 : Isolation des combles des bâtiments ;</div> <div>- Préconisation n°3 : Remplacement des panneaux entre les menuiseries ;</div> <div>- Préconisation n°4 : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffres de volets roulants ;</div> <div>- Préconisation n°5 : Remplacement des portes des halls d'entrée ;</div> <div>- Préconisation n°6 : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols ;</div> <div>- Préconisation n°7 : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, débouage et équilibrage des réseaux ;</div> <div>- Préconisation n°8 : Remplacement des luminaires en cages d'escaliers ;</div> <div>- Préconisation n°9 : Mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur ;</div> <div>- Préconisation n°11 : Mise en place de Sous-Stations pour la production d'Eau Chaude Sanitaire par bâtiment ;</div> <div>- Préconisation n°10 : Isolation des rampants des logements.</div>			
Coût des travaux		4 061 633 € HT	
Gains potentiels			
Energétique (en kWh _{EF})	5 506 853,40	Soit 62,88 % des consommations totales	
Environnemental Economie en kg _{eq} CO ₂ /an	16	Financiers (en €/an)	288 690,11 €HT
Temps de retour			
Brut (en années)	14,2	Actualisé (en années)	
		11,9 (Pessimiste)	13,3 (Optimiste)
Aides financières			
Calculs CEE		93 517	MWh cumac

Le tableau suivant reprend les différentes solutions proposées en précisant l'ordre de mise en œuvre :

Consommations détaillées

Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m ² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %
Chauffage		1 698 086	1 698 086	31,42	31,42	4 855 615	74,09%
Eau Chaude Sanitaire		848 462	848 462	15,70	15,70	282 821	25,00%
Electricité	Eclairage	469 893	1 212 324	8,69	22,43	216 222	15,14%
	Auxiliaire chauffage et ventilation	47 169	121 696,59	0,87	2,25	152 196	55,57%
	Autres (Ascenseurs...)	53 600	138 288	0,99	2,56	0	0,00%
TOTAL		3 117 211	4 018 857	57,67	74,35	5 506 853,40	62,88%

Etiquettes énergétique et climat

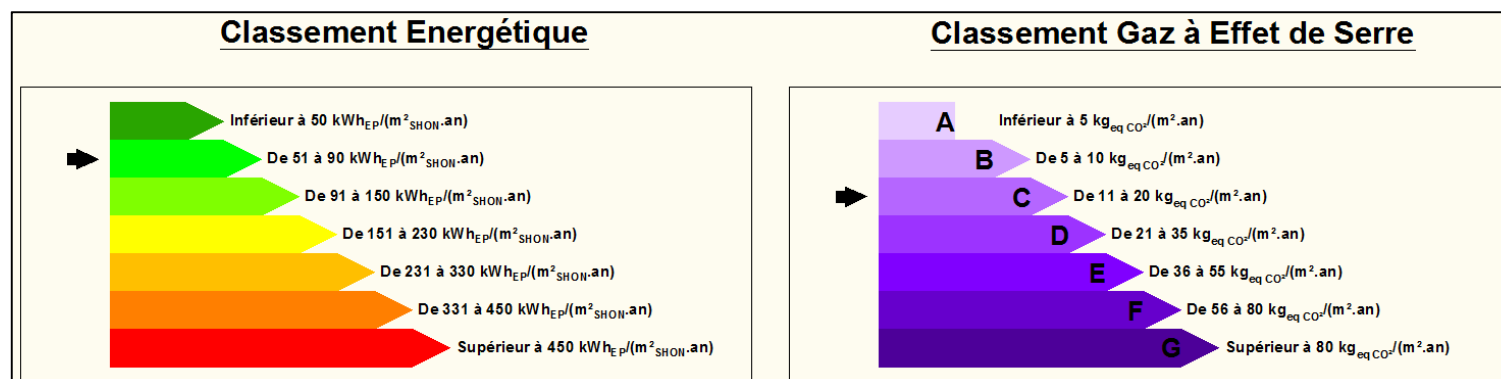


Figure 79 : Etiquettes énergétique et climat

Observations

La mise en place de ce scénario entraîne un gain de deux classes énergétiques et d'une classe climat. Ce scénario a un temps de retour sur investissement intéressant compte tenu des investissements à mettre en place.

VII. SYNTHESE DES PRECONISATIONS ET DES SCENARIOS

VII.1. Tableau de synthèse des consommations

	Consommations énergétiques totales		Gains énergétiques potentiels	Emissions des gaz à effets de serre	Classe énergétique	Classe climat
	En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /(m².an)	En %	En kg _{eq} CO ₂ /an		
Etat Existant	8 398 443	176,24	-	29	D	D
Préconisation N°01 Isolation des plancher bas	7 695 450	163,23	8,37	27	D	D
Préconisation N°02 Isolation des combles	8 385 053	175,99	0,16	29	D	D
Préconisation N°03 Remplacement des panneaux entre menuiseries	8 252 803	173,54	1,73	28	D	D
Préconisation N°04 Remplacement des menuiseries et des coffres de volets roulants	7 584 763	161,18	9,69	27	D	D
Préconisation N°05 Remplacement des portes des halls d'entrée	8 348 554	175,32	0,59	29	D	D
Préconisation N°06 Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols et en gaines	8 065 303	170,08	3,97	28	D	D
Préconisation N°07 Remplacement des radiateurs et mise en place de thermostatiques, désembouage et équilibrage des réseaux	8 242 028	173,34	1,86	28	D	D
Préconisation N°08 Remplacement des luminaires en cages d'escaliers	8 314 636	172,24	1,00	28	D	D
Préconisation N°09 Isolation thermique par l'extérieur	7 007 387	148,78	16,56	25	D	D
Préconisation N°10 Isolation des rampants	7 885 421	166,75	6,11	27	D	D
Préconisation N°11 Sous-Stations de production d'ECS en pied de bâtiments	8 228 751	173,10	2,02	28	D	D
Scénario A Préconisations N°0, N°1, N°2, N°3, N°5, N°6, N°7 & N°8	6 602 799	140,57	21,38	23	C	D
Scénario B Scénario A + Préconisations N°4, N°9 & N°11	1 538 863	111,76	38,81	19	C	C
Scénario C Scénario B + Préconisation N°10	3 117 211	74,35	62,68	13	B	C

Action à réaliser à court terme

Actions à réaliser à moyen terme

Action à réaliser à long terme

VII.2. Tableau de synthèse des coûts et temps de retour

La liste suivante présente, de façon succincte, les différentes préconisations proposées :

- *Préconisation n°0* : Mise en place de compteurs pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire et changement de type de contrat d'exploitation ;
- *Préconisation n°1* : Isolation des planchers bas sur Sous-Sols ;
- *Préconisation n°2* : Isolation des combles des bâtiments ;
- *Préconisation n°3* : Remplacement des panneaux entre les menuiseries des balcons ;
- *Préconisation n°4* : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffres de volets roulants ;
- *Préconisation n°5* : Remplacement des portes des halls d'entrée ;
- *Préconisation n°6* : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols, en gaines verticales et horizontales ;
- *Préconisation n°7* : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, désembouage et équilibrage des réseaux ;
- *Préconisation n°8* : Remplacement des luminaires en cages d'escaliers ;
- *Préconisation n°9* : Isolation thermique par l'extérieur ;
- *Préconisation n°10* : Isolation des rampants ;
- *Préconisation n°11* : Mise en place de Sous-Stations de production d'ECS en pied de chaque bâtiment.

		Préconisations										
		N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11
Coût d'investissement en €HT		136 390 €	54 000 €	275 000 €	531 000 €	84 000 €	16 500 €	540 000 €	65 000 €	1 521 743 €	740 000 €	62 000 €
Economie par an en €HT/an		37 932 €	712 €	7 746 €	43 280 €	2 654 €	17 720 €	8 320 €	7 811 €	76 350 €	27 288 €	9 508 €
Temps de retour	Brut	3,7	75,9	35,5	12,3	31,7	0,9	65,0	8,4	20,0	27,2	6,8
	Actualisé (Pessimiste)	3,6	39,6	24,2	10,5	22,3	0,9	36,1	7,5	16,0	19,9	6,2
	Actualisé (Optimiste)	3,7	56,5	30,4	11,7	27,6	0,9	50,1	8,1	19,0	24,1	6,6

Le **scénario A** comprend la mise en œuvre des préconisations suivantes :

Le **scénario B** comprend la mise en œuvre des préconisations du scénario A ainsi que des préconisations suivantes :

Le **scénario C** comprend la mise en œuvre des préconisations du scénario B ainsi que de la préconisation suivante :

- *Préconisation n°0* : Mise en place de compteurs pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire ;
 - *Préconisation n°1* : Isolation des planchers bas sur Sous-Sols ;
 - *Préconisation n°2* : Isolation des combles des bâtiments ;
 - *Préconisation n°3* : Remplacement des panneaux entre les menuiseries ;
 - *Préconisation n°5* : Remplacement des portes des halls d'entrée ;
 - *Préconisation n°6* : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols ;
 - *Préconisation n°7* : Remplacement des radiateurs et remplacement/mise en place de robinets thermostatiques, désembouage et équilibrage des réseaux ;
 - *Préconisation n°8* : Remplacement des luminaires en cages d'escaliers.
- *Préconisation n°4* : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffres de volets roulants ;
 - *Préconisation n°9* : Mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur ;
 - *Préconisation n°11* : Mise en place de Sous-Stations pour la production d'Eau Chaude Sanitaire par bâtiment.
- *Préconisation n°10* : Isolation des rampants des logements.

		Scénario A	Scénario B	Scénario C
Coût d'investissement en €HT		1 206 890 €	3 321 633 €	4 061 633 €
Economie par an en €HT/an		177 820 €/an	181 158 €/an	288 690 €/an
Temps de retour	Brut	7,0	18,6	14,2
	Actualisé (Pessimiste)	6,4	14,8	11,9
	Actualisé (Optimiste)	6,8	17,1	13,3

VIII. CONCLUSION

Cet audit des bâtiments de la résidence HONORE DE BALZAC à Tours a permis d'apporter des éléments de réponse quant aux possibilités d'amélioration de la performance énergétique de la copropriété, point de départ de la réalisation de cet audit.

Dans un premier temps le relevé du bâti et des installations techniques a mis en évidence le manque d'isolation des parois sur l'extérieur et la différence dans la composition des vitrages. Concernant les sous-stations de chauffage et d'eau chaude sanitaire, l'absence d'isolation de certains éléments, les longueurs des distributions hydrauliques ainsi que la difficulté de la gestion de la température de l'eau chaude sanitaire sont des points à améliorer.

Chaque préconisation a été caractérisée en termes de gain énergétique et financier mais également en terme de coût et de retour sur investissement afin que cet audit serve d'outil d'aide à la décision pour la copropriété.

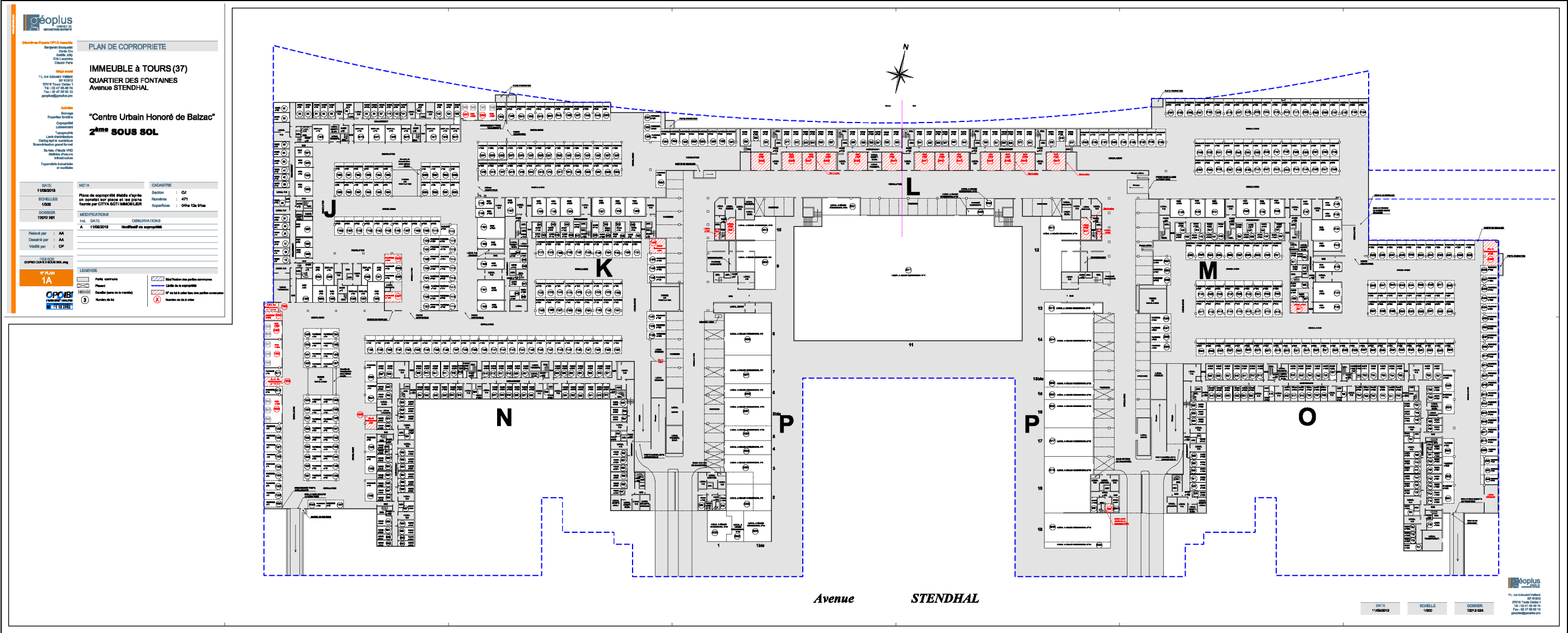
La réduction des consommations énergétiques passe par une réduction des déperditions de chaleur grâce à la mise en place d'une isolation thermique des parois des bâtiments et par une optimisation des systèmes énergétiques en place (radiateurs, robinets thermostatiques, création de sous-stations d'eau chaude sanitaire...).

Dans le cadre de travaux d'amélioration la solution qui semble la plus adaptée est le scénario de travaux C comprenant l'ensemble des préconisations présentées précédemment. Ce scénario répond aux exigences du Label BBC Rénovation permettant d'atteindre des consommations énergétiques inférieures à 80 kWh_{EP}/(m².an).

Annexes

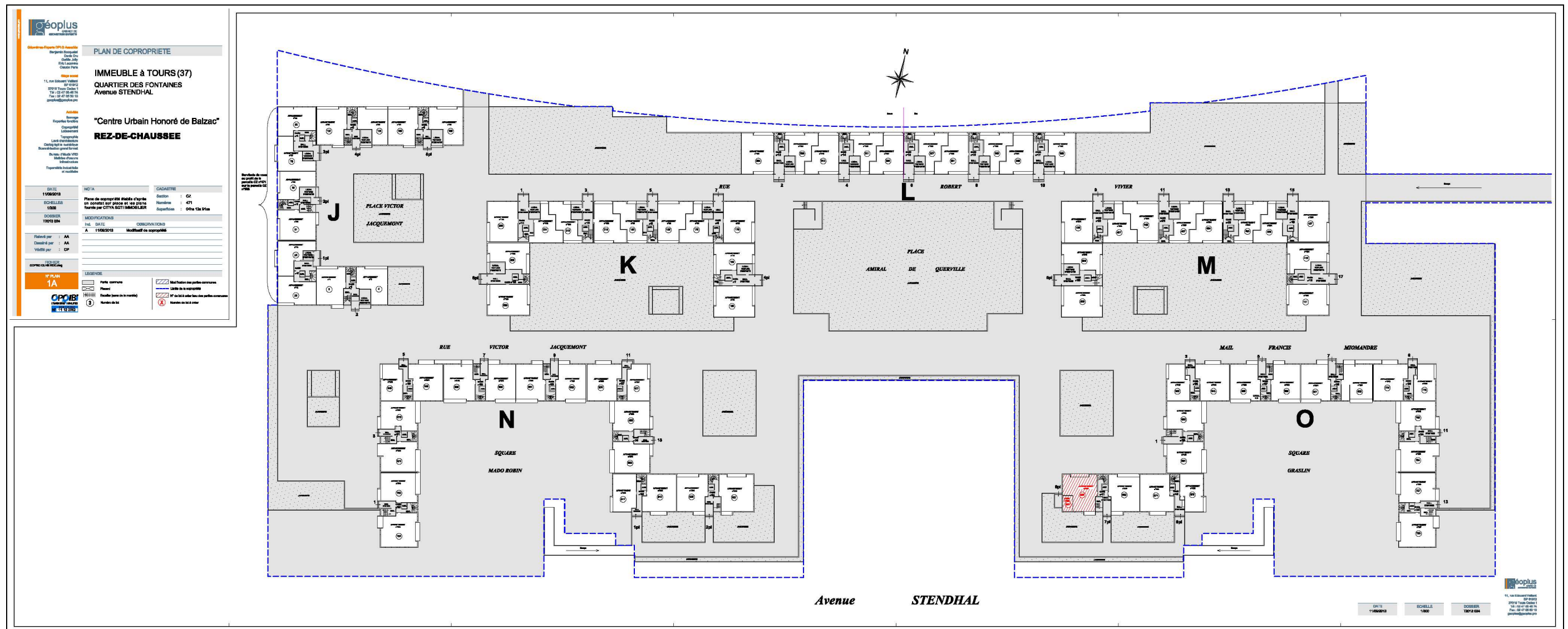
ANNEXE N°1 : Plans des bâtiments

Plans du Sous-Sol N°2



[illegible]

Plans du Rez-de-Chaussée





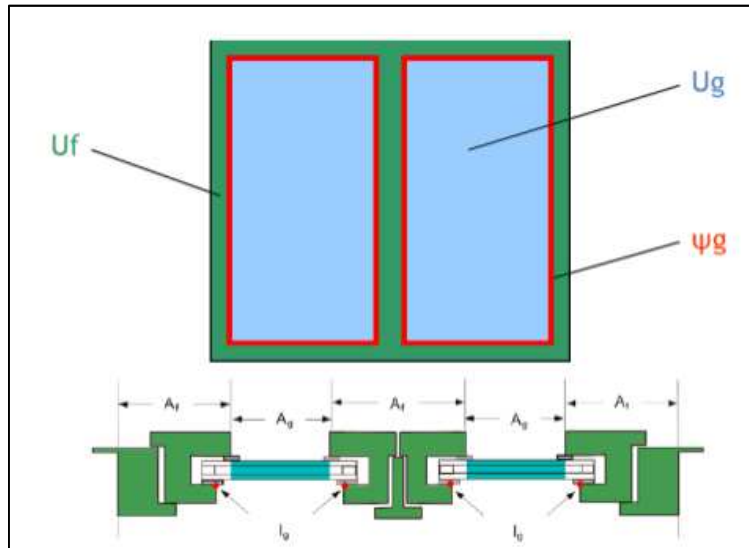
ANNEXE N°3 : Calculs des U_w des menuiseries

Les fenêtres sont caractérisées par le U_w qui est le coefficient de transmission thermique traduisant la capacité d'isolation des fenêtres

Ce coefficient exprime la capacité d'une fenêtre à conserver la température intérieure. Il s'exprime en $W/(m^2.K)$. Plus ce coefficient est faible et plus la fenêtre est isolante.

Le coefficient de transmission thermique U_w d'une fenêtre est déterminé en fonction de :

- Ses dimensions réelles
- Ses constituants réels :
 - Cadres de la menuiserie (U_f)
 - Vitrage (U_g)
 - Liaison vitrage/Cadre (ψ_g)



Il se calcule grâce à la formule suivante :

$$U_w = \frac{U_g A_g + U_f A_f + \psi_g l_g}{A_g + A_f}$$

ANNEXE N°4 : Questionnaires occupants

Les occupants de la Résidence « *Honoré de Balzac* » ont reçu dans leur boîte aux lettres le questionnaire suivant :

Questionnaire audit énergétique : Résidence Honoré de Balzac

Dans le cadre de la réalisation d'un audit énergétique dans votre résidence, nous avons besoin d'informations complémentaires, concernant le confort thermique **ressenti** et les travaux éventuels réalisés en partie privative.

Nous vous demandons de remplir ce questionnaire et de **le remettre à la loge Gardien**.

Merci d'avance de votre participation, cela ne vous prendra que quelques instants.

1- Type de logement (Studio, 2 pièces, 3 pièces, etc.) :

Adresse :

Etage :

Surface habitable (en m²) :

Vous êtes : ☐ Propriétaire ☐ Locataire

Nom :

Coordonnées téléphoniques et adresse mail : (facultatif mais important pour les visites des logements témoins) :

2- Avez-vous fait des travaux pouvant influencer sur la consommation d'énergie ou le confort thermique ?

☐ Non et je n'en envisage pas

☐ Non mais j'en envisage (précisez le(s)quel(s) et pourquoi) :

☐ Oui (précisez le(s)quel(s) et pourquoi) :

3- Vos menuiseries extérieures sont en :

☐ Simple vitrage et cadre en bois

☐ Double vitrage et cadre en PVC

☐ Double vitrage et cadre en bois

☐ Double vitrage et cadre en aluminium

4- Si vos menuiseries extérieures ont été remplacées, veuillez préciser l'année de pose :

5- Si vos menuiseries ont été modifiées, pourquoi ?

☐ Problèmes de bruits

☐ Problèmes de sensation de froid près des vitres

☐ Problèmes de courant d'air

☐ Autre (précisez) :

6- Connaissez-vous la température moyenne en été de votre logement ?

☐ Non

☐ Oui (précisez la température) :

7- Connaissez-vous la température moyenne en hiver de votre logement ?
☐ Non
☐ Oui (précisez la température) :

8- Les radiateurs de votre logement ont-ils été remplacés ?
☐ Non
☐ Oui

9- Dans le cas où les radiateurs de votre logement ont été remplacés, veuillez préciser le type de radiateurs installés (acier, fonte,...), veuillez préciser l'année de pose :

10- Avez-vous des robinets thermostatiques d'installés sur les radiateurs de votre logement ?
☐ Non
☐ Oui

11- Manipulez-vous les robinets de vos radiateurs ?
☐ Non
☐ Oui

12- Utilisez-vous un système de chauffage d'appoint ?
☐ Non
☐ Oui dans la salle de bains
☐ Oui dans une ou des autres pièces (précisez le type de chauffage d'appoint et les pièces concernées) :

13- Les grilles de ventilation de votre logement (entrées d'air extérieures des fenêtres) sont-elles bouchées ?
☐ Non, aucune
☐ Oui (précisez dans quelle(s) pièce(s)) :

14- Avez-vous des problèmes d'humidité ?
☐ Non
☐ Oui (précisez dans quelle(s) pièce(s)) :

15- Quelles remarques voudriez-vous faire concernant le confort thermique ressenti dans votre logement ?
En hiver : ☐ Trop froid ☐ Correct ☐ Trop chaud
En intersaison : ☐ Trop froid ☐ Correct ☐ Trop chaud
En été : ☐ Correct ☐ Chaud ☐ Très chaud

16- Vous jugez les charges concernant le chauffage et l'eau chaude sanitaire :
☐ Trop élevées
☐ Plutôt élevées
☐ Correctes

17- (Facultatif) Connaissez-vous les consommations électriques de votre logement ?
☐ Non
☐ Oui (précisez) :

18- Votre positionnement concernant la possibilité de réaliser des travaux importants à l'échelle de la copropriété :
☐ Très favorable, sur un plan de travaux adapté
☐ Plutôt favorable, selon les travaux envisagés
☐ Plutôt défavorable
☐ Très défavorable

ANNEXE N°5 : Analyse des questionnaires occupants

Dans le cadre de la réalisation de l'audit énergétique de la Résidence « *Honoré de Balzac* », un questionnaire a été distribué à l'ensemble des occupants des bâtiments.

Ce questionnaire a permis de mettre en avant les différents travaux effectués en parties privatives dans l'ensemble des logements. De plus, il a permis de mettre en avant le confort thermique ressenti par les occupants.

220 questionnaires ont été retournés sur un total de **457** occupants, donnant un taux de réponse de l'ordre de **48 %**.

L'Annexe N°4 du présent document présente les informations recueillies suite à l'analyse des questionnaires réceptionnés.

La première question du questionnaire demandait des informations concernant le type de logement occupé par l'habitant, l'adresse et l'étage du logement ainsi que la surface de celui-ci.

De plus, la personne répondant au questionnaire avait la possibilité de laisser ses coordonnées afin de faciliter la prise de rendez-vous dans le but d'effectuer les visites sur site.

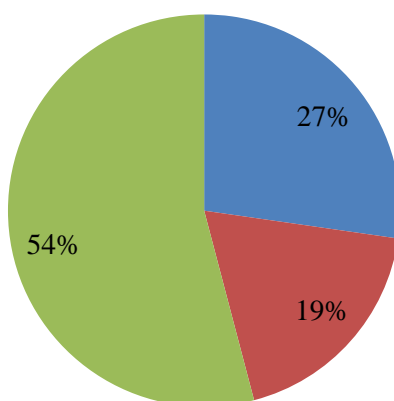
Les questions suivantes traitaient des éventuels travaux d'améliorations effectués et du confort thermique ressenti par l'occupant.

Question N°2 : Avez-vous fait d'autres travaux pouvant influencer sur la consommation d'énergie ou le confort thermique ?

Non et je n'en envisage pas	60
Non mais j'en envisage	41
Oui	119

Question n°2 : Avez-vous fait d'autres travaux pouvant influencer sur la consommation d'énergie ou le confort thermique ?

■ Non et je n'en envisage pas ■ Non mais j'en envisage ■ Oui



Commentaires :

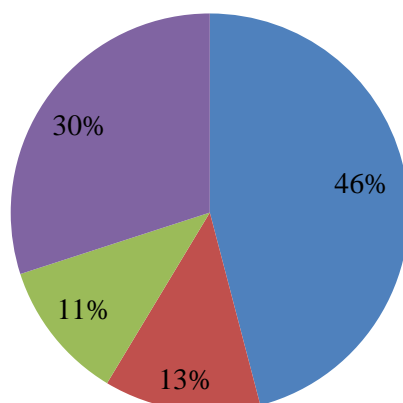
- ✓ 54 % des personnes ayant répondu au questionnaire ont effectué des travaux pouvant influencer sur les consommations énergétiques
- ✓ 19 % des personnes ayant répondu au questionnaire projettent d'effectuer des travaux pouvant influencer sur les consommations énergétiques
- ✓ 27 % des personnes ayant répondu au questionnaire ne souhaitent pas effectuer des travaux pouvant influencer sur les consommations énergétiques
- ✓ Les travaux effectués par les occupants sont, en très grande majorité, le remplacement des menuiseries ainsi que des volets roulants existants
- ✓ Dans certains cas les occupants ont remplacé les portes palières des logements
- ✓ Dans certains cas, moins fréquents, les occupants ont remplacé les radiateurs existants
- ✓ Dans de rares cas, les occupants ont mis en place une isolation du plancher bas, notamment les occupants de logements situés au Rez-de-Chaussée ou au Rez-de-Jardin des résidences

Question n°3 : Vos menuiseries extérieures sont en :

Simple vitrage et cadre en bois	101
Double vitrage et cadre en PVC	28
Double vitrage et cadre en bois	25
Double vitrage et cadre en aluminium	66

Question n°3 : Vos menuiseries extérieures sont en :

■ Simple vitrage et cadre en bois ■ Double vitrage et cadre en PVC
■ Double vitrage et cadre en bois ■ Double vitrage et cadre en aluminium



Commentaires :

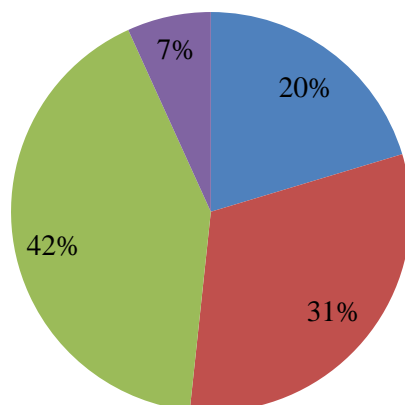
- ✓ 46 % des personnes ayant répondu au questionnaire ont des menuiseries en bois avec simple vitrage
- ✓ 30 % des personnes ayant répondu au questionnaire ont des menuiseries en aluminium avec double vitrage
- ✓ 13% des personnes ayant répondu au questionnaire ont des menuiseries en PVC avec double vitrage
- ✓ 11% des personnes ayant répondu au questionnaire ont des menuiseries en bois avec double vitrage
- ✓ Dans certains logements les menuiseries sont de différents types selon les pièces. En effet, les occupants ont privilégié le remplacement des baies du séjour/salon avant de réaliser le remplacement des menuiseries dans les chambres
- ✓ Les logements des derniers étages (Duplex), ayant des velux en bois simple vitrage à l'origine, les occupants les ont remplacés par des velux en bois avec double vitrage et volets roulants extérieurs ou stores occultant suivant l'orientation

Question n°4 : Si vos menuiseries extérieures ont été remplacées, veuillez préciser l'année de pose :

Avant 2006	24
De 2006-2010	37
De 2011-2016	49
Ne se prononce pas	8
Sur 118 habitants ayant remplacés leurs menuiseries extérieures	

Question n°4 : Si vos menuiseries extérieures ont été remplacées, veuillez préciser l'année de pose :

■ Avant 2006 ■ De 2006-2010 ■ De 2011-2016 ■ Ne se prononce pas

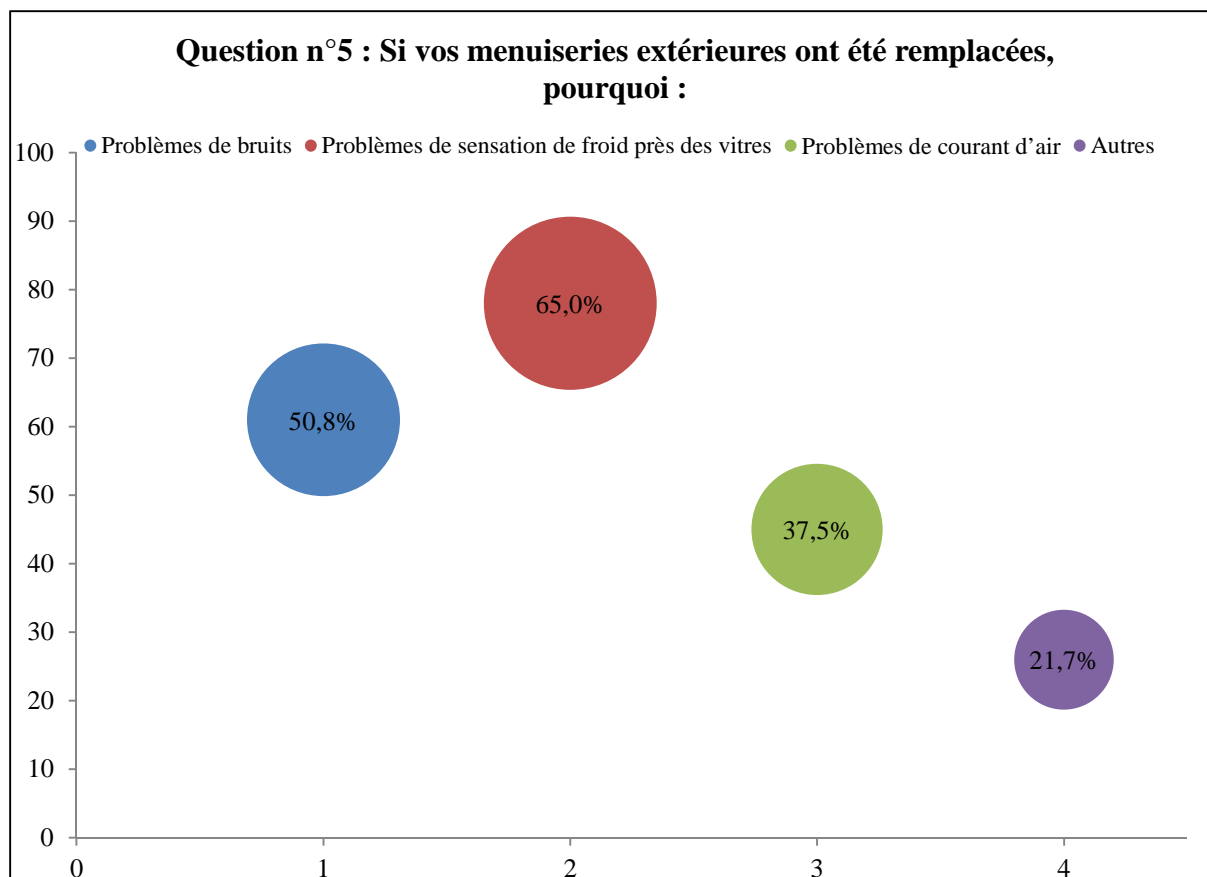


Commentaires :

- ✓ Cette question n'étant à destination que des personnes ayant remplacées les menuiseries de leur logement, le nombre de réponses à cette question est de **118**.
- ✓ 42 % des personnes ayant répondu à cette question ont remplacé leurs menuiseries durant les 5 dernières années
- ✓ 31 % des personnes ayant répondu à cette question ont remplacé leurs menuiseries durant les 10 dernières années
- ✓ 20 % des personnes ayant répondu à cette question ont remplacé leurs menuiseries il y a plus de 10 ans

Question n°5 : Si vos menuiseries extérieures ont été remplacées, pourquoi ?

Problèmes de bruits	61
Problèmes de sensation de froid près des vitres	78
Problèmes de courant d'air	45
Autres	26



Commentaires :

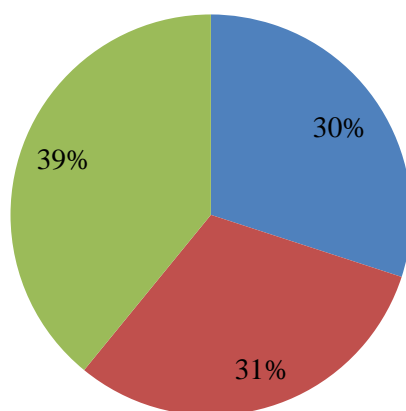
- ✓ Cette question n'étant à destination que des personnes ayant remplacées les menuiseries de leur logement, le nombre de réponse à cette question est de **115**.
- ✓ 50,8 % des personnes interrogées pensent que les menuiseries d'origine étaient mal isolées acoustiquement
- ✓ 65,0 % des personnes interrogées pensent que les menuiseries d'origine étaient mal isolées thermiquement
- ✓ 37,5 % des personnes interrogées pensent que les menuiseries d'origine n'étaient pas étanches à l'air
- ✓ 21,7 % des personnes interrogées ont remplacé les menuiseries de leur logement pour des raisons d'usure (majoritairement), pour faire des économies ou pour des raisons esthétiques

Question n°6 : Connaissez-vous la température moyenne en été de votre logement ?

Inconnue	66
$\geq 25^{\circ}$	68
$< 25^{\circ}$	86

Question n°6 : Connaissez-vous la température moyenne en été de votre logement ?

■ Inconnue ■ $\geq 25^{\circ}$ ■ $< 25^{\circ}$



Commentaires :

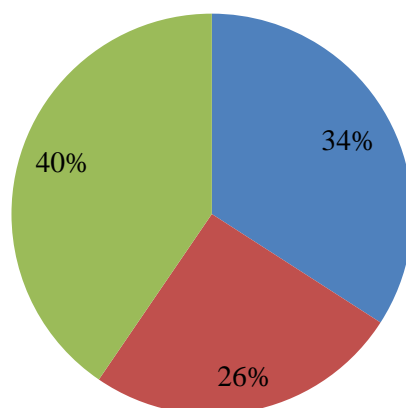
- ✓ 31 % des personnes interrogées ont une température intérieure en été de plus de 25°C
- ✓ La majorité des personnes habitants dans les Duplex au dernier niveau de chaque bâtiment (4^{ème} étage ou 5^{ème} étage suivant le bâtiment) ont une température intérieure très élevée par temps de forte chaleur. La température peut atteindre dans certaines pièces (chambres) des températures proches de celles de l'extérieur notamment en cas de canicule.

Question n°7 : Connaissez-vous la température moyenne en hiver de votre logement ?

Inconnue	75
< 20	56
≥ 20	89

Question n°7 : Connaissez-vous la température moyenne en hiver de votre logement ?

■ Inconnue ■ < 20 ■ ≥ 20

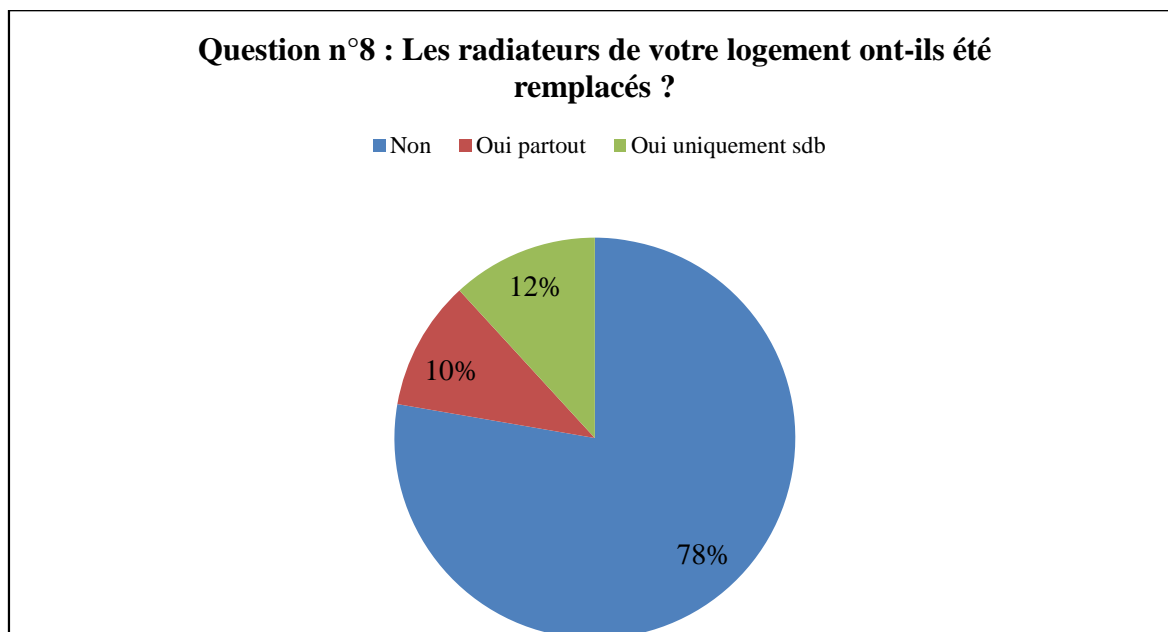


Commentaires :

- ✓ 40 % des personnes interrogées ont une température intérieure en hiver de plus de 20°C.
- ✓ 26 % des personnes interrogées ont une température intérieure en hiver de moins de 20°C.
- ✓ Dans certains cas la température intérieure en hiver peut atteindre jusqu'à 24°C avec les radiateurs fermés
- ✓ Une majeure partie des personnes ayant des logements sur pignons et au Rez-de-Chaussée ou Rez-de-Jardin ont une température intérieure en hiver inférieure à 19°C. Dans certaines pièces (salle de bains ou W.C. par exemple), cette température peut même être de 14°C par de temps de froid intense

Question n°8 : Les radiateurs de votre logement ont-ils été remplacés ?

Non	171
Oui partout	23
Oui uniquement sdb	26



Commentaires :

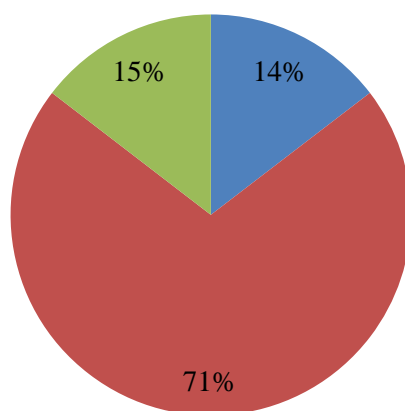
- ✓ 78 % des personnes interrogées n'ont pas remplacé les radiateurs originaux de leurs logements
- ✓ 12 % des personnes interrogées ont installé un sèche-serviettes dans la Salle de Bains. Dans certains cas, le sèche-serviettes installé est mixte
- ✓ 10 % des personnes interrogé ont remplacées l'intégralité des radiateurs de leur logement

Question n°9 : Dans le cas où les radiateurs de votre logement ont été remplacés, veuillez préciser le type de radiateurs installés (acier, fonte,...) et l'année de pose :

Entre 1990 et 2000	7
Après 2000	34
Ne se prononce pas	7

Question n°9 : Dans le cas où les radiateurs de votre logement ont été remplacés, veuillez préciser le type de radiateurs installés (acier, fonte,...) et l'année de pose :

■ Entre 1990 et 2000 ■ Après 2000 ■ Ne se prononce pas



Commentaires :

- ✓ 78 % des personnes ayant remplacé les radiateurs de leur logement, l'ont fait il y a moins de 15 ans
- ✓ L'ensemble des radiateurs de la résidence sont en acier, ils ont été remplacés par la société DALKIA en charge de la maintenance et de l'entretien des installations de chauffage de la copropriété
- ✓ Les emplacements des radiateurs remplacés sont les mêmes que les radiateurs existants

Question n°10 : Avez-vous des robinets thermostatiques d'installés sur les radiateurs de votre logements

Non	0
Oui	220

Commentaires :

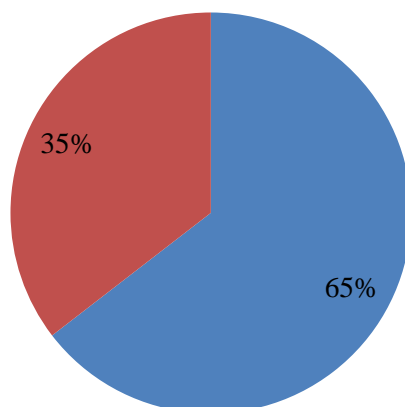
- ✓ Les radiateurs positionnés sur une des façades des bâtiments sont équipés de robinets thermostatiques
- ✓ Les radiateurs positionnés vers l'autre façade du bâtiment sont équipés de robinets simple réglage

Question n°11 : Manipulez-vous les robinets de vos radiateurs ?

Non	142
Oui	78

Question n°11 : Manipulez vous les robinets de vos radiateurs ?

■ Non ■ Oui



Commentaires :

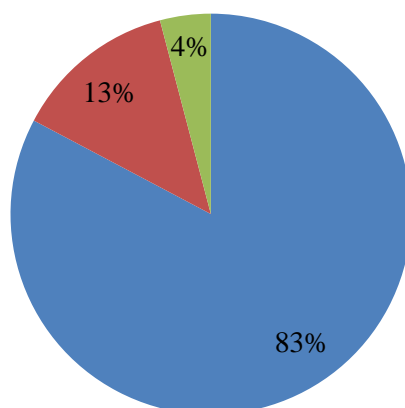
- ✓ 35 % des personnes interrogées utilisent les robinets thermostatiques présents sur les radiateurs
- ✓ Une grande partie des personnes interrogées se plaignent d'un dysfonctionnement de leurs robinets (thermostatiques ou non) des radiateurs, les empêchant de les utiliser

Question n°12 : Utilisez-vous un système de chauffage d'appoint ?

Non	182
Oui dans la salle de bains	29
Oui dans une autre pièce	9

Question n°12 : Utilisez-vous un système de chauffage d'appoint ?

■ Non ■ Oui dans la salle de bains ■ Oui dans une autre pièce



Commentaires :

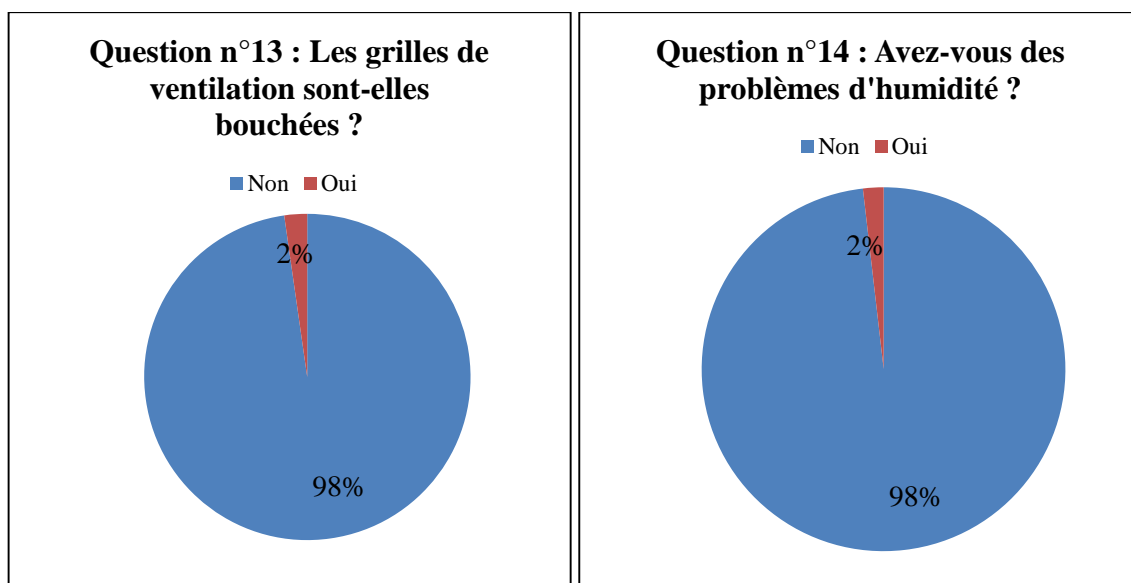
- ✓ 83% des personnes interrogées n'utilisent pas de système de chauffage d'appoint
- ✓ 13 % des personnes interrogées utilisent un système de chauffage d'appoint dans leur Salle de Bains, dans la majorité des cas il s'agit de ventilo-convecteurs utilisés uniquement en intersaison
- ✓ 4 % des personnes interrogées utilisent un système de chauffage d'appoint dans une autre pièce de leur logement. Dans la majorité des cas il s'agit d'une chambre transformée en bureau

Question n°13 : Les grilles de ventilation sont-elles bouchées ?

Non	215
Oui	5

Question n°14 : Avez-vous des problèmes d'humidité ?

Non	216
Oui	4

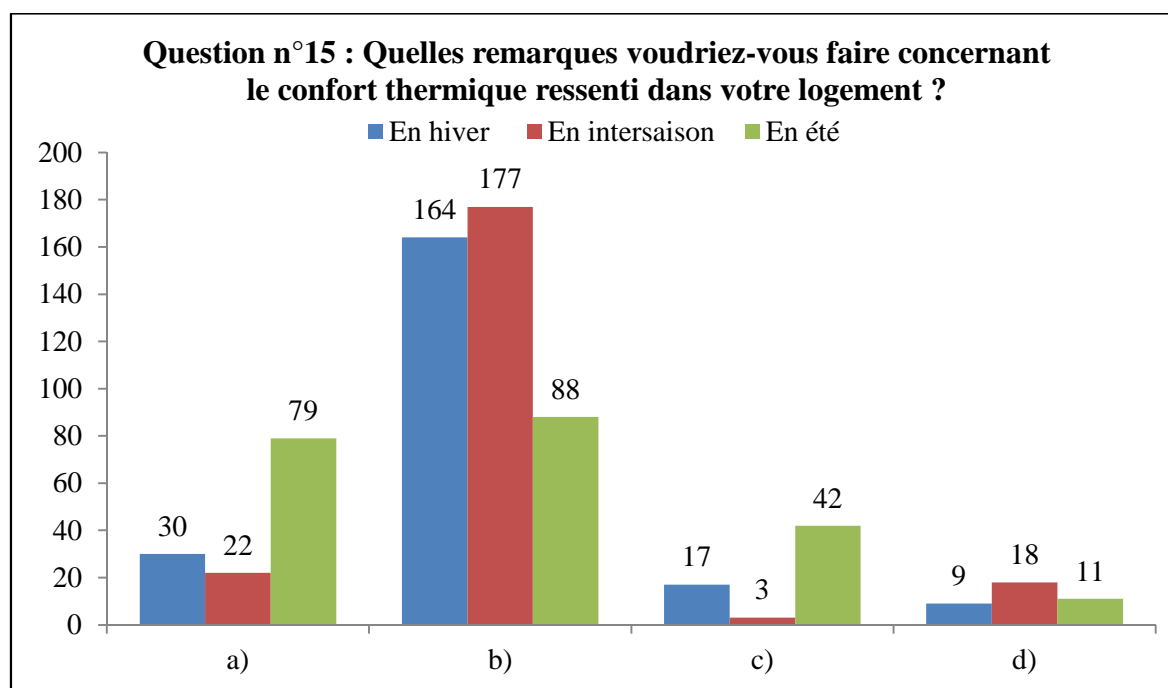


Commentaires :

- ✓ 98% des personnes interrogées n'ont pas de problème avec la ventilation des pièces
- ✓ Les bouches d'extraction des logements ont été remplacées il y a moins de 5 ans sur l'ensemble de la résidence
- ✓ Les entrées d'air des logements sont conservées à l'identique de l'existant même lors du remplacement des menuiseries et de coffre de volets roulants

Question n°15 : Quelles remarques voudriez-vous faire concernant le confort thermique ressenti dans votre logement ?

<i>En hiver</i>	
a) Trop froid	30
b) Correct	164
c) Trop chaud	17
d) Ne se prononce pas	9
<i>En intersaison</i>	
a) Trop froid	22
b) Correct	177
c) Trop chaud	3
d) Ne se prononce pas	18
<i>En été</i>	
a) Correct	79
b) Chaud	88
c) Trop chaud	42
d) Ne se prononce pas	11



Commentaires :

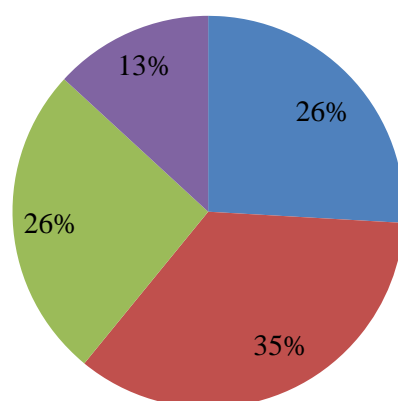
- ✓ En majorité, les personnes résidents au Rez-de-Chaussée, au Rez-de-Jardin et en pignon des bâtiments ressentent une sensation de froid importante en hiver et en intersaisons
- ✓ Les logements au dernier niveau des bâtiments (Duplex) ressentent une sensation de chaleur importante en été

Question n°16 : Vous jugez les charges concernant le chauffage et l'eau chaude sanitaire :

Trop élevées	57
Plutôt élevées	77
Correctes	57
Ne se prononce pas	29

Question n°16 : Vous jugez les charges concernant le chauffage et l'eau chaude sanitaire :

■ Trop élevées ■ Plutôt élevées ■ Correctes ■ Ne se prononce pas



Commentaires :

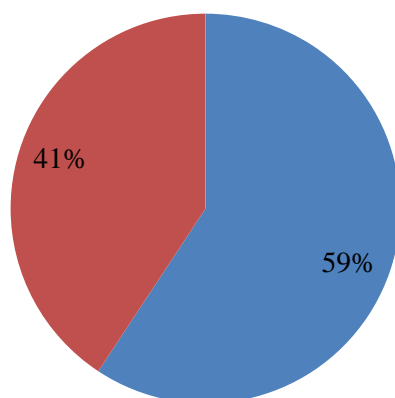
- ✓ 35 % des personnes interrogées pensent que les charges liées au chauffage et à l'eau sont plutôt élevées
- ✓ 26 % des personnes interrogées pensent que les charges liées au chauffage et à l'eau sont correctes
- ✓ 26 % des personnes interrogées pensent que les charges liées au chauffage et à l'eau sont trop élevées
- ✓ Il est difficile aux habitants de porter un jugement sur les charges liées au chauffage et à l'eau étant donné qu'il n'y a pas de compteur calorifique pour le chauffage et de compteurs volumétriques pour l'eau froide et l'eau chaude

Question n°17 : Connaissez-vous les consommations électriques de votre logement :

Oui	131
Non	90

Question n°17 : Connaissez-vous les consommations énergétiques des postes suivants :

■ Oui ■ Non ■



Commentaires :

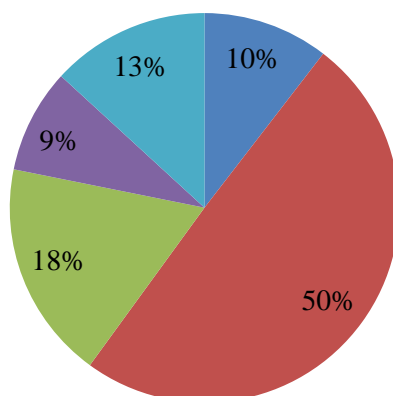
- ✓ 64 % des personnes interrogées connaissent leurs consommations d'électricité annuelles

Question n°18 : Votre positionnement concernant la possibilité de réaliser des travaux importants à l'échelle de la copropriété :

Très favorable, sur un plan de travaux adapté	23
Plutôt favorable, selon les travaux envisagés	109
Plutôt défavorable	40
Très défavorable	19
Ne se prononce pas	29

Question n°18 : Votre positionnement concernant la possibilité de réaliser des travaux importants à l'échelle de la copropriété :

■ Très favorable, sur un plan de travaux adapté
■ Plutôt favorable, selon les travaux envisagés
■ Plutôt défavorable
■ Très défavorable



Commentaires :

- ✓ 60 % des personnes interrogées sont favorables ou plutôt favorables à la réalisation de travaux pouvant diminuer les consommations énergétiques des bâtiments et améliorer le confort thermique des occupants
- ✓ 27 % des personnes interrogées ne sont pas favorables à la réalisation de travaux au sein de la copropriété

ANNEXE N°6 : Synthèse visites des logements en été

Au cours de l’audit énergétique, des visites de logements ont été effectuées sur plusieurs jours afin de se rendre compte des installations techniques présentes en partie privative et de recueillir les avis des occupants sur leur confort thermique.

Dans un premier temps, une série de visite a été effectuée durant le mois de Juillet 2016 afin de se rendre compte des températures intérieures en logement lors de forte chaleur :

Bâtiment	Etage	Appartement	Nom	Adresse	Pièce	Température (en °C)	Hygrométrie (en %)
Bâtiment M	4ème	Droite	M. et Mme. DEMARCAONNAY	9, Rue Robert Vivier	Séjour	26	25
					Bureau	27,4	48
					Chambre (étage)	26,8	
					Dressing	27	
					Salle de Bains	26,8	
					Chambre	26	
					Cuisine	26,2	
Bâtiment M	4ème	Gauche	M. et Mme. SCROFANI	9, Rue Robert Vivier	Séjour	26,8	
					Chambre	26,8	
					Dressing	25,9	
					Salle de Bains	26,2	43
					Rangement	26,2	
Bâtiment M	1er	Gauche	M. BILLON	17, Rue Robert Vivier	Salon	26	46
					Cuisine	26	46
					Chambre	25,3	
Bâtiment K	3ème	Gauche	M. BILLON	4, Place Amiral Querville	Salon	25,5	48
					Cuisine	25,8	47
					Chambre	25,5	
					Chambre	25,5	
Bâtiment L	3ème	Droite	M. LE BARS	2, Rue Robert Vivier	Séjour	25,5	47
					Cuisine	25,4	48
					Chambre	25,2	52
Bâtiment K	3ème	?	M. LARCHER	1, Rue Robert Vivier	Séjour	26,2	50
					Cuisine	26,3	53
					Chambre	26	51
					Salle de Bains	26	54
					Bureau	26	51
Bâtiment J	5ème	Droite	M. CISONNI	2, Place Victor Jacquemont	Séjour	27,7	
					Cuisine	28	
					Chambre (étage)	29	38
					Salle de Bains	27,7	44
					Salle de Bains (étage)	28,5	38
					Chambre (étage)	28,8	58
Les Mesures de températures ont été effectuées avec une température extérieure de 32 °C							

Ces premières visites ont permis de se rendre compte de la température importante en été, notamment concernant les logements situés au dernier niveau des bâtiments. Une température de près de 29°C a été mesurée dans les chambres situées à l’étage des Duplex.

ANNEXE N°7 : Plannings visites des logements

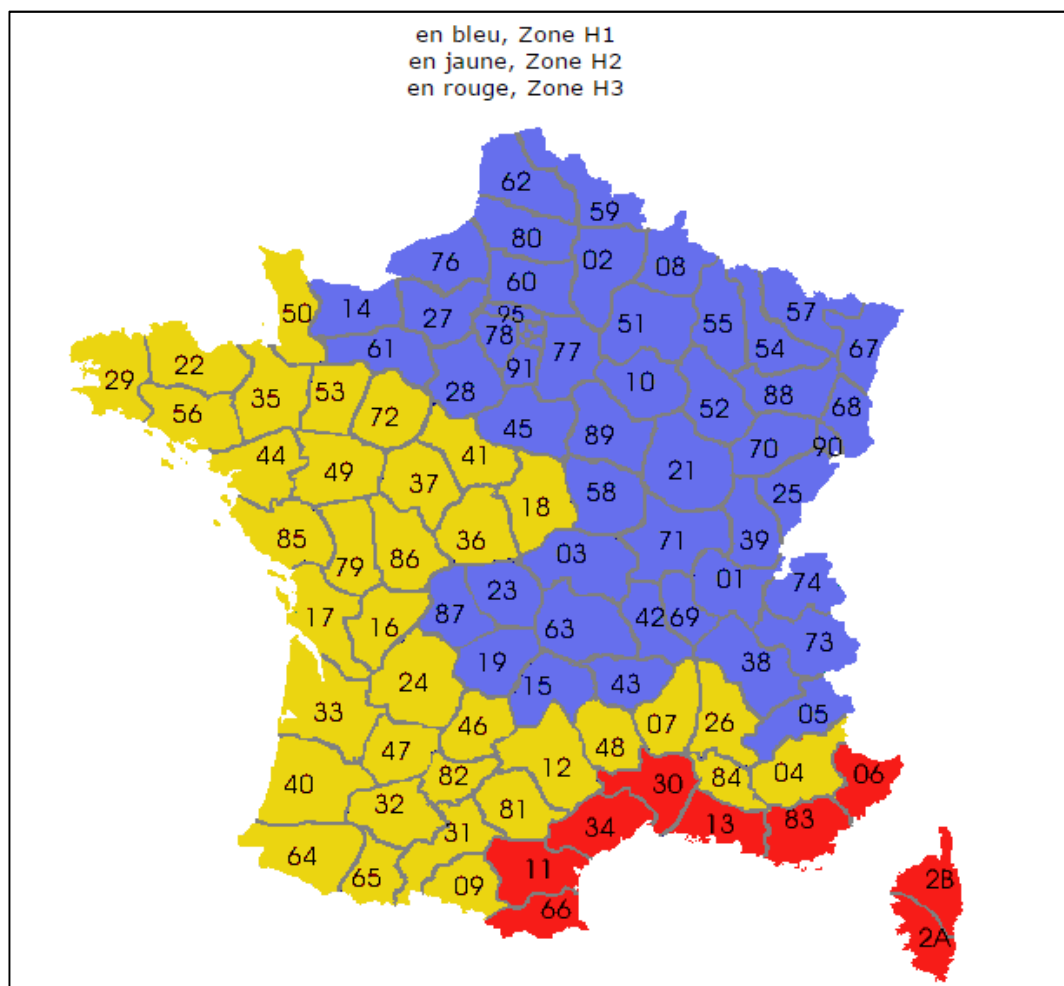
Dans un second temps des visites en début de période de chauffe ont permis de relever les installations présentes dans les parties privatives de la copropriété.

Le planning des visites effectuées est le suivant :

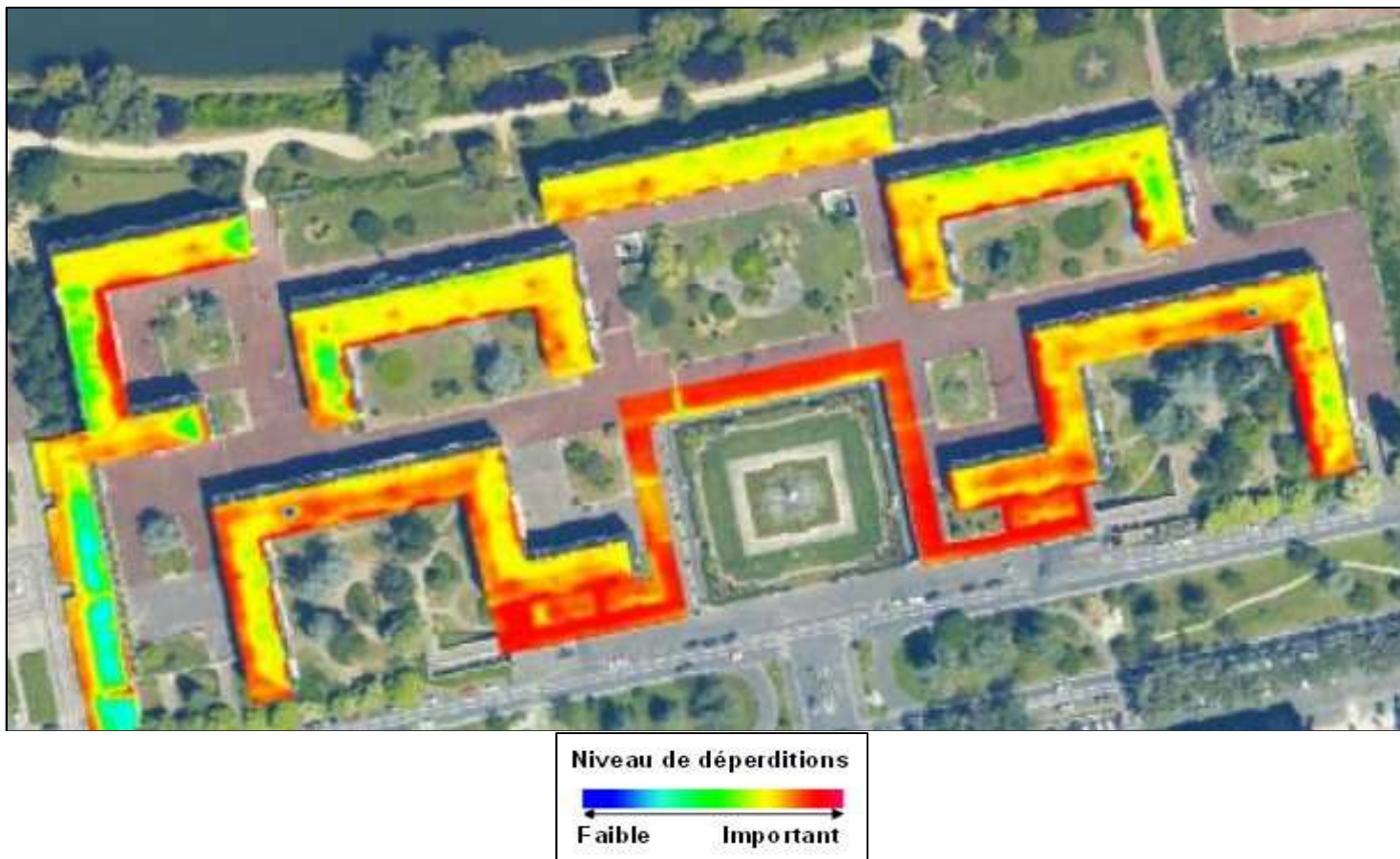
Lundi 26 Septembre 2016		Mercredi 28 Septembre 2016		Jeudi 29 Septembre 2016	
8h45	Bâtiment K6pl - 1er étage - G Tronel - 02 47 25 10 89	8h30	Bâtiment L2 - 3ème - G Lebars - 09 82 25 81 20	9h00	Bâtiment N11 - 2ème - G Varennnes - 02 36 70 57 58
9h00	Bâtiment J2 - 5ème étage - G Tronel - 02 47 25 10 89	8h45	Bâtiment L4 - 5ème - G Jouannet - 02 47 28 80 58	11h00	Bâtiment O11 - RdC - G Morin - 09 53 42 91 98
9h30	Bâtiment K7 - RDC - D Gance - 02 47 27 38 09	9h00	Bâtiment L10 - 4ème - G Hélière - 06 47 95 39 71		
9h45	Bâtiment J5pl - 4ème - G Dorogi - 02 47 27 30 70	9h30	Bâtiment M15 - 3ème - G Pager - 09 54 34 22 71		
10h00	Bâtiment J3pl - 3ème - G Cottin - 02 47 25 87 29	10h00	Bâtiment L6 - 5ème - D Carreras - 02 47 28 73 72		
11h00	Bâtiment K1 - 3ème - G Larcher - 02 47 27 72 41	10h30	Bâtiment M17 - 2ème - D Fuseau - 02 47 28 81 43		
11h15	Bâtiment K5 - 4ème - D Mme Sicault - 02 47 28 32 42	10h45	Bâtiment O7pl - 3ème - G Chapeau - 02 47 28 75 84		
14h15	Bâtiment J2 - 1er étage - D Danes - 06 60 83 21 35	11h00	Bâtiment O8pl - 3ème - G Brisset - 06 35 37 04 30		
14h30	Bâtiment J4pl - 4ème - G Mme Romagnani - 09 50 77 15 44	11h30	Bâtiment M11 - 2ème - G Fichet - 06 04 46 51 87		
15h00	Bâtiment N9 - 2ème - D Surier/Ripert - 06 79 27 30 28	14h00	Bâtiment M9 - 4ème - D Scrofani - 02 47 37 56 89		
15h15	Bâtiment N3 - RdC - D M Briaudeau - 02 47 28 53 33	14h15	Bâtiment M15 - 2ème - D Coulon - 02 47 27 08 74		
15h30	Bâtiment N1pl - 2ème - G M Nugues - 02 47 27 85 04	14h40	Bâtiment O3 - RdC - G Savatier - 06 63 25 62 91		
16h00	Bâtiment N2pl - 1er - G Mme Stiver - 02 47 28 35 32	15h00	Bâtiment O13 - RdJ-1 - G Huart - 02 47 25 10 15		
16h30	Bâtiment N9 N11 - RdJ-1 Cabinet Kinésithérapeute				
17h00	Bâtiment J1pl - 2ème - D Mme Branger - 02 47 27 58 70				
17h15	Bâtiment J2 - RDC - G M Cornet - 06 73 06 51 18				
17h30	Bâtiment J3pl - 2ème - DBallet - 06 73 34 81 73				
17h45	Bâtiment L6 - 4ème - D Mathieu/Berruet - 02 47 27 80 97				

Mercredi 05 Octobre 2016		Jeudi 06 Octobre 2016		Jeudi 06 Octobre 2016	
14h00	Bâtiment J2PL - 4ème - D Kaptur M. - 02 47 27 70 86	8h20		14h00	
14h20	Bâtiment K4 - 1er - G Da Silva M. - 06 71 72 85 41	8h40		14h20	Bâtiment J5pl - RDC - D Laurier - 02 47 43 13 77
14h40	Bâtiment K7 - 1er - G Lallemand - 02 47 27 49 60	9h00		14h40	Bâtiment J5pl - RDC - G Hernandez M. - 02 47 28 79 83
15h00	Bâtiment L2 - RDC - G M. Moreau - 06 70 47 02 05	9h20	Bâtiment O7pl - 4ème - D Orry - 02 47 35 90 93	15h00	Bâtiment K1 - 2ème - D Bagage Mme - 02 47 27 24 67
15h20	Bâtiment L4 - 4ème - G Laubry - 06 77 77 71 21	9h40	Bâtiment N7 - 2ème - G Cuellar - 02 34 30 57 37	15h20	Bâtiment K1 - 4ème - D Triboux - 02 47 28 05 47
15h40	Bâtiment L6 - 5ème Est - ? Mme Poltron - 02 47 39 05 01	10h00	Bâtiment N13 - 1er - G Lassalle M. - 02 47 27 18 76	15h40	Bâtiment O1 - 1er - D Balits - 02 47 27 58 67
16h00	Bâtiment L8 - 2ème Est - G François Mme - 02 47 24 96 82	10h20	Bâtiment N5 - 3ème - D Corveille Mme - 02 47 28 84 17 07 87 31 35 69	16h00	Bâtiment O5 - RDC - 2ème entrée Schaffner - 06 70 34 24 70
16h20	Bâtiment M11- 4ème - ? Lenoir - 02 47 27 59 45	10h40	Bâtiment N9 - 1er - ? Ménard - 02 47 27 29 52	16h20	Bâtiment J4pl - 2ème - D Hoguet - 07 86 50 39 11
16h40	Bâtiment O13 - 1er - G Mme Oukoumou - 06 26 06 88 66	11h00	Bâtiment M5pl - 2ème - D Bonniez - 06 14 85 30 39	16h40	
17h00	Bâtiment O7pl -RDC - D Mme Moriset - 06 45 51 06 97	11h20	Bâtiment M13 - 4ème - D Mesny Mme - 02 47 27 44 18	17h00	
17h20	Bâtiment O7pl - 3ème - G Husset - 06 83 77 97 00	11h40	Bâtiment M5pl - 1er - ? Margot - 02 47 28 68 52	17h20	
17h40	Bâtiment O1 - 4ème - G Guyomarch - 06 82 65 53 99	12h00	Bâtiment N1 - 4ème - D Bertrand M. - 06 08 62 20 24	17h40	
18h00	Bâtiment O3 -3ème - G Gylbert - 02 47 49 00 49 / 06 47 49 67 34	12h20	Bâtiment N7 - RDC - ? Duvigneau Mme - 06 12 51 56 79	18h00	

ANNEXE N°8 : Zones Climatiques



ANNEXE N°9 : Thermographie aérienne



ANNEXE N°10 : Isolation des réseaux de distributions

Pour le chauffage, les conduits de réseaux de distribution d'eau chaude situés hors du volume chauffé (extérieur ou local non chauffé) doivent avoir une isolation d'une classe 2 minimum.
Une isolation de classe 2 correspond à un coefficient de perte égale à la formule suivante :

$$2,6 * d = 0,2$$

Avec d, le diamètre extérieur de la canalisation sans isolant en m³.

Pour l'Eau Chaude Sanitaire, les conduits qui doivent assurer la distribution de l'eau chaude à une température constante présentent une isolation de classe 1 minimum.

Une isolation de classe 1 correspond à un coefficient de perte égale à la formule suivante :

$$3,3 * d + 0,22$$

Les tableaux suivants présentent les caractéristiques minimales d'isolation des réseaux de distributions de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

Diamètre extérieur de la canalisation en mm	Classe 1				
	Coefficient de perte UI (en W/m.K)	Conductivité thermique (en W/m.K)			
		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,25	1	3	6	11
20	0,29	5	7	11	16
30	0,32	8	12	17	23
40	0,35	10	14	20	28
60	0,42	12	18	26	37
80	0,48	14	22	31	41
100	0,55	15	23	32	44
200	0,88	19	26	35	56
300	1,21	21	29	39	50
plan	(1,17)	22	30	37	45

Diamètre extérieur de la canalisation en mm	Classe 2				
	Coefficient de perte UI (en W/m.K)	Conductivité thermique (en W/m.K)			
		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,23	2	5	8	14
20	0,25	7	12	19	27
30	0,28	11	17	25	36
40	0,30	14	21	30	42
60	0,36	17	26	37	50
80	0,41	20	29	41	54
100	0,46	22	32	43	57
200	0,72	27	37	49	62
300	0,98	28	3	51	64
plan	(0,88)	31	41	51	62

ANNEXE N°11 : Détails des consommations

ETAT EXISTANT										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Différences avec les conso. réelles		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6791419	6791419	125,65	125,65	724419	11,94%	30	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	-59463	-4,80%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	-	-			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273893	1,96	5,07	-	-			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	-	-			
TOTAL		8683299	9810565	160,65	181,51	664956	9,10%			
PRECONISATION N°1 : Isolation des planchers bas sur Sous-Sols										
Poste énergétique		Consommations énergétiques potentielles				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6088426	6088426	112,64	112,64	702993	10,35%	28	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		7980306	9107572	147,65	168,50	702993,00	8,10%			
PRECONISATION N°2 : Isolation des combles des bâtiments										
Poste énergétique		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6778029	6778029	125,40	125,40	13390	0,20%	30	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		8669909	9797175	160,41	181,26	13390,00	0,15%			
PRECONISATION N°3 : Remplacement des panneaux entre les menuiseries										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6645779	6645779	122,96	122,96	145640	2,14%	29	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		8537659	9664925	157,96	178,81	145640,00	1,68%			

PRECONISATION N°4 : Remplacement de l'intégralité des menuiseries et coffres de volets roulants										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		5977739	5977739	110,60	110,60	813680	11,98%	27	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		7869619	8996885	145,60	166,45	813680,00	9,37%			
PRECONISATION N°5 : Remplacement des portes des halls d'entrée										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6741530	6741530	124,73	124,73	49889	0,73%	30	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		8633410	9760676	159,73	180,59	49889,00	0,57%			
PRECONISATION N°6 : Calorifugeage des réseaux en Sous-Sols										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6458279	6458279	119,49	119,49	333140	4,91%	29	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		8350159	9477425	154,49	175,35	333140,00	3,84%			
PRECONISATION N°7 : Remplacement des radiateurs										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6635003	6635003	122,76	122,76	156416	2,30%	29	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		8526883	9654149	157,76	178,62	156416,00	1,80%			

PRECONISATION N°8 : Remplacement des luminaires en cage d'escaliers										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6791419	6791419	125,65	125,65	0	0,00%	29	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	469893	1212323	8,69	22,43	216223	15,14%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273892,8	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		8599491	9594342	159,10	177,51	216222,94	0,97%			
PRECONISATION N°9 : Mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		5459353	5459353	101,01	101,01	1332066	19,61%	25	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	47169	121697	0,87	2,25	152196	55,57%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		7292242	8326303	134,92	154,05	1484262,21	16,02%			
PRECONISATION N°10 : Isolation des rampants en logements										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6278396	6278396	116,16	116,16	513023	7,55%	28	D	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273893	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		8170276	9297543	151,16	172,02	513022,50	5,91%			
PRECONISATION N°11 : Mise en place Sous-Station ECS par bâtiments										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		6451848	6451848	119,37	119,37	339571	5,00%	28	D	D
Eau Chaude Sanitaire		883815	883815	16,35	16,35	294605	25,00%			
Electricité	Eclairage	553700	1428546	10,24	26,43	0	0,00%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273893	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		8049123	9176389	148,92	169,78	634175,84	7,30%			

SCENARIO A : Réalisation de 20 % d'économies d'énergies										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		5067695	5067695	93,76	93,76	1723723	25,38%	24	C	D
Eau Chaude Sanitaire		1178420	1178420	21,80	21,80	0	0,00%			
Electricité	Eclairage	469893	1212324	8,69	22,43	216222	15,14%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	106160	273893	1,96	5,07	0	0,00%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		6875768	7870620	127,21	145,62	1939945,51	20,82%			
SCENARIO B : Réalisation de 33 % d'économies d'énergies										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		3933685	3933685	72,78	72,78	2857734	42,08%	19	C	C
Eau Chaude Sanitaire		883815	883815	16,35	16,35	294605	25,00%			
Electricité	Eclairage	469893	1212324	8,69	22,43	216222	15,14%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	47169	121696,5876	0,87	2,25	152196	55,57%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		5388162	6289808	99,69	116,37	3520757,06	37,95%			
SCENARIO C : Consommations énergétiques < 80 kWh _{EP} /(m².an) LABEL BBC RENOVATION										
Postes énergétiques		Consommations énergétiques théoriques				Gain énergétique potentiel		Emissions de Gaz à Effets de Serre	Classements	
		En kWh _{EF} /an	En kWh _{EP} /an	En kWh _{EF} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EP} /(m² _{SHON} .an)	En kWh _{EF} /an	En %	En kg _{eq} CO ₂ /(m².an)	Energétique	Climat
Chauffage		1912033	1912033	35,38	35,38	4879386	71,85%	14	B	C
Eau Chaude Sanitaire		883815	883815	16,35	16,35	294605	25,00%			
Electricité	Eclairage	469893	1212324	8,69	22,43	216222	15,14%			
	Auxiliaire chauffage et ventilation	47169	121696,5876	0,87	2,25	152196	55,57%			
	Autres (Ascenseurs...)	53600	138288	0,99	2,56	0	0,00%			
TOTAL		3366509	4268156	62,29	78,97	5542409,56	61,23%			

ANNEXE N°12 : Détails temps de retour sur investissement

On distingue de type de temps de retour sur investissement :

- Le temps de retour brut : il s'agit du rapport entre le coût d'investissement et les économies annuelles réalisées. Il est exprimé en années.
- Le temps de retour actualisé : il s'agit du nombre d'années où le cumul des économies d'énergie depuis la mise en place de la préconisation ou du scénario est égal au coût d'investissement. L'inflation du coût de l'énergie est prise en compte dans le calcul de ce temps de retour. Il est exprimé en années.

Afin d'avoir une vision plus claire du temps de retour actualisé, nous avons décidé de prendre en compte deux inflations différentes du coût de l'énergie.

Dans un premier temps, nous avons considéré une inflation optimiste du coût de l'énergie de 3 % tous les 3 ans. Cette inflation permet de mettre en évidence un temps de retour actualisé appelé « optimiste » dans le rapport.

Dans un second temps, nous avons considéré une inflation pessimiste du coût de l'énergie de 3 % par an cette inflation permet de mettre en évidence un temps de retour actualisé appelé « pessimiste » dans le rapport.

Le temps de retour sur investissement brut se calcul suivant la formule suivante :

$$Tr_{BRUT} = \frac{\text{Inv. de la solution étudiée}}{C_{EXP} \text{ actuel} - C_{EXP} \text{ de la solution étudiée}}$$

Avec :

- Inv., le coût d'investissement
- C_{EXP} , le coût d'exploitation

Le temps de retour sur investissement actualisé se calcul suivant la formule suivante :

$$Tr_{ACTUALISE} = \frac{\ln(Tr_{BRUT} * T_{Inflation} + 1)}{T_{Inflation}}$$

Avec :

- $T_{inflation}$, le taux d'inflation du coût de l'énergie

Les coûts des énergies considérés afin de calculer les temps de retour sur investissement sont les suivants ;

<i>Augmentation du coût de l'énergie de 3% par an</i>	Coût Chauffage (en €/kWh_{EF})	Coût E.C.S. (en €/kWh_{EF})	Coût Elec. (en €/kWh_{EF})
0	0,05319	0,05379	0,09320
1	0,05479	0,05540	0,09600
2	0,05643	0,05707	0,09888
3	0,05812	0,05878	0,10184
4	0,05987	0,06054	0,10490
5	0,06166	0,06236	0,10804
6	0,06351	0,06423	0,11129
7	0,06542	0,06615	0,11462
8	0,06738	0,06814	0,11806
9	0,06940	0,07018	0,12160
10	0,07148	0,07229	0,12525
11	0,07363	0,07446	0,12901
12	0,07584	0,07669	0,13288
13	0,07811	0,07899	0,13687
14	0,08045	0,08136	0,14097
15	0,08287	0,08380	0,14520
16	0,08535	0,08632	0,14956
17	0,08791	0,08891	0,15405
18	0,09055	0,09157	0,15867
19	0,09327	0,09432	0,16343
20	0,09607	0,09715	0,16833
21	0,09895	0,10007	0,17338
22	0,10192	0,10307	0,17858
23	0,10498	0,10616	0,18394
24	0,10812	0,10934	0,18946
25	0,11137	0,11262	0,19514
26	0,11471	0,11600	0,20099
27	0,11815	0,11948	0,20702
28	0,12169	0,12307	0,21323
29	0,12535	0,12676	0,21963
30	0,12911	0,13056	0,22622

<i>Augmentation du coût de l'énergie de 3% tous les 3 ans</i>	Coût Chauffage (en €/kWh_{EF})	Coût E.C.S. (en €/kWh_{EF})	Coût Elec. (en €/kWh_{EF})
0	0,05319	0,05379	0,09320
1	0,05319	0,05379	0,09320
2	0,05479	0,05540	0,09600
3	0,05479	0,05540	0,09600
4	0,05479	0,05540	0,09600
5	0,05643	0,05707	0,09888
6	0,05643	0,05707	0,09888
7	0,05643	0,05707	0,09888
8	0,05812	0,05878	0,10184
9	0,05812	0,05878	0,10184
10	0,05812	0,05878	0,10184
11	0,05987	0,06054	0,10490
12	0,05987	0,06054	0,10490
13	0,05987	0,06054	0,10490
14	0,06166	0,06236	0,10804
15	0,06166	0,06236	0,10804
16	0,06166	0,06236	0,10804
17	0,06351	0,06423	0,11129
18	0,06351	0,06423	0,11129
19	0,06351	0,06423	0,11129
20	0,06542	0,06615	0,11462
21	0,06542	0,06615	0,11462
22	0,06542	0,06615	0,11462
23	0,06738	0,06814	0,11806
24	0,06738	0,06814	0,11806
25	0,06738	0,06814	0,11806
26	0,06940	0,07018	0,12160
27	0,06940	0,07018	0,12160
28	0,06940	0,07018	0,12160
29	0,07148	0,07229	0,12525
30	0,07148	0,07229	0,12525

Le tableau suivant présente les coûts d’exploitations des différentes préconisations proposées, l’investissement ainsi que les temps de retours brut et actualisés :

		Etat existant	Préconisation N°01	Préconisation N°02	Préconisation N°03	Préconisation N°04	Préconisation N°05	Préconisation N°06	Préconisation N°07	Préconisation N°08	Préconisation N°09	Préconisation N°10	Préconisation N°11
Consommations en kWh _{EF}	Chauffage	6 553 701	5 850 708	6 540 311	6 408 061	5 740 021	6 503 812	6 220 561	6 397 285	6 553 701	5 221 635	6 040 678	6 553 701
	E.C.S.	1 131 283	1 131 283	1 131 283	1 131 283	1 131 283	1 131 283	1 131 283	1 131 283	1 131 283	1 131 283	1 131 283	961 591
	Electricité	713 460	713 460	713 460	713 460	713 460	713 460	713 460	713 460	629 653	654 469	713 460	713 460
	Total	8 398 443	7 695 450	8 385 053	8 252 803	7 584 763	8 348 554	8 065 303	8 242 028	8 314 636	7 007 387	7 885 421	8 228 751
Coût d'exploitation la première année en €HT	Chauffage	348 591	311 199	347 879	340 845	305 312	345 938	330 872	340 272	348 591	277 739	321 304	348 591
	E.C.S.	60 852	60 852	60 852	60 852	60 852	60 852	60 852	60 852	60 852	60 852	60 852	51 724
	Electricité	66 494	66 494	66 494	66 494	66 494	66 494	66 494	66 494	58 684	60 997	66 494	66 494
	Total	475 938	438 545	475 225	468 191	432 658	473 284	458 218	467 618	468 127	399 587	448 650	466 810
Factures énergétiques en € HT sur 30 ans Pessimiste	Chauffage	17 430 500	15 560 790	17 394 888	17 043 150	15 266 403	17 297 814	16 544 467	17 014 490	17 430 500	13 887 681	16 066 044	17 430 500
	E.C.S.	3 042 748	3 042 748	3 042 748	3 042 748	3 042 748	3 042 748	3 042 748	3 042 749	3 042 749	3 042 748	3 042 749	2 586 336
	Electricité	3 324 902	3 324 902	3 324 902	3 324 902	3 324 902	3 324 902	3 324 902	3 324 902	2 934 339	3 049 990	3 324 902	3 324 902
	Total	23 798 150	21 928 440	23 762 538	23 410 800	21 634 052	23 665 463	22 912 117	23 382 140	23 407 588	19 980 419	22 433 694	23 341 738
Factures énergétiques en € HT sur 30 ans Optimiste	Chauffage	12 576 991	11 227 900	12 551 295	12 297 498	11 015 484	12 481 251	11 937 673	12 276 818	12 576 991	10 020 667	11 592 466	12 576 991
	E.C.S.	2 195 497	2 195 497	2 195 497	2 195 497	2 195 497	2 195 497	2 195 497	2 195 498	2 195 498	2 195 497	2 195 498	1 866 173
	Electricité	2 399 085	2 399 085	2 399 085	2 399 085	2 399 085	2 399 085	2 399 085	2 399 085	2 117 274	2 200 723	2 399 085	2 399 085
	Total	17 171 573	15 822 483	17 145 877	16 892 081	15 610 067	17 075 833	16 532 256	16 871 401	16 889 763	14 416 887	16 187 049	16 842 249
Investissements	En €	300 000	136 390	90 000	275 000	531 000	84 000	16 500	540 000	65 000	1 521 743	740 000	62 000
Tr _{BRUT}	En années	-	3,7	126,4	35,5	12,3	31,7	0,9	65,0	8,4	20,0	27,2	6,8
Temps de retour	Pessimiste	-	3,6	52,3	24,2	10,5	22,3	0,9	36,1	7,5	16,0	19,9	6,2
	Optimiste	-	3,7	81,8	30,4	11,7	27,6	0,9	50,1	8,1	19,0	24,1	6,6

Le tableau suivant présente les coûts d’exploitations des différents scénarios proposés, l’investissement ainsi que les temps de retours brut et actualisés :

		Etat existant	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Consommations en kWh _{EF}	Chauffage	6 553 701	4 841 863	3 719 739	1 698 086
	E.C.S.	1 131 283	1 131 283	848 462	848 462
	Electricité	713 460	629 653	570 662	570 662
	Total	8 398 443	5 282 239	5 138 863	3 117 211
Coût d'exploitation la première année en €HT	Chauffage	348 591	257 539	197 853	90 321
	E.C.S.	60 852	60 852	45 639	45 639
	Electricité	66 494	58 684	53 186	53 186
	Total	475 938	301 659	296 677	189 146
Factures énergétiques en € HT sur 30 ans Pessimiste	Chauffage	17 430 500	12 877 625	9 893 175	4 516 302
	E.C.S.	3 042 748	3 042 749	2 282 061	2 282 061
	Electricité	3 324 902	2 934 340	2 659 428	2 659 428
	Total	23 798 150	18 854 713	14 834 664	9 457 792
Factures énergétiques en € HT sur 30 ans Optimiste	Chauffage	12 576 991	9 291 860	7 138 428	3 258 741
	E.C.S.	2 195 497	2 195 498	1 646 623	1 646 623
	Electricité	2 399 085	2 117 275	1 918 913	1 918 913
	Total	17 171 573	13 604 633	10 703 963	6 824 277
Investissements	En €	300 000	1 206 890	3 321 633	4 061 633
Tr _{BRUT}	En années	-	7,0	18,6	14,2
Temps de retour	Pessimiste	-	6,4	14,8	11,9
	Optimiste	-	6,8	17,1	13,3

ANNEXE N°13 : Glossaire

ANAH : Agence Nationale de l'Habitat

BBC : Bâtiment Basse Consommation

CEE : Certificat d'Economie d'Energie

CITE : Crédit d'Impôt pour la Transition Energétique

DJU : Degré Jour Unifié

Eco-PTZ : Eco Prêt à Taux Zéro

ECS : Eau Chaude Sanitaire

G : Coefficient de pertes thermique (en $W/(m^3.K)$)

GES : Gaz à Effets de Serre

kWh CUMAC : Unité de mesure des Certificats d'Economies d'Energie est le kWh d'énergie finale cumulée et actualisée sur la durée de vie du produit

kWh_{EF} : Unité de mesure de l'énergie finale consommée c'est-à-dire l'énergie facturée

kWh_{EP} : Unité de mesure de l'énergie primaire c'est-à-dire l'énergie nécessaire afin de produire et de transporter l'énergie finale

R : Résistance thermique d'un matériau qui dépend de l'épaisseur et de la conductivité du matériau, plus cette valeur est élevée et plus la capacité du matériau à retenir la chaleur est grande. Elle est exprimée en $m^2.K/W$

λ : Conductivité thermique d'un matériau, il s'agit de la quantité de chaleur pouvant être transférée dans un matériau en un temps donné. Plus la valeur de lambda est petite et plus le matériau est isolant. Elle est exprimée en $W/(m.K)$.

RGE : Reconnu Garant de l'Environnement

SHAB : Surface Habitable en m^2

SHON : Surface Hors Œuvre Nette en m^2

Up : Coefficient de transfert thermique d'une paroi, exprimé en $W/(m^2.K)$, plus cette valeur est faible et plus elle caractérise une paroi étant performante

Uf : Coefficient de transfert thermique du cadre d'une menuiserie, exprimé en $W/(m^2.K)$

Ug : Coefficient de transfert thermique du vitrage d'une menuiserie, exprimé en $W/(m^2.K)$

Uw : Coefficient de transfert thermique de la menuiserie complète, exprimé en $W/(m^2.K)$

Ud : Coefficient de transfert thermique d'une porte vitrée ou non, exprimé en $W/(m^2.K)$

ANNEXE N°14 : Tables des figures

Figure 1 : Plan de masse de la résidence.....	8
Figure 2 : Plan de situation de la résidence	8
Figure 3 : Relevé des températures extérieures de la Station Météo de Tours/Parcay-Meslay	9
Figure 4 : Ensoleillement et DJU mensuel pour la station météo de Tours/Parcay-Meslay	10
Figure 5 : Précipitations mensuelles données par la station météo de Tours/Parcay-Meslay	10
Figure 6 : Infiltrations d'eau présentes avant le remplacement des menuiseries	19
Figure 7 : Infiltrations d'air présentes au niveau du coffre des volets roulants.....	19
Figure 8 : Persienne des balcons	20
Figure 9 : Sous-Station alimentant les Bâtiments L, M & O.....	22
Figure 10 : Schéma de principe de la Sous-Station des Bâtiments L, M & O.....	22
Figure 11 : Sous-Station alimentant les Bâtiments J, K & N.....	24
Figure 12 : Schéma de principe de la Sous-Station des bâtiments J, K & N	24
Figure 13 : Calorifuge manquant en Sous-Station.....	26
Figure 14 : Fuite sur vanne 1/4 de tour	26
Figure 15 : Calorifuge abîmé en Sous-Station	26
Figure 16 : Calorifuge manquant suite au remplacement d'une vanne	26
Figure 17 : Distribution en Sous-Sol.....	27
Figure 18 : Départ vers colonne en logement.....	27
Figure 19 : Schéma de principe de la distribution intérieure des radiateurs	27
Figure 20 : Convecteur à eau chaude avec robinet simple réglage.....	28
Figure 21 : Convecteur à eau chaude avec robinet thermostatique	28
Figure 22 : Radiateur remplacé avec robinet thermostatique	28
Figure 23 : Sèche-serviettes en salle de bains avec robinet simple réglage	28
Figure 24 : Purgeur d'air au point le plus haut de la colonne de chauffage.....	28
Figure 25 : Vanne de la colonne de distribution de l'eau chaude sanitaire en fin de réseau.....	29
Figure 26 : Vanne de la colonne de distribution de l'eau chaude sanitaire	29
Figure 27 : Caisson d'extraction en combles	30
Figure 28 : Positions des caissons d'extraction en combles et zone d'extraction	30
Figure 29 : Cheminement des gaines d'extraction en combles.....	30
Figure 30 : Cheminement des gaines d'extraction en combles.....	30
Figure 31 : Cheminement des gaines d'extraction en combles.....	31
Figure 32 : Bouche d'extraction en salle de bains.....	31
Figure 33 : Bouches d'extraction en cuisine avec commande du débit de pointe par cordelette	31
Figure 34 : Bouche d'extraction encrassée.....	32
Figure 35 : Conduit entre colonne et bouche d'extraction	32
Figure 36 : Eclairage des cages d'escaliers	32
Figure 37 : Détecteur de présence et éclairage remplacé en cage d'escalier	33
Figure 38 : Eclairage en Sous-Sol N°2	33
Figure 39 : Tableau électrique en logement d'origine.....	34
Figure 40 : Exemple de tableau électrique en logement remplacé	34
Figure 41 : Compteur électrique en gaine palière.....	35
Figure 42 : Colonne télécom et télévision en gaine palière.....	35
Figure 43 : Positionnement de la platine de rue et du combiné d'interphonie en logement.....	35

Figure 44 : Evolution mensuelle des consommations de chauffage.....	39
Figure 45 : Evolution mensuelle des consommations d'Eau Chaude Sanitaire	40
Figure 46 : Répartition des consommations électriques de la copropriété.....	41
Figure 47 : Répartition des consommations énergétiques réelles des bâtiments.....	42
Figure 48 : Tableau récapitulatif de la composition des parois	44
Figure 49 : Répartition des déperditions pour le bâtiment J – Etat Existant.....	46
Figure 50 : Répartition des déperditions pour le bâtiment K - Etat Existant	46
Figure 51 : Répartition des déperditions pour le bâtiment L – Etat Existant	46
Figure 52 : Répartition des déperditions pour le bâtiment M – Etat Existant	46
Figure 53 : Répartition des déperditions pour le bâtiment N – Etat Existant.....	47
Figure 54 : Répartition des déperditions pour le bâtiment O – Etat Existant	47
Figure 55 : Etiquettes énergétique et climat	48
Figure 56 : Isolation en sous face de dalle	53
Figure 57 : Etiquettes énergétique et climat	54
Figure 58 : Isolation de la dalle des combles	55
Figure 59 : Etiquettes énergétique et climat	56
Figure 60 : Remplacement des panneaux en glasal existant.....	57
Figure 61 : Etiquettes énergétique et climat	58
Figure 62 : Mise en place de menuiseries PVC Double Vitrage remplissage Argon à faible émissivité	59
Figure 63 : Etiquettes énergétique et climat	60
Figure 64 : Remplacement des portes des Halls d'entrée.....	61
Figure 65 : Etiquettes énergétique et climat	62
Figure 66 : Calorifugeage manquant en réseaux.....	63
Figure 67 : Etiquettes énergétique et climat	64
Figure 68 : Radiateurs remplacés en logements	65
Figure 69 : Etiquettes énergétique et climat	66
Figure 70 : Etiquettes énergétique et climat	68
Figure 71 : Isolation thermique par l'extérieur avec enduit de finition.....	69
Figure 72 : Isolation thermique par l'extérieur avec parement extérieur	69
Figure 73 : Etiquettes énergétique et climat	70
Figure 74 : Isolation des rampants	71
Figure 75 : Etiquettes énergétique et climat	72
Figure 76 : Etiquettes énergétique et climat	74
Figure 77 : Etiquettes énergétique et climat	77
Figure 78 : Etiquettes énergétique et climat	79
Figure 79 : Etiquettes énergétique et climat	81