



Audit Energétique Copropriété

ACP



Table des matières

1. PRESENTATION DU BATIMENT	4
1.1. Chiffres clés	4
1.2. Description générale et affectation de l'ACP	4
1.3. Occupation	4
1.4. Prix des énergies	4
1.5. Description générale de l'activité opérationnelle	5
1.5.1. Description générale de l'activité	5
1.5.2. Description générale des installations consommatrices d'énergie	5
1.5.3. Equipements relatifs aux transports internes de tout type	5
1.6. Description générale du bâtiment	5
1.6.1. Chiffres clés concernant les bâtiments	5
2. DESCRIPTION DE LA SITUATION EXISTANTE	6
2.1. Description de l'enveloppe	6
2.1.1. Les murs	6
2.1.2. Les portes et fenêtres	7
2.1.3. Les toitures	8
2.1.4. Les sols	9
2.1.5. L'étanchéité à l'air	9
2.1.6. Constatations et conseils sur la qualité de l'enveloppe	10
2.2. Système de chauffage	11
2.2.1. Production de chaleur	12
2.2.2. Contrôle périodique des chaudières	13
2.2.3. Estimation du surdimensionnement	13
2.2.4. Rendement de production de l'installation	14
2.2.5. Distribution de chaleur	15
2.2.6. Isolation des tuyauteries et vannes	16
2.2.7. Auxiliaires de distribution	17
2.2.8. Emission de chaleur	17
2.2.9. Régulation	18
2.2.10. Rendement global de l'installation de chauffage	18
2.2.11. Constatations et conseils concernant le système de chauffage	19
2.3. Système d'Eau chaude sanitaire (ECS)	21
2.3.1. Production, stockage, distribution et régulation	21
2.3.2. Mesures et constatations	22
2.3.3. Constatations et conseils concernant le système d'ECS	22
2.4. Système de Climatisation	23
2.5. Système de Ventilation	23
2.5.1. Fonctionnement global de la ventilation	23
2.6. Systèmes d'Eclairage	24
2.6.1. Production de lumière	24
2.6.2. Régulation	26
2.6.3. Mesures et constatations	26
2.6.4. Constatations et conseils concernant le système d'éclairage	26
2.7. Autres postes consommateurs d'électricité	27
2.7.1. Ascenseurs	27
2.7.2. Mesures et constatations	27
2.7.3. Constatations et conseils concernant les autres postes consommateurs d'électricité	27
3. HISTORIQUE DE CONSOMMATION ET EMISSIONS DE CO2	28
3.1. Données disponibles	28
3.1.1. Evolution de la consommation annuelle de mazout	28
3.1.2. Evolution de la consommation mensuelle de mazout	29
3.1.3. Signature énergétique du bâtiment	29
3.1.4. Répartition de la consommation de mazout	29
3.1.5. Rendement annuel de la production de chauffage	30
3.1.6. Consommation spécifique	30



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

3.2.	Analyse des consommations électriques	31
3.2.1.	Evolution de la consommation annuelle électrique	31
3.2.2.	Evolution de la consommation mensuelle électrique	32
3.2.3.	Répartition des consommations annuelles électriques	32
3.2.4.	Consommation spécifique d'électricité	33
3.3.	Constatations et conseils concernant les données de consommations	33
4.	Identification des Mesures d'amélioration	34
4.1.	Méthodologie pour les mesures d'amélioration	34
4.2.	Mesures proposées	36
4.2.1.	Sensibilisation des occupants	36
4.2.2.	Installation de compteurs	37
4.2.3.	Rapport annuel de comptabilité énergétique	39
4.2.4.	Carnet de bord	40
4.2.5.	Diagnostic de l'installation de chauffage	41
4.2.6.	Enveloppe, isolation de la toiture inclinée	42
4.2.7.	Enveloppe, isolation de la toiture plate	45
4.2.8.	Enveloppe, isolation des murs niveau 1 à 12	48
4.2.9.	Enveloppe, isolation des murs niveau -2 à 0	51
4.2.10.	Enveloppe, isolation des murs niveau -2 à 0 côté nord EANC	54
4.2.11.	Remplacement du simple vitrage (sous-sol)	57
4.2.12.	Remplacement du double vitrage ancien	60
4.2.13.	Production : Rénovation complète de la chaufferie	63
4.2.14.	Installation de détecteurs de présence dans les parkings	65
4.2.15.	Installation de luminaires Leds dans les parkings	67
4.2.16.	Installation de luminaires Leds dans les cages d'escalier des parkings	68
4.2.17.	Installation de capteurs photovoltaïques	70
4.2.18.	Capteurs solaires thermiques	72
4.2.19.	Cogénération gaz	72
5.	Synthèse des constatations et mesures	73
5.1.1.	Enveloppe	73
5.1.2.	Chauffage	73
5.1.3.	ECS	74
5.1.4.	Eclairage	74
5.1.5.	Electricité Autres	74
5.1.6.	Consommations	74
6.	Synthèse des mesures d'amélioration identifiées	75



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

1. PRESENTATION DU BATIMENT

1.1. Chiffres clés

Bâtiment	Brut	Net
Superficie Plancher	23.313 m ²	-
Superficie Chauffée	15.701 m ²	14.131 m ²
Superficie Climatisée	-	-
Volume	66.418 m ³	59.776 m ³
Volume chauffé	44.803 m ³	40.323 m ³

Tableau 1 : Caractéristiques des bâtiments

1.2. Description générale et affectation de l'ACP

1.3. Occupation

Le bâtiment est uniquement affecté au logement, l'occupation y est constante.

1.4. Prix des énergies

Le prix s'entend avec frais, HTVA (ou TVAC pour les exploitants non assujettis). Le calcul du prix de l'électricité doit en effet prendre en compte les coûts liés au réseau, aux énergies renouvelables, etc. Le prix est exprimé pour les heures creuses et pour les heures pleines en cas de facture bi-horaire.

- Combustible

Energie	€ TVAC/kWh _{HS}	€ TVAC/kWh _{Hi}
Mazout	0,053 €/kWh _{HS}	0,059 €/kWh _{Hi}

Tableau 2 : Prix de l'énergie

- Electricité

Energie	€ TVAC/kWh _{el}
Electricité	0,15 €/kWh _{el}

Tableau 3 : Prix de l'énergie



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

1.5. Description générale de l'activité opérationnelle

1.5.1. Description générale de l'activité

L'immeuble est une copropriété comprenant environ 165 appartements. C'est un immeuble de logements.

1.5.2. Description générale des installations consommatrices d'énergie

- 3 Chaudières au mazout pour le chauffage et l'ECS
- 6 Ascenseurs

1.5.3. Equipements relatifs aux transports internes de tout type

Non pertinent

1.6. Description générale du bâtiment

L'immeuble a été construit en 1956 et certaines techniques datent de l'époque de construction. Il dispose de 2 parkings sous-terrain sur 2 niveaux de part et d'autre de l'immeuble.

1.6.1. Chiffres clés concernant les bâtiments

Bâtiment	Superficie Plancher	Superficie Chauffée	Superficie Chauffée Nette ¹	Volume Protégé Brut	Volume protégé Net
-2	4.950 m ²	0	0	14.256 m ³	12.830 m ³
-1	4.950 m ²	1.238 m ²	1.115 m ²	14.256 m ³	12.830 m ³
Rez	1.115 m ²	1.238 m ²	1.115 m ²	4.280 m ³	3.852 m ³
1	1.067 m ²	1.186 m ²	1.067 m ²	2.148 m ³	1.933 m ³
2	1.067 m ²	1.186 m ²	1.067 m ²	3.007 m ³	2.706 m ³
3	1.067 m ²	1.186 m ²	1.067 m ²	3.007 m ³	2.706 m ³
4	1.067 m ²	1.186 m ²	1.067 m ²	3.007 m ³	2.706 m ³
5	1.067 m ²	1.186 m ²	1.067 m ²	3.007 m ³	2.706 m ³
6	1.067 m ²	1.186 m ²	1.067 m ²	3.007 m ³	2.706 m ³
7	1.067 m ²	1.186 m ²	1.067 m ²	3.007 m ³	2.706 m ³
8	1.067 m ²	1.186 m ²	1.067 m ²	3.007 m ³	2.706 m ³
9	989 m ²	1.099 m ²	989 m ²	2.787 m ³	2.509 m ³
10	989 m ²	1.099 m ²	989 m ²	2.787 m ³	2.509 m ³
11	989 m ²	1.099 m ²	989 m ²	2.787 m ³	2.509 m ³
12	397 m ²	441 m ²	397 m ²	1.277 m ³	1.149 m ³
	397 m ²	0	0	793 m ³	714 m ³
TOTAL	23.313 m²	15.701 m²	14.131 m²	66.418 m³	59.776 m³

Tableau 4 : Superficies du bâtiment

¹ Lorsque les données sont inconnues elles sont approximées (90%) et renseignées en italique



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2. DESCRIPTION DE LA SITUATION EXISTANTE

2.1. Description de l'enveloppe

Le bâtiment a été construit dans les années 1950 et une grande partie de l'enveloppe date de cette époque-là. Les châssis du rez-de-chaussée au 12^e étage ont été remplacés par des doubles vitrages en PVC mais les châssis du niveau -2 et -1 sont encore en bois et simple vitrage.

2.1.1. Les murs

La typologie des murs date de l'époque de construction du bâtiment, des murs massifs de 67cm pour les niveaux allant du -2 au rez-de-chaussée. Le reste des murs étant de typologie plus classique de 37cm.

Figure 1 : Murs

Paroi	Superficie	Valeur U estimée [W/m ² .K]	Valeur U cible [W/m ² .K]
Mur en maçonnerie massive 67cm	1.438 m ²	2,3	0,24
Mur en maçonnerie 37cm	3.382 m ²	2,6	0,24
Mur sur EANC	86 m ²	1,5	0,24

Tableau 5 : Composition des murs



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.1.2. Les portes et fenêtres

Les portes du rez-de-chaussée sont à chaque fois équipées de sas, cela permet d'éviter les courants d'air. Les fenêtres aux niveaux -2 et -1 sont en simple vitrage. Le reste de l'immeuble est équipé de fenêtres doubles vitrages en PVC mais certaines ont été remplacées récemment.



Figure 2 : Fenêtres DV



Figure 3 : Fenêtres SV sous-sol

Paroi	Superficie	Valeur U estimée [W/m².K]	Valeur U cible [W/m².K]
Châssis en bois simple vitrage	176 m²	5	1,5
Châssis en PVC double vitrage ancien	2.241 m²	3	1,5
Châssis en PVC double vitrage neuf	395 m²	2	1,5

Tableau 6 : Composition des fenêtres



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.1.3. Les toitures

Deux types de toitures composent l'immeuble ;

- Il y a les toitures qui forment des terrasses, il y en a une de chaque côté du bâtiment (nord-est et sud-ouest) au 9^e étage ainsi qu'une terrasse au dernier étage du bâtiment.
- Une toiture classique au-dessus des combles du dernier étage.

L'isolation de ces toitures est soit inexistante soit vétuste.

Figure 4 : Toiture/terrasse du 9^e étage

Figure 5 : Toiture/terrasse du 12^e étage



Figure 6 : Toiture du dernier étage

Paroi	Superficie	Valeur U estimée [W/m ² .K]	Valeur U cible [W/m ² .K]
Toiture plate 9 ^e étage	86 m ²	1,5	0,24
Toiture plate 12 ^e étage	659 m ²	1,5	0,24
Toiture inclinée faiblement isolée	441 m ²	1	0,24



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.1.4. Les sols

L'ensemble de l'immeuble repose sur des EANC. En effet, en-dessous du niveau -1, les appartements reposent soit sur des caves soit sur le parking du sous-sol.

Paroi	Superficie	Valeur U estimée [W/m².K]	Valeur U cible [W/m².K]
Sol sur plafond de cave	1.238 m²	2	0,24

2.1.5. L'étanchéité à l'air

Toute infiltration d'air non contrôlée dans le bâtiment génère une consommation supplémentaire de chauffage en hiver, et éventuellement de climatisation en été. La technique la plus courante actuellement utilisée pour mesurer les infiltrations d'air d'un bâtiment est le *Blower-door test*, ou *test d'infiltrométrie* en français. Le test consiste à installer une porte soufflante à l'entrée du bâtiment et à maintenir une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de 50 Pa. Le résultat est noté n50 et représente le renouvellement d'air pour une différence de pression de 50 Pa. Ce test est relativement coûteux et non justifié dans le cas de cette étude néanmoins nous pouvons utiliser les résultats généralement observés pour ce type de bâtiment.

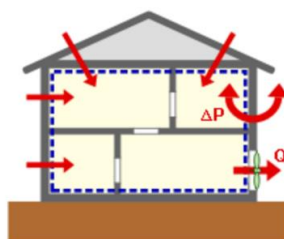


Figure 7 : Blower-door test (source : énergie+)

Le renouvellement d'air n50 est estimé à 3 volumes par heure sur base de résultats observés pour des bâtiments de même type rénovés il y a une dizaine d'années et avec des châssis performants. Le renouvellement d'air de 3 vol/h est valable pour un test « sous-pression », la valeur d'infiltration en conditions réelles sera entre 10 et 30 fois plus faible en fonction du type de bâtiment et de son exposition au vent (le facteur « a » dans la formule ci-dessous). Dans ce cas-ci, le facteur a est estimé à 15 (bâtiment élevé et exposé).

$$n_{sb} = \frac{n_{50}}{a}$$

Le taux de renouvellement d'air saisonnier par infiltration est dès lors estimé à 0,2 volumes par heure.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.1.6. Constatations et conseils sur la qualité de l'enveloppe

Nous avons remarqué des problèmes d'infiltrations d'eau dans les parkings, les poutres en béton ont également commencé à s'effriter. Une étude réalisée par un bureau d'experts est en cours.



Figure 8 : Dégradation du béton dans les parkings

	Constatations	Conseils
1.	La totalité des murs extérieurs ne sont pas isolés	Lors de la rénovation du bâtiment, privilégiez l'isolation des murs au standard « passif »
2.	Les toitures plates du bâtiment ne sont pas ou peu isolées	Isoler la toiture par l'extérieur
3.	La toiture inclinée dans les combles est faiblement isolée	Isoler les combles en plaçant un isolant sur le sol.
4.	Il reste de nombreux châssis en simple vitrage sur le site	Remplacer les châssis avec du simple vitrage.
5.	Il reste de nombreux châssis en double vitrage ancien	Remplacer les châssis avec du double vitrage ancien.

Constatations & Conseils 1 : Enveloppe



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.2. Système de chauffage

Le site comprend une chaufferie au sous-sol du bâtiment (niveau -2), composée de 3 chaudières à mazout de puissance différente fonctionnant en cascade. Les chaudières sont hydrauliquement en parallèle sur un collecteur, 2 pompes de charge en parallèle sont chargées d'envoyer l'eau chaude vers les différents circuits.

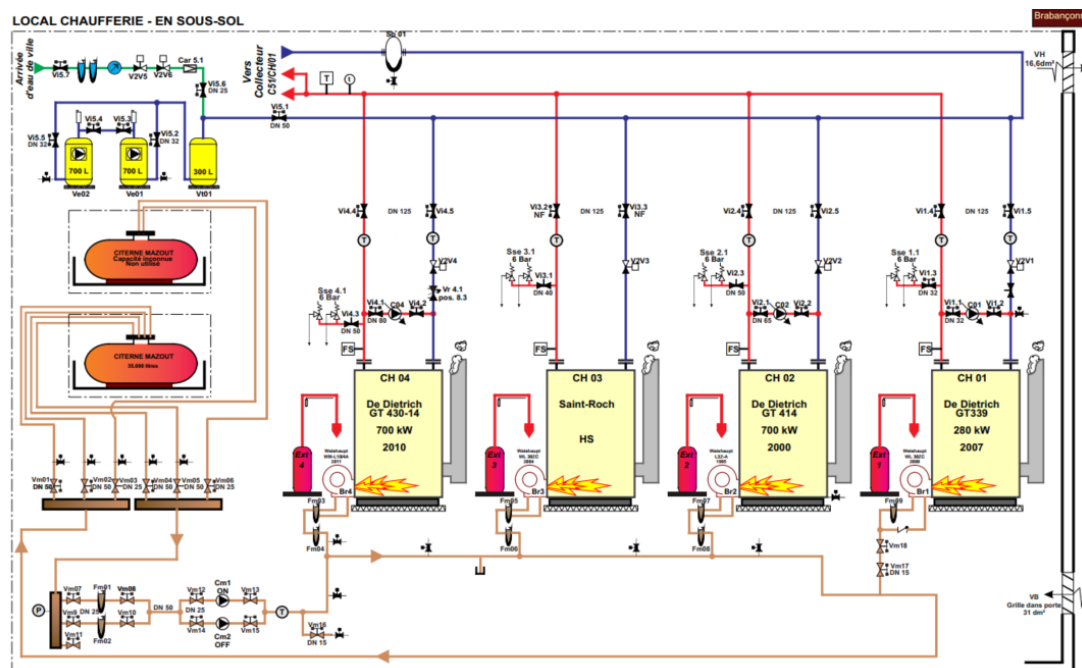


Figure 9 : Schéma² hydraulique - production de chaleur

Le rendement global d'une installation de chauffage central est le rapport entre les besoins réels en chauffage et la consommation de combustible. L'installation de chauffage peut être décomposée en plusieurs éléments : production, distribution, émission et régulation. Pour chacun de ses éléments nous évaluons la performance (et donc les pertes) en pourcentage. Le rendement global de l'installation peut ainsi être évalué.

² Source : Bureau d'études Teen consulting – Schéma de principe de la production d'eau chaude n° C51/CH/01



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

2.2.1. Production de chaleur

Les trois chaudières sont des « De Dietrich », le brûleur est externe et est de type « Air pulsé ».

Le tableau ci-dessous reprend les caractéristiques principales des chaudières ainsi que les conditions de fonctionnement observées.

Caractéristiques des chaudières	Chaudière 1	Chaudière 2	Chaudière 4
Marque chaudière	De Dietrich	De Dietrich	De Dietrich
Modèle chaudière	GT 339	GT 414	GT 430 – 14
Numéro de série	00001422992	00161569	2449775
Combustible	Mazout	Mazout	Mazout
Type fonctionnel	Air pulsé	Air pulsé	Air pulsé
Type raccordement (prise air/rejet fumées)	B23	B23	B23
Matériau du corps de chauffe	-	-	-
Puissance nominale utile T° 80/60 [kW]	210-280	550-700	550-700
Année de fabrication	2007	2000	2010
η Hi charge partielle [30 %/ retour 30°C]	-	-	-
η Hi nominal [100 %/ retour 30°C]	-	-	-
pression de service	6 bar	6 bar	6 bar
Température de retour minimum	Inconnue ; > 50°C	Inconnue ; > 50°C	Inconnue ; > 50°C
Débit minimum de fonctionnement	Inconnu	Inconnu	Inconnu
Volume d'eau	196 l	624 l	624 l
Vanne d'isolement hydraulique	Oui	Oui	Oui
Fonctionnement réel des vannes d'isolement ?	Non	Non	Non
isolation thermique du foyer	Bonne	Bonne	Bonne
étanchéité porte foyer	Ok	Ok	Ok
état général des chaudières	Bon	Bon	Bon
hydraulique primaire	En parallèle sur collecteur avec pompe shunt sur chaque chaudière	En parallèle sur collecteur avec pompe shunt sur chaque chaudière	En parallèle sur collecteur avec pompe shunt sur chaque chaudière

Tableau 7 : Caractéristiques des chaudières

Caractéristique des brûleurs	Chaudière 1	Chaudière 2	Chaudière 4
Marque brûleur	Weishaupt	Weishaupt	Weishaupt
Modèle brûleur	WL30Z-C	L37-A	WM – L10/4-A
Numéro de série	571472807	4147051	40014863
Année de fabrication	-	1995	2011
Plage de réglage disponible [kW]	72 - 330 kW (Hi)	-	325 – 1120 kW
état général du brûleur	Bon	Bon	Bon

Tableau 8 : Caractéristiques des brûleurs



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.2.2. Contrôle périodique des chaudières

AGRBC du 03/06/2010 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage

Le contrôle périodique comprend [...] le réglage du brûleur [...] la vérification de la conformité [...] les mesures initiales et finales de combustion [...]

Le contrôle périodique des chaudières est une obligation légale en région Bruxelloise, dans votre cas il doit être effectué tous les trois ans au maximum. Il comprend, entre autres, l'analyse des paramètres de combustion ce qui permet d'avoir une indication sur la performance réelle de combustion de la chaudière et de vérifier que les paramètres mesurés sont conformes aux normes.

Nous avons analysé les résultats du dernier contrôle périodique présent en chaufferie et datant de 2016.

V2.12 Testo 350-1 LL	
01971433-1	
29.04.2016	09:12:10
Combustible	Ficoul dom
O2 réf	3.0 %
CO2Max:	15.2 %
Combustion	
-0.71 mbar	Tirage
171.8 °C	T fumées
18.4 °C	T comburant
153.4 °C	Temp. nette
0 ppm	CO
0 mg/kWh	CO
12.23 %	CO2
4.1 %	Oxygène
92.8 %	Rendement+
92.8 %	Rendement
1.24	Excès d'air
t315-3 Numéro de série:	

Figure 10 : Analyses de combustion des chaudières

Les résultats sont similaires pour toutes les chaudières, avec un rendement de combustion instantané légèrement supérieur à 90% Hi (81 % Hs environ). Tous les paramètres sont conformes à la législation en vigueur, on notera cependant un tirage important et donc un excès d'air également trop important ce qui nuit au rendement. Des chaudières à condensation avec un départ à 60° et un retour inférieur à 50°C ont un rendement de 5 à 8% supérieur.

2.2.3. Estimation du surdimensionnement

Une installation de chauffage doit être correctement dimensionnée afin de limiter au maximum les pertes énergétiques et augmenter la durée de vie des chaudières.

Les corps de chauffe des chaudières modernes sont typiquement conçus pour 300.000 cycles de fonctionnement sur 20 années de durée de vie ce qui correspond à 15.000 démarrages par an ou en moyenne un maximum d'un démarrage toutes les 15 minutes environ. Avec des brûleurs modulant et une installation correctement réglée, le nombre de cycles de fonctionnement sera beaucoup plus faibles (quelques milliers de démarrages par an au maximum).

Afin d'évaluer le surdimensionnement nous pouvons nous baser sur différents indicateurs.

- **Ratio W/m².** La puissance totale est de 1.680 kW pour 15.701 m² bruts de superficie chauffée soit environ 107 W/m². Ce qui est une valeur relativement faible pour une copropriété et compte-tenu de la période de construction du bâtiment. Un bâtiment « traditionnel » a une puissance installée d'environ 70 W/m².
- **Heures de fonctionnement.** Une installation de chauffage correctement dimensionnée devrait fonctionner environ 1/3 de la saison de chauffe à pleine puissance soit 1.500 à 2.000 heures par an. La consommation de combustible de la copropriété étant de 2.045.347 kWh par an pour une puissance de 1.680 kW.

Temps de fonctionnement [h] = 2.045.347 [kWh] / 1.680 [kW] = **1220 [h]**

Dans ce cas, la puissance de l'installation semble légèrement surdimensionnée. Il est à noter que les chaudières possèdent une plage de puissance et que nous avons pris l'hypothèse que celles-ci étaient « poussées » au maximum.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

- Niveau d'isolation (K), nous effectuons le bilan thermique (niveau d'isolation) des différentes parois du bâtiment. En tenant compte de ces éléments, de la puissance nécessaire pour le renouvellement de l'air neuf, d'un facteur de surdimensionnement et de cascade, l'on peut évaluer plus précisément la puissance de la chaufferie nécessaire. Dans ce cas-ci, la puissance est estimée à 1.360 kW soit 20% de moins que la puissance installée.

L'installation de chauffage semble correctement dimensionnée, il est cependant probable qu'une analyse plus fine des quarts-horaire combustible pourrait conduire à un dimensionnement plus faible de l'installation ce qui sera intéressant lors de la future rénovation de la chaufferie. Malheureusement il est impossible de réaliser cette analyse, la seule information dont nous disposons est la quantité de remplissage de la cuve de mazout. Pour réaliser cette analyse, il serait utile de placer des compteurs de passage sur les différents circuits.

2.2.4. Rendement de production de l'installation

Le rendement de combustion instantané des chaudières ne représente que la performance du système lorsque le brûleur est en fonctionnement et caractérise les pertes par les fumées. Au niveau de la chaudière, les pertes consistent en :

- Des pertes par les fumées. L'entièreté de la chaleur contenue dans le combustible n'est pas transmise à l'eau et une partie est perdue par les fumées. A noter que les pertes sont plus importantes au démarrage de la chaudière raison pour laquelle il est également important de limiter le nombre de cycles de marche/arrêt des chaudières.
- Des pertes par rayonnement et convection vers la chaufferie. Même isolée, une chaudière va perdre une partie de sa chaleur vers la chaufferie et celle-ci est d'autant plus importante que la chaudière est volumineuse et mal isolée.
- Des pertes à l'arrêt. En dehors des périodes de fonctionnement du brûleur, la chaudière perd sa chaleur vers la chaufferie, au travers de ses parois. De plus, si le foyer de la chaudière reste ouvert, un courant d'air refroidit le corps de la chaudière et évacue sa chaleur vers la cheminée.

C'est en tenant compte de tous ces éléments que l'on va pouvoir déterminer le rendement moyen sur une année, appelé le rendement saisonnier, de l'installation de chauffage. Il sera naturellement inférieur au rendement instantané mesuré lors du contrôle périodique.

Dans le cadre de cette étude, nous avons évalué le rendement saisonnier à l'aide de la méthode proposée par la région bruxelloise dans le cadre des diagnostics des chaudières et le logiciel H100.

Le résultat renseigne le rendement saisonnier de l'installation sur base du pouvoir calorifique inférieur et supérieur du combustible.

Rendement saisonnier Hi de l'installation : 86,4 %

Rendement saisonnier Hs de l'installation : 77,8 %



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.2.5. Distribution de chaleur

Le collecteur de distribution principal alimente différents circuits vers les radiateurs de l'entièreté du site et également l'eau chaude sanitaire.

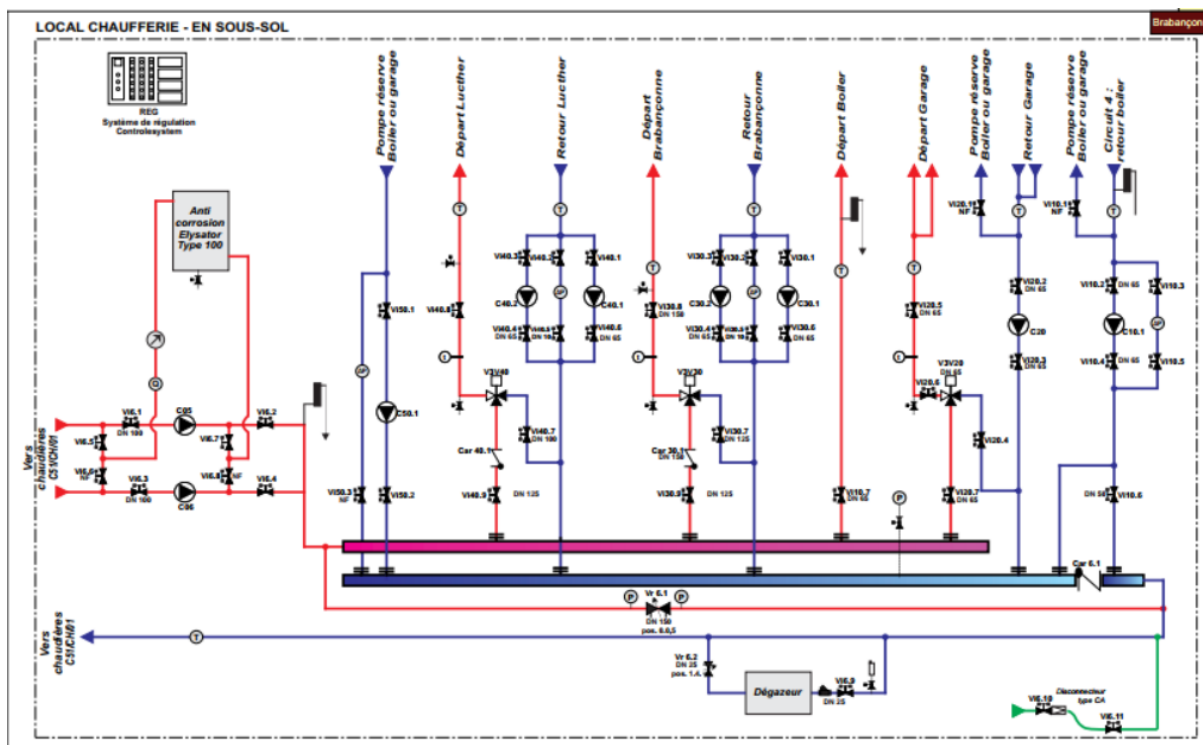


Figure 11 : Schéma³ distribution hydraulique

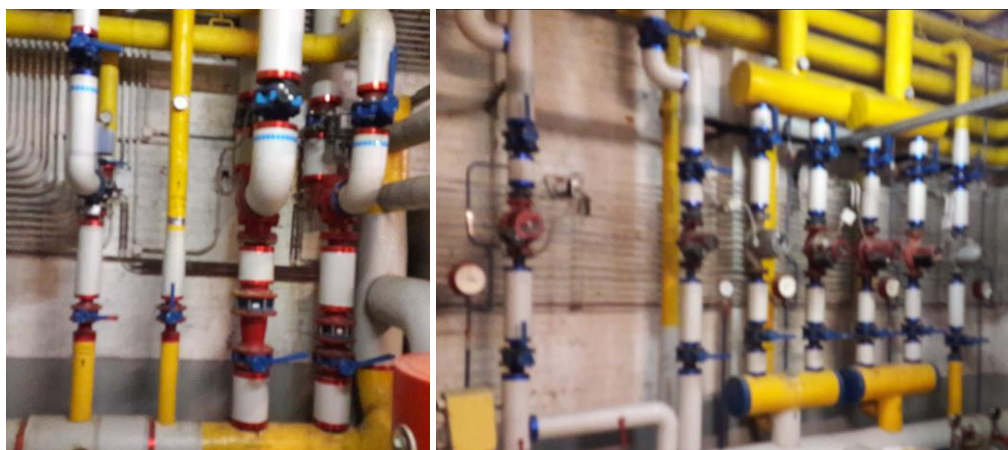


Figure 12 : Distribution hydraulique

³ Source : Bureau d'études Teen consulting – Schéma de principe de la production d'eau chaude n° C51/CH/02



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.2.6. Isolation des tuyauteries et vannes

En chaufferie, le calorifugeage est relativement moyen. La plupart des tuyauteries sont isolées avec de la laine de roche sous coquilles aluminium. Par contre, les pompes, vannes et accessoires ne sont pas isolés. A noter qu'une partie du calorifugeage est très ancien et commence à se désintégrer par endroit.



Figure 13 : Isolation et calorifugeage en chaufferie

Dans le reste des bâtiments, le calorifugeage est variable et dans l'ensemble assez ancien et contient peut-être de l'amiante.



Figure 14 : Isolation et calorifugeage des tuyauteries



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

2.2.7. Auxiliaires de distribution

Les tableaux ci-dessous reprennent les caractéristiques principales des pompes recensées dans le bâtiment. L'évaluation énergétique tient compte d'une puissance en fonctionnement correspondant à 70% de la puissance nominale indiquée sur la plaque signalétique de la pompe (ou de la puissance réglée) ou 50% en cas de pompe à débit variable.

Pompes chaudières	Marque Modèle	Type de pompe	Débit	Pnom [W]	Réglage [W] / [mCE]	Pabsorbée [W]	Heures/an	Consommation énergétique [kWh/an]
Pompe chaudière 1	Wilo Yonos PICO 30/1-8	Rotor noyé	Fixe	75 W	75 W	52,5 W	2.000	± 105 kWh
Pompe chaudière 2	Grundfos UPS 80-30/F	Rotor noyé	Fixe	330 W	330 W (III)	231 W	2.000	± 460 kWh
Pompe chaudière 4	Grundfos UPS 80-30 F	Rotor noyé	Fixe	250 W	250 W (II)	175 W	2.000	± 350 kWh
Pompe EAU I	Wilo IL80/210-3/4	Rotor noyé	Fixe	3000 W	-	2100 W	8.760	± 18.396 kWh
Pompe EAU II	Wilo BM 80/200-3/4	Rotor noyé	Fixe	3000 W	-	2100 W	8.760	± 18.396 kWh
Pompe réserve (1950)	-	Rotor noyé	Fixe	-	-	-	-	-
Pompe P I Circuit I	ECO 6PR480/4-1	Rotor noyé	Fixe	480 W	-	336 W	2.000	± 672 kWh
Pompe P II Circuit I	Grundfos UPS65-120F	Rotor noyé	Fixe	1200 W	1200 W (3)	840 W	2.000	± 1.680 kWh
Pompe P I Circuit II	Grundfos UPS65 -60/4	Rotor noyé	Fixe	660 W	660 W (3)	462 W	2.000	± 924 kWh
Pompe P II Circuit II	Grundfos UPC 65-60	Rotor noyé	Fixe	660 W	660 W (3)	462 W	2.000	± 924 kWh
Pompe P Boiler Circuit III	Grundfos UPC 50-120	Rotor noyé	Fixe	850 W	-	595 W	8.760	± 5.212 kWh
Pompe P garage Circuit IV	Grundfos UPS50-30 F	Rotor noyé	Fixe	160 W	160 W (3)	112 W	2.000	± 224 kWh
TOTAL								± 47.343 kWh

Tableau 9: Liste des pompes – production de chaleur

2.2.8. Emission de chaleur

Les unités terminales sont uniquement des radiateurs équipés de calorimètres. Ces radiateurs ne sont pas équipés de vannes thermostatiques.



Tableau 10 : Unités terminales : Radiateurs

Unités terminales :	Radiateur
Matériau	Acier
Régulation	Vannes manuelles
Quantités	+/- 967

Tableau 11 : Unités terminales : radiateurs



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

2.2.9. Régulation

- Régulation de la production de chaleur

Régulation de la production de chaleur	
Gestion de la cascade	Fonctionne sur aquastat, en fonction des besoins
Température de consigne	Sur demande ; - La chaudière enclenche l'allure 1 - Si l'appel se prolonge, l'allure 2 enclenche A satisfaction ; - L'allure 2 déclenche immédiatement - L'allure 1 déclenche
Horaire de fonctionnement	La production est active 24h/24 et 7j/7
Fonctionnement des pompes de charge	Les pompes de charges du circuit primaire fonctionne en permanence.

2.2.10. Rendement global de l'installation de chauffage

Le rendement global de l'installation de chauffage est évalué dans le tableau ci-dessous. Malgré les chaudières datant d'après 2000, le rendement est assez mauvais.

Rendement	Rendement Hi (PCI)	Rendement Hs (PCS)
Rendement de production	86 %	77,8 %
Rendement de distribution	90 %	90 %
Rendement d'émission	97 %	97 %
Rendement de régulation	90 %	90 %
Rendement global	68 %	61%

Figure 15 : Rendement global d'une installation de chauffage

Il y a également une série de portions de conduits non isolées ce qui pénalise le rendement de distribution de même que la température de distribution élevée toute l'année (80°C). Enfin, la régulation de l'entièreté du système n'est pas optimale et pénalise le rendement global.

In finé, seul 60% du combustible payé est valorisé en chaleur pour chauffer les bâtiments.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.2.11. Constatations et conseils concernant le système de chauffage

Nous avons remarqué la présence d'un vase d'expansion ouvert dans les combles. Ce vase est hors service, il pourra être enlever lors de prochaines rénovations dans les combles.



Figure 16 : Ancien vase d'expansion

Nous avons également remarqué la présence d'un autre système hors service dans la chaufferie. Celui-ci permettait autrefois d'avoir une pression d'eau suffisante dans l'immeuble lorsque la pression de l'eau de ville était plus faible.

Il pourra être également enlever lors de la prochaine rénovation de chaufferie.



Figure 17 : Ancien organe hors service



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

	Constatations	Conseils
Réglementation PEB		
6.	Installation de compteurs	Obligation PEB
7.	Rapport de comptabilité énergétique	Réalisation du rapport de comptabilité énergétique
8.	Carnet de Bord Chauffage	Mise en place et mise à jour du carnet de bord
9.	Diagnostic de l'installation de chauffage	Réaliser le diagnostic au plus tard en 2020
Production de chaleur		
10.	Chaudières à mazout de technologie dépassée	Les chaudières ne modulent pas en puissance et ne sont pas à condensation, remplacer par des modèles gaz à condensation à grand volume d'eau et brûleurs modulants.
Distribution de chaleur		
11.	De nombreux bouclages sont présents	Modifications hydrauliques afin de réduire les bouclages et favoriser la condensation sur la prochaine installation.
12.	De nombreuses pompes de distribution sont à débit fixe et probablement surdimensionnées	Remplacer les pompes pour des modèles à débit variable et tester les pompes sur vitesse 1 en attendant.
13.	L'isolation des conduites de distribution est vétuste et les accessoires (pompes et vannes) ne sont pas isolés	Etudier la possibilité de rénover au maximum l'isolation des conduites ainsi qu'isoler les accessoires de la chaufferie.
14.	Présence d'amiante dans l'isolation	Réaliser une étude sur la présence d'amiante
Emission de chaleur		
Régulation		
15.	Le système de régulation est vétuste et ne fonctionne plus	Lors de la rénovation de chaufferie, prévoir une nouvelle régulation sur les chaudières et l'ECS

Constatations & Conseils 2 : Chauffage



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.3. Système d'Eau chaude sanitaire (ECS)

Le système d'eau chaude sanitaire de l'immeuble est couplé à l'installation de production de chaleur principale et composé de deux boilers.



Figure 18 : Production d'eau chaude sanitaire

2.3.1. Production, stockage, distribution et régulation

L'eau chaude ainsi produite est stockée dans les deux boilers. Plusieurs boucles de distribution assurent le transport de l'eau chaude vers les différentes zones de l'immeuble.

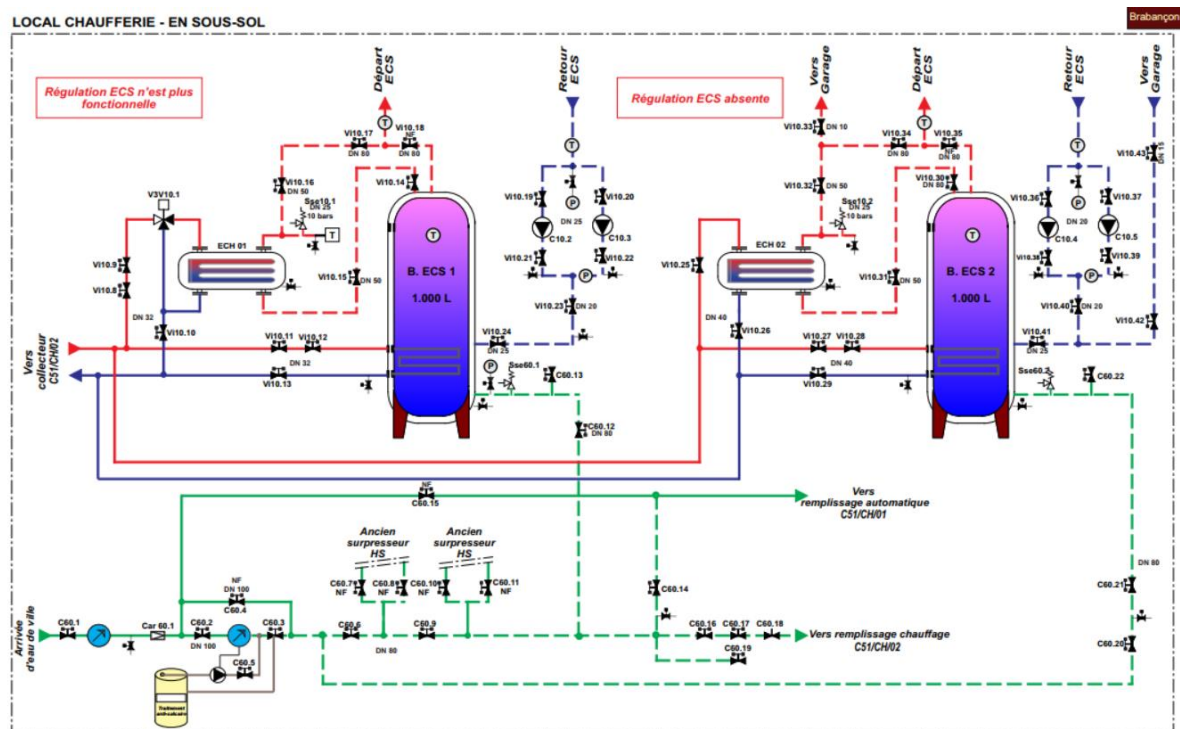


Figure 19 : Schéma⁴ production ECS

⁴ Source : Bureau d'études Teen consulting – Schéma de principe de la production d'eau chaude n° C51/CH/03



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.3.2. Mesures et constatations

Le système de production d'eau chaude sanitaire est vétuste. L'installation date de 1984 et a dépassé sa durée de vie. Nous avons pu constater la présence de fuites sur un des 2 boilers et il n'y a plus de régulation dans cette installation.

2.3.3. Constatations et conseils concernant le système d'ECS

	Constatations	Conseils
16.	La production d'ECS est vétuste, présence de fuites, régulation défectueuse, ...	Remplacer la production d'ECS lors de la rénovation de chaufferie

Constatations & Conseils 3 : ECS



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.4. Système de Climatisation

Il n'y a pas de système de climatisation dans cet immeuble.

2.5. Système de Ventilation

2.5.1. Fonctionnement global de la ventilation

L'immeuble ne dispose pas de système de ventilation mécanique, la ventilation s'effectue de manière naturelle via un système de cheminée naturelle. Ce procédé est appelé « système A ». L'air est aspiré via les grillages des vitrages et circule ensuite vers les grilles de la cheminée. L'air vicié est alors rejeté vers l'extérieur grâce au tirage naturel de celle-ci.

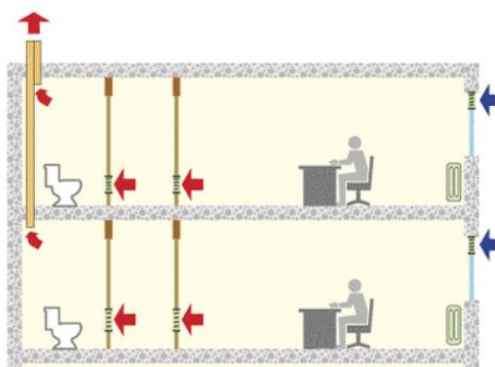


Figure 20 : Ventilation⁵ système A



Figure 21 : Cheminée



Figure 22 : Grille de ventilation

⁵ Source : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=18793>



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.6. Systèmes d'Eclairage

2.6.1. Production de lumière

Nous avons analysé la qualité et le niveau d'éclairage dans plusieurs zones représentatives du bâtiment. Pour chaque zone, nous avons effectué un relevé de l'éclairage, de la superficie, ainsi que des équipements sur place. Sur base de ces 3 données :

- Nous calculons la puissance installée dans la zone, et en retirons la puissance totale des zones similaires ;
- Nous vérifions si l'éclairage satisfait la valeur minimum à atteindre, selon les recommandations et normes en vigueur⁶ ;
- Nous calculons la puissance installée en $W/m^2.100 \text{ lux}$

Dans le cas d'une copropriété, nous ne pouvons analyser que l'éclairage des communs. Les luminaires des couloirs fonctionnent via des détecteurs de présences tandis que l'éclairage des parkings reste allumé en permanence.

2.6.1.1. Eclairage des parkings

Le parking est éclairé au moyen de tubes fluorescents T8 avec ballast électromagnétiques.

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble de la puissance installée.

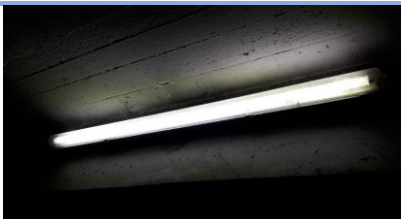
	Résultats	Illustration
Superficie de l'échantillon	567 m ²	
Superficie totale	2.268 m ²	
Eclairage à atteindre	75 lux	
Eclairage mesuré	45 Lux	
Type de luminaire	T8 58W Ballast EM	
Quantité de luminaires	14	
Puissance totale de la zone échantillon	910 W	
Puissance totale	3.640 W	
Puissance installée [W/m ²]	1,60 W/m ²	
Puissance installée [W/m ² .100 lux]	3,56 W/m ² .100 lux	

Tableau 12 : Eclairage des parkings

⁶ Norme EN 12164-1 & article 62 du RGPT



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

2.6.1.2. Cage d'escalier parkings

Les cages d'escalier des parkings sont éclairées au moyen de luminaires différents. Nous avons remarqué que la plupart étaient vétustes (armatures détériorées) ou très sales. A cause de cela, une grande partie de l'éclairage est bloquée par la saleté.

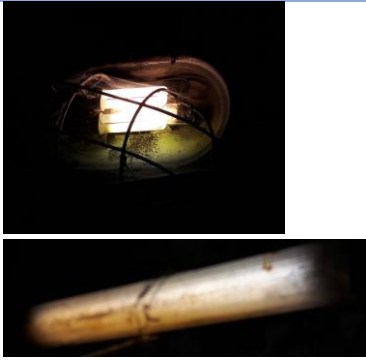
	Résultats	Illustration
Superficie de l'échantillon	19 m ²	
Superficie totale	228 m ²	
Eclairage à atteindre	75 Lux	
Eclairage mesuré	55 Lux	
Type de luminaire	Plusieurs types	
Quantité de luminaires	18	
Puissance totale de la zone échantillon	84 W	
Puissance totale	756 W	
Puissance installée [W/m ²]	3,32 W/m ²	
Puissance installée [W/m ² .100 lux]	6,04 W/m ² .100 lux	

Tableau 13 : Eclairage - Cage escalier parking

2.6.1.3. Halls d'entrée

2.6.1.4. Couloirs

Les couloirs sont équipés de luminaires LED performants, ceux-ci fonctionnent via des détecteurs de présence.

	Résultats	Illustration
Superficie de l'échantillon	14 m ²	
Superficie totale	546 m ²	
Eclairage à atteindre	100 lux	
Eclairage mesuré	56 Lux	
Type de luminaire	LED Steinel RS 160	
Quantité de luminaires	39	
Puissance totale de la zone échantillon	9 W	
Puissance totale	351 W	
Puissance installée [W/m ²]	0,64 W/m ²	
Puissance installée [W/m ² .100 lux]	1,14 W/m ² .100 lux	

Tableau 14 : Eclairage - Couloirs



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.6.1.5. Ascenseurs

L'éclairage dans les ascenseurs se fait via 4 lampes Leds. Elles sont performantes et ne demandent pas de modifications.

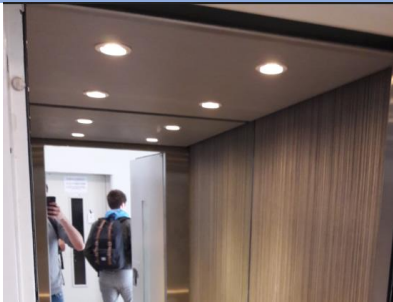
	Résultats	Illustration
Superficie de l'échantillon	1,5 m ²	
Superficie totale	9 m ²	
Eclairement à atteindre	75 Lux	
Eclairement mesuré	- Lux	
Type de luminaire	Leds	
Quantité de luminaires	4 par ascenseur	
Puissance totale de la zone échantillon	16 W	
Puissance totale	96 W	
Puissance installée [W/m ²]	10,67 W/m ²	
Puissance installée [W/m ² .100 lux]	- W/m ² .100 lux	

Tableau 15 : Eclairage - Ascenseurs

2.6.2. Régulation

Les couloirs sont pourvus de détecteurs de présence.

L'éclairage des parkings reste allumé 24h/24.

2.6.3. Mesures et constatations

L'éclairage est vétuste dans les communs de l'immeuble excepté dans les couloirs et les ascenseurs où il vient d'être rénové. Une rénovation de l'éclairage du parking et des cages d'escalier y attenant est à prévoir. De plus, l'éclairage de ces parkings et cage d'escalier fonctionne en permanence.

2.6.4. Constatations et conseils concernant le système d'éclairage

	Constatations	Conseils
17.	L'éclairage des parkings et de ses cages d'escalier est vétuste	Remplacer les luminaires existants par de nouvelles technologies Leds
18.	L'éclairage des parkings et des cages d'escalier reste allumé en permanence	Ajouter des détecteurs de présence pour commander l'éclairage



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

2.7. Autres postes consommateurs d'électricité

2.7.1. Ascenseurs

L'immeuble est équipé de 6 ascenseurs. Ceux-ci datent de l'époque de construction du bâtiment (1956).

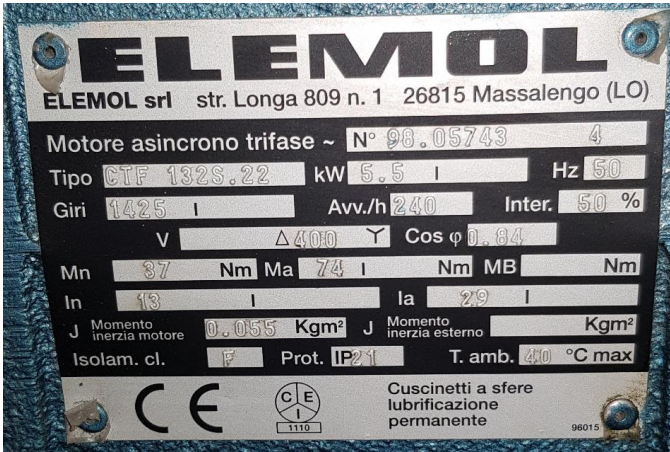


Figure 23 : Fiche signalétique ascenseur

2.7.2. Mesures et constatations

Les ascenseurs datent de l'époque de construction du bâtiment (1956). Ceux-ci sont bien entretenus.

2.7.3. Constatations et conseils concernant les autres postes consommateurs d'électricité

	Constatations	Conseils
19.	-	-



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

3. HISTORIQUE DE CONSOMMATION ET EMISSIONS DE CO2

3.1. Données disponibles

Toutes les données de consommation de gaz et d'électricité proviennent des factures de mazout entre 2013 et 2017.

3.1.1. Evolution de la consommation annuelle de mazout

Pour pouvoir comparer les années où l'hiver est rude à celles où l'hiver est plus doux, nous corrigeons la consommation de combustible liée au chauffage des bâtiments au moyen des degrés-jour 16,5. La figure ci-dessous reprend la consommation du bâtiment pour les années 2014 à 2017, ainsi que la consommation corrigée.

La part corrigée de la consommation est de 70%.

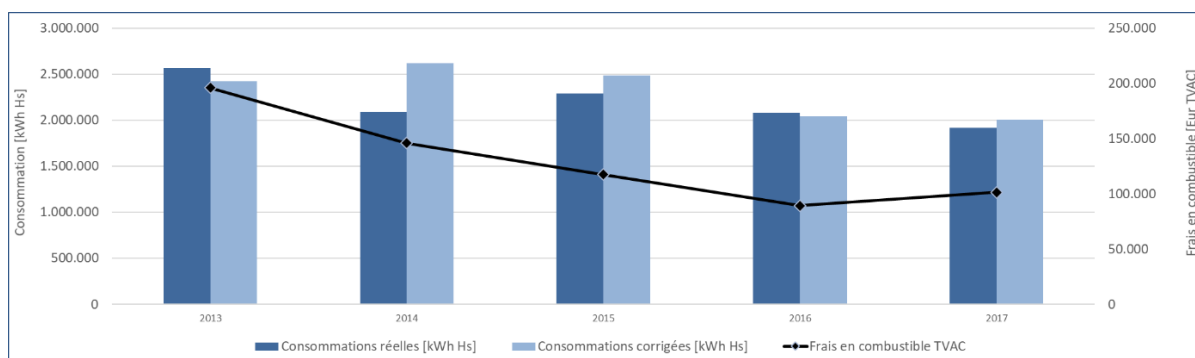


Figure 24 : Evolution de la consommation de combustible

Le tableau ci-dessous reprend les différentes données de consommation en mazout, nécessaires à la réalisation du graphique.

Consommations annuelles de combustibles	2013	2014	2015	2016	2017
Consommations réelles [kWh Hs]	2 569 716	2 087 498	2 291 624	2 081 326	1 918 572
Consommations réelles [kWh Hi]	2 312 745	1 878 748	2 062 462	1 873 194	1 726 715
Degrés Jours Equivalents - Période des relevés	2 538	1 833	2 116	2 330	2 157
Degrés Jours Normaux Equivalents	2 363	2 363	2 302	2 302	2 302
Coefficient DJ/année de référence	1,07	0,78	0,92	1,01	0,94
Part des consommations à corriger	70%	70%	70%	70%	70%
Consommations corrigées [kWh Hs]	2 445 968	2 509 730	2 432 103	2 063 430	2 008 350
Consommations corrigées [kWh Hi]	2 201 371	2 258 757	2 188 893	1 857 087	1 807 515
Frais en combustible TVAC	195 966	145 839	117 407	89 279	101 231
Coût TVAC/kWh Hs	0,076 €	0,070 €	0,051 €	0,043 €	0,053 €

Tableau 16 : Consommations de combustible du bâtiment



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

3.1.2. Evolution de la consommation mensuelle de mazout

La consommation mensuelle de combustible n'est pas disponible

3.1.3. Signature énergétique du bâtiment

La signature énergétique n'est pas disponible

3.1.4. Répartition de la consommation de mazout

Sur base de l'évaluation des performances de l'enveloppe nous avons simulé la consommation en gaz du bâtiment ainsi que la répartition des pertes. Les hypothèses de base pour le calcul sont les suivantes :

- Le volume protégé net total est estimé à environ 44.803 m³ (nets).
- L'étanchéité à l'air du bâtiment est estimée à 3 volumes par heure sous n50 (valeur estimée sur base de statistiques il est impossible d'obtenir un chiffre précis sans mesure complexe). Le taux de renouvellement d'air moyen par infiltrations réel estimé est de 0,20 vol/heure (soit 1/15 de la valeur n50 ce qui correspond également aux statistiques pour les bâtiments exposés aux vents).
- Il n'y a pas de ventilation mécanique dans l'immeuble.
- Le rendement de l'installation de production de chaleur est estimé à 0,78 (rendement Hs).
- La température intérieure moyenne est estimée à 21°C et nous avons tenu compte d'un ralenti nocturne assez faible.

Pour réaliser ces estimations, il est nécessaire de prendre un nombre important d'hypothèses rendant la marge d'erreur très importante ; néanmoins, le résultat global est certainement représentatif.

INFILTRATIONS - AIR NEUF	150.406 kWh Hs
VENTILATION MECANIQUE - AIR NEUF	0 kWh Hs
MURS	943.209 kWh Hs
CHASSIS	670.863 kWh Hs
TOITURES	105.424 kWh Hs
SOL	29.346 kWh Hs
ECS : Production d'eau chaude	203.670 kWh Hs
ECS : Distribution d'eau chaude	203.670 kWh Hs
CHAUFFAGE - PRODUCTION	364.282 kWh Hs
CHAUFFAGE - Distribution Hors VP	149.174 kWh Hs
GAINS INTERNES ET EXTERNES	-814.850 kWh Hs
TOTAL	2.005.195 kWh Hs

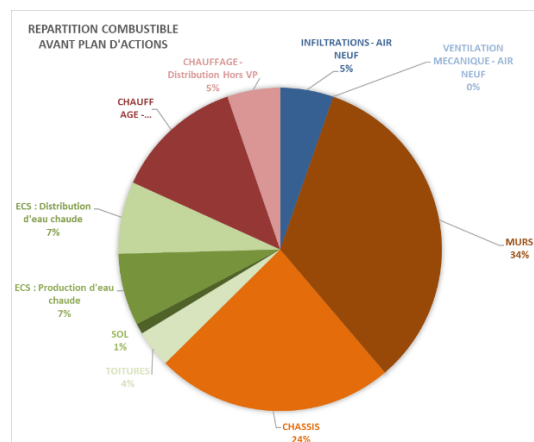


Figure 25 : Répartition de la consommation en combustible

La consommation théorique estimée est légèrement supérieure à la consommation réelle, l'enveloppe représente plus de la moitié de la consommation de combustible, notamment via les murs. Environ 5% représentent l'air neuf soit via des infiltrations, soit via l'ouverture des fenêtres, soit via la ventilation naturelle grâce au système de cheminée. Il y a environ 25% de pertes dans l'installation de chauffage, notamment via le rendement peu performant des chaudières et les tuyauteries de distribution (ou accessoires non isolés). L'eau chaude sanitaire ne représenterait que 15% (basé sur un rendement théorique, la valeur est peu fiable en l'absence d'un compteur de chaleur).

A noter que nous avons tenu compte qu'une partie des pertes de la distribution de chauffage et qu'une partie des pertes de l'eau chaude sanitaire servait à chauffer indirectement le bâtiment. Ces valeurs sont reprises dans les gains internes, c'est pourquoi les gains internes sont si élevés.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

3.1.5. Rendement annuel de la production de chauffage

AGRBC du 3/06/2010 [...]

Art 19. e) Le calcul du rendement annuel de la production de chauffage;

L'installation d'un compteur intégrateur de chaleur est obligatoire de par la réglementation PEB chauffage, ce compteur permet d'analyser l'évolution du rendement de production de chaleur des chaudières.

Ce compteur est absent.

Rendement annuel de la production de chauffage	pas de compteur intégrateur
---	------------------------------------

Tableau 17 : Rendement de la production de chauffage

3.1.6. Consommation spécifique

AGRBC du 3/06/2010 [...]

Art 19. c) Le calcul de la consommation annuelle de chauffage rapportée à la superficie chauffée ou de tout autre indicateur pertinent

Art 19. d) Le calcul des émissions annuelles de CO₂ à attribuer au système de chauffage à l'aide des taux d'émission définis dans l'Arrêté ministériel du 24 juillet 2008 déterminant les hypothèses énergétiques à prendre en considération lors des études de faisabilité technico-économique;

Art 19. e) Le calcul du rendement annuel de la production de chauffage;

Art 19. f) L'interprétation des éléments précédents en comparaison avec les résultats des années antérieures et avec les moyennes pour des bâtiments similaires

Pour évaluer la consommation globale du site, nous la comparons à des bâtiments de même type. Pour ce faire, nous divisons la consommation totale de mazout (utilisé pour le chauffage) par le nombre de m² chauffés du site.

Superficie plancher	15.701 m ²
Consommation annuelle corrigée (année de référence : 2017) (Hs)	2.003.675 kWh Hs
Consommation annuelle corrigée (année de référence : 2017) (Hi)	1.803.307 kWh Hi
Consommation surfacique annuelle corrigée (Hs)	127,62 kWh Hs/m ²
Consommation surfacique annuelle corrigée (Hi)	114,86 kWh Hi/m ²
Emission de CO₂	481,48 t CO ₂ /an

Tableau 18 : Indicateur comparatif consommation de combustible



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

3.2. Analyse des consommations électriques

Le présent chapitre analyse les consommations électriques du bâtiment, si les données sont disponibles il reprend également les différents éléments rendus obligatoires par la législation PEB chauffage et climatisation.

AGRBC du 03/06/2010 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage pour le bâtiment lors de leur installation et pendant leur exploitation

AGRBC du 15/11/2011 relatif à l'entretien et au contrôle des systèmes de climatisation et aux exigences PEB qui leur sont applicables lors de leur installation et pendant leur exploitation

3.2.1. Evolution de la consommation annuelle électrique

Le graphique ci-après reprend les consommations électriques du site pour les années 2016 et 2017.

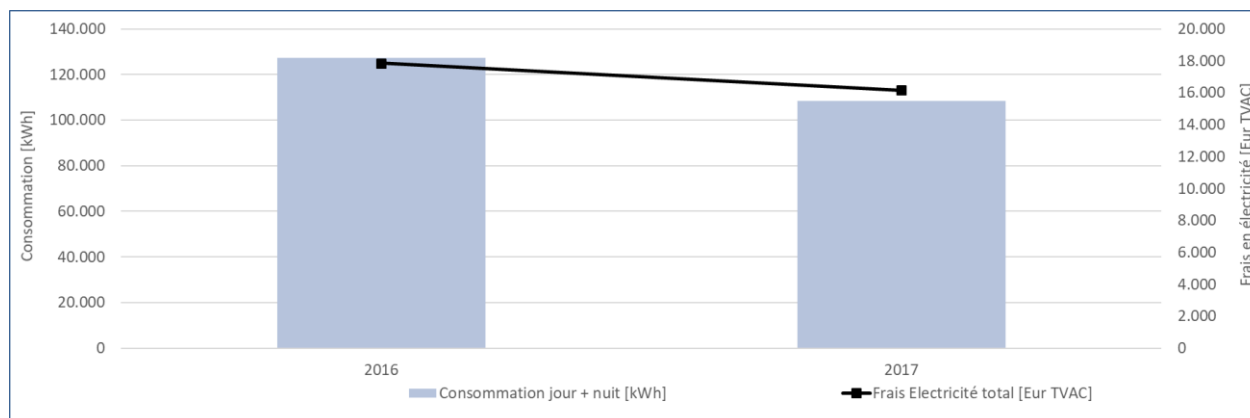


Figure 26 : Evolution de la consommation électrique

Année	2016	2017
Consommation jour + nuit [kWh]	127.443	108.564
Frais Electricité total [Eur TVAC]	17.851	16.153
Eur TVAC/kWh total	0,140	0,149

Tableau 19 : Evolution de la consommation électrique

Nous remarquons que la consommation électrique a diminué d'environ 10% entre 2016 et 2017. Cela peut s'expliquer par l'installation des nouvelles lampes Leds dans les halls d'entrée et couloirs des communs.



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

3.2.2. Evolution de la consommation mensuelle électrique

Le détail de la consommation mensuelle n'était pas disponible, notre étude s'est donc exclusivement basée sur les consommations annuelles.

3.2.3. Répartition des consommations annuelles électriques

La consommation globale d'électricité est répartie en différentes catégories d'utilisation, un indice de fiabilité du résultat est proposé pour chacune des catégories. Etant donné que nous nous sommes basés sur les factures de chaque compteur électrique pris séparément, la fiabilité est maximale.

Famille	Famille Principale	kWh / an	%total	Fiabilité	Méthode d'évaluation
Electricité BRA 80		4.804 kWh	4%	5 / 5	Facture des compteurs électriques
Electricité BRA 80A		5.827 kWh	5%	5 / 5	Facture des compteurs électriques
Electricité BRA 80B		6.027 kWh	5%	5 / 5	Facture des compteurs électriques
Elec parkings	Parkings	#####	23%	5 / 5	Facture des compteurs électriques
Elec Ascenseur BRA 80	Ascenseurs	5.163 kWh	4%	5 / 5	Facture des compteurs électriques
Ele Ascenseur BRA 80A	Ascenseurs	5.024 kWh	4%	5 / 5	Facture des compteurs électriques
Elec Ascenseur BRA 80B	Ascenseurs	5.054 kWh	4%	5 / 5	Facture des compteurs électriques
Electricité chaufferie	Chaufferie	#####	50%	5 / 5	Facture des compteurs électriques
Divers / Reste	DIVERS / RESTE	0 kWh	0%		
		#####			

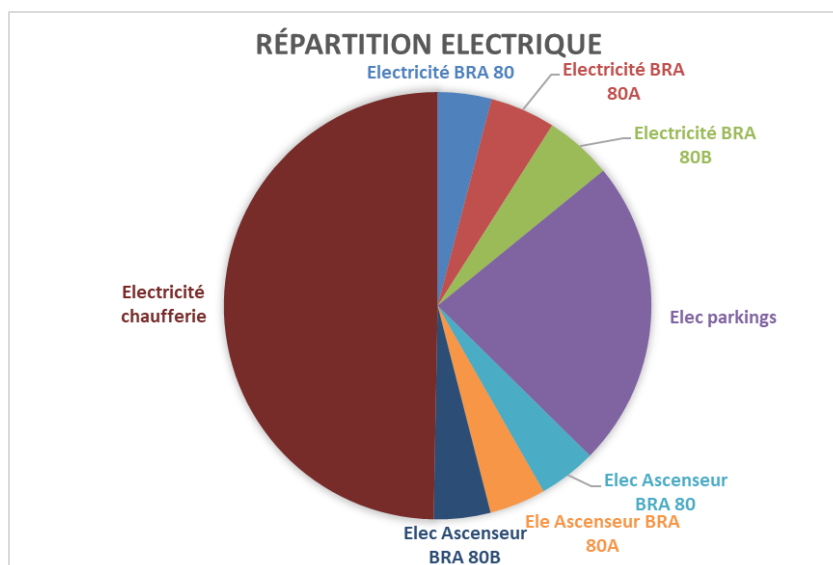


Figure 27 : Répartition de la consommation électrique

Nous remarquons que la moitié de la consommation électrique concerne la chaufferie, ce sont principalement les pompes du chauffage qui consomment cette énergie électrique. Les parkings représentent également une part non négligeable (23 %) de la consommation. Nous proposerons une mesure sur l'éclairage afin de diminuer cette consommation de manière significative.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

3.2.4. Consommation spécifique d'électricité

Pour évaluer la consommation électrique du bâtiment, nous la comparons à des bâtiments de même affectation. Pour ce faire ; nous divisons la consommation électrique totale par le nombre de m² chauffés.

Superficie plancher	15.701 m ²
Consommation annuelle corrigée (Moyenne des 2 dernières années)	118.004 kWh
Consommation surfacique annuelle	7,52 kWh/m ²
Emission de CO2	43,31 t CO2/an

Tableau 20 : Indicateur consommation d'électricité

3.3. Constatations et conseils concernant les données de consommations

	Constatations	Conseils
20.	Les murs représentent une grande partie des déperditions thermiques	Isoler les murs afin de diminuer les déperditions thermiques par ces parois
21.	50% de la consommation électrique est destinée à la chaufferie	Rénover la chaufferie afin de diminuer les consommations en combustible et en électricité (circulateurs, régulation, ...)

Constatations & Conseils 4 : Consommations énergétiques



4. Identification des Mesures d'amélioration

4.1. Méthodologie pour les mesures d'amélioration

Un tableau résumé accompagne chacune des mesures, il comprend les différents éléments suivants :

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi		[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs		[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité		[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi		[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO ₂		[t eq-CO ₂ /an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie		[€/an]
Coût de l'investissement		[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*		[Ans]
Primes et avantages fiscaux		[€]
Temps de retour simple avec primes et avantages fiscaux		[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)		[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)		%
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)		%
Temps de retour minimal compte-tenu de l'incertitude		-
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	Oui / Non	

Tableau 21: Exemple de tableau de mesure

Outre le nom de la mesure, les économies d'énergie sont scindées entre l'économie de combustible (Hi et Hs) et l'économie d'électricité (kWh_{el}). L'économie totale en énergie primaire est ensuite calculée ainsi que les économies équivalentes en t-éq CO₂. Le gain financier est basé sur les coûts de l'énergie présenté en début de rapport.

Le coût d'exploitation est considéré s'il est différent de celui de l'installation remplacée. Par exemple, pour le remplacement d'une chaudière par une chaudière plus efficace, il ne faut pas le considérer. Par contre, si les coûts de maintenance sont différents (exemple pour une cogénération), ils sont en compte.

- Rentabilité

Le temps de retour simple (TRS) est le rapport exprimé en année entre le montant brut d'un investissement exprimé en euro (€) HTVA (ou TVAC pour les exploitants non assujettis) et le montant du gain énergétique annuel exprimé en euro (€), engendré par cet investissement.

L'investissement est comptabilisé en ne tenant pas compte des incitants financiers (les primes, aides à l'investissement, déductions fiscales, ...), par contre si des coûts d'étude sont nécessaires, ils sont à intégrés dans le coût de la mesure

Le gain énergétique est calculé en tenant compte de l'ensemble des économies provoquées par l'investissement (énergie, matière, maintenance...) en excluant les primes, incitants financiers, certificats verts (sauf pour les mesures d'énergie renouvelables).

Le temps de retour simple (TRS) tenant compte des primes et avantages fiscaux est également calculé à titre informatif.

- Fiabilité

Chacune des améliorations identifiées est évaluée qualitativement avec une marge d'erreur exprimé en % (pour le budget et l'économie d'énergie).

- Temps de retour minimal compte-tenu de l'incertitude

Etant donné l'incertitude sur l'économie d'énergie et le budget de la mesure, le temps de retour dit « minimal » est calculé comme suit :



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

Le coût de la mesure est diminué de l'incertitude

Le temps de retour est majoré de l'incertitude

Exemple :

Pour une mesure dont l'économie est de 4.000 kWh (= 200€ / an) avec une incertitude de 20% et un coût de 1500€ avec une incertitude de 50%. Le temps de retour calculé est de 7,5 ans.

Le temps de retour minimal est alors calculé comme suit :

$$TRS_{min} = \frac{1.500€ - 50\%}{200€ + 20\%} = \frac{750 €}{240 €} = 3,1 \text{ an}$$

Dans ce cas-ci, compte-tenu de l'incertitude le temps de retour pourrait être inférieur à 5 années.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2. Mesures proposées

4.2.1. Sensibilisation des occupants

Les habitants ont un rôle actif à jouer au niveau de la consommation d'énergie du bâtiment :

- Fonctionnement des vannes thermostatiques



Figure 28 : Vannes thermostatiques

Les vannes thermostatiques définissent une plage de température que vous voulez obtenir dans la pièce. Par exemple, une vanne thermostatique réglée sur « 5 » signifie qu'on désire atteindre 25-30°C. En réalité, une vanne thermostatique doit être réglée sur 2 ou 3 (entre 19 et 22°C). Si la température de confort n'est pas atteinte il est inutile de mettre la vanne sur 5. Il faut trouver la raison du problème car bien souvent en mettant la vanne sur 5 lorsque la température de consigne sera atteinte le radiateur continuera de chauffer inutilement la pièce. Il fera alors trop chaud dans celle-ci.

- Eclairage

Les couloirs communs sont équipés de détecteurs de présence, ceux-ci s'éteignent dès qu'il n'y a plus personne dans ces couloirs. Nous ne pouvons qu'encourager ce type d'installation. Il est utile de sensibiliser les occupants à éteindre les lampes chez eux lorsqu'une pièce est inoccupée, cela allègera leurs factures électriques et permettra de faire des économies d'énergie.

Mesure : Action de sensibilisation des occupants
--

Réglage des vannes thermostatiques

Extinction de l'éclairage

Mesure 1 : Campagne de sensibilisation

Le temps de retour est difficile à estimer et n'a donc pas été calculé dans ce cas.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.2. Installation de compteurs

Il existe différentes réglementations sur la performance énergétique des bâtiments à Bruxelles, nous évaluons la conformité du bâtiment par rapport à ces différentes réglementations et proposons des mesures dans le cas où les obligations ne sont pas respectées.

A Bruxelles la législation PEB (Performance Énergétique des Bâtiments) est divisée en trois volets :

1. PEB Travaux : lorsque l'on demande un permis d'urbanisme

En ce qui concerne la PEB travaux, elle ne concerne que les projets de construction ou rénovation liée à un permis d'urbanisme et sort donc du cadre de ce rapport.

2. PEB Certification : Pour louer ou vendre bâtiment à Bruxelles (certification tertiaire) ou lorsque l'on occupe un bâtiment « public » (certification bâtiment public)

3. PEB Chauffage et Climatisation : Pour les installations de chauffage et de climatisation

C'est le volet le plus important qui vous concerne : la **législation climatisation et chauffage PEB** pour lesquelles une série de points ne sont pas en ordre

AGBC du 3/06/2010 Arrêté du Gouvernement de Bruxelles-Capitale du 3 juin 2010 relatif aux exigences applicables aux systèmes de chauffage pour le bâtiment lors de leur installation et pendant leur période d'exploitation

AGRBC du 15/12/2011 relatif à l'entretien et au contrôle des systèmes de climatisation et aux exigences PEB qui leur sont applicables lors de leur installation et pendant leur exploitation

AGRBC du 19 janvier 2012 modifiant l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 3 juin 2010 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage pour le bâtiment lors de leur installation et pendant leur exploitation

Circulaire du 24 janvier 2013 sur l'application de certaines dispositions de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 3 juin 2010 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage pour le bâtiment lors de leur installation et pendant leur exploitation

Arrêté ministériel du 21/03/14 déterminant les prescriptions relatives à l'entretien minimal des systèmes de climatisation dans le cadre de la réglementation relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments (.pdf)

Arrêté ministériel du 21/03/14 déterminant le contenu minimal d'un carnet de bord

Pour établir ces rapports de comptabilité énergétique, la législation prévoit l'**obligation d'installations de compteurs d'énergie**. Cette mesure n'entraîne pas d'économie d'énergie mais permet de mettre en ordre les installations par rapport à la réglementation en vigueur et de générer indirectement des économies grâce à un suivi plus approfondi des consommations.

Le placement de compteurs est le point de départ d'une comptabilité énergétique, la réglementation impose l'installation de compteurs sur le chauffage, la climatisation et la ventilation en fonction de la puissance des différentes installations.

Comptage sur la production de chaleur

Pour le chauffage, un compteur doit comptabiliser spécifiquement le combustible à destination de la chaufferie. Le compteur du fournisseur de gaz par exemple peut convenir pour autant qu'il n'y ait pas d'autres consommateurs de gaz dans le bâtiment (cuisine, ...).

Lorsque que la somme des puissances des chaudières est supérieure à 500 kW, l'installation d'un deuxième compteur est obligatoire. Il est placé sur le réseau hydraulique et comptabilise l'énergie utile transmise par l'ensemble des chaudières au réseau de distribution de chaleur.

Si les chaudières distribuent leur chaleur dans plusieurs bâtiments, il est également imposé d'installer au moins autant de compteurs d'énergie que de bâtiments desservis.



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Il est également imposé que les compteurs placés après le 01/01/2011 soient équipés d'un dispositif permettant un relevé automatique, localement ou à distance.

Comptage sur la production d'eau glacée

Pour la climatisation il est obligatoire de placer un compteur électrique sur l'alimentation de la ou des machines frigorifiques (pour des puissances supérieures à 12kW thermiques).

Lorsque la somme des puissances (thermiques) des machines frigorifiques dépasse les 500kW, l'installation d'un deuxième compteur est obligatoire. Il est placé sur le réseau hydraulique et comptabilise l'énergie utile transmise par l'ensemble des machines frigorifiques à ce réseau de distribution.

Comptage sur la ventilation

Les alimentations électriques des moteurs de ventilation d'extraction ou de pulsion participant au chauffage ou climatisation de l'immeuble et d'un débit de conception supérieur ou égal à 10.000 m³/h doivent être équipées d'un compteur.

PEB	Obligation ?	Nombre	Prix unitaire (htva)	Prix total (htva)
Chauffage-				
Compteur combustible	En ordre			
Compteur énergie eau de chauffage	oui	1	6.000 €	6.000 €
Climatisation				
Compteur électrique machine frigo	Pas d'application			
Compteur énergie eau glacée	Pas d'application			
Ventilation				
Compteur électrique GP/GE	Pas d'application			
TOTAL COMPTAGE				7260 € (TVAC)

Mesure 2 : Installation de compteurs



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.3. Rapport annuel de comptabilité énergétique

Une comptabilité énergétique est la première mesure à mettre en place pour réaliser des économies dans un bâtiment. C'est pour cette raison que cette comptabilité est rendue obligatoire.

Eau

C'est au général au niveau de l'eau que l'on constate des consommations importantes qui ne sont pas décelées dans les bâtiments. Une simple chasse d'eau ou un robinet qui fuit, un robinet laissé ouvert pendant une période d'absence, et ce sont très rapidement de nombreux euros qui partent à l'égout.

Un relevé mensuel des compteurs d'eau permettrait le suivi années après années et la détection des dérives, il n'y a cependant aucune obligation en la matière actuellement.

Combustible

Le suivi énergétique des consommations de combustible est obligatoire à Bruxelles de par la législation PEB. Pour les chaufferies de plus de 500 kW, il faut réaliser un suivi mensuel de l'installation. Il est également demandé de corriger la consommation en fonction du climat et de réaliser un graphique de comparaison avec le secteur. Vous trouverez l'ensemble des informations sur cette législation sur le site de Bruxelles Environnement.

Le coût d'une comptabilité énergétique (détaillée) réalisée par un expert indépendant est estimé à 800 € par an.

Obligations	mensuel/annuel (simplifié ou détaillé)	Prix (htva)
Rapport de comptabilité énergétique chauffage	relevé mensuel (rapport détaillé)	800 €
TOTAL		968 € (TVAC)

Mesure 3 : Rapport de comptabilité énergétique



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.4. Carnet de bord

Le carnet de bord est la base documentaire de référence des systèmes de chauffage et de climatisation. Il doit être accessible à tous les professionnels qui interviennent sur les installations techniques et donc présent dans les locaux techniques ou à proximité. Ils reprennent l'ensemble des informations utiles sur le fonctionnement et le suivi des installations. Le responsable des installations techniques veille à ce que le carnet de bord soit tenu à jour par les différents professionnels qui interviennent sur les systèmes de chauffage et de climatisation lors de leur installation et pendant leur exploitation.

Un carnet de bord chauffage doit contenir au minimum :

- Une notice de montage, d'utilisation (y compris de la paramétrisation) et d'entretien de l'installation
- La feuille de route
- Les attestations de contrôle périodique et de réception
- Une note de dimensionnement
- Un rapport de diagnostic de type 2
- Le rapport de comptabilité énergétique conforme

Le coût est normalement inclus dans le contrat d'entretien/maintenance du site et des équipements, dans le cas où ce n'est pas le cas un budget d'un jour de travail d'un expert indépendant pour aider les différents intervenants à fournir les documents nécessaires soit 800€.

Obligations	Conformité ?	Prix total (htva)
Carnet de bord de l'installation de chauffage	Absent	800 €
TOTAL		968 € (TVAC)

Mesure 4 : Carnet de bord chauffage



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.5. Diagnostic de l'installation de chauffage

La réglementation PEB Chauffage impose également la réalisation d'un diagnostic de l'installation de chauffage, par un acteur agréé) lorsqu'au moins une des chaudières atteint l'âge de 15 ans. Ce rapport de diagnostic propose des mesures d'amélioration à l'installation de chauffage, mais n'est pas contraignant.

Le coût du contrôle périodique est estimé à 3 jours de travail d'un ingénieur spécialisé (agréé conseiller chauffage PEB) soit environ 2.400 €.

Obligations	Conformité ?	Prix total (htva)
Contrôle périodique de l'installation de chauffage	A réaliser en 2018-2020	3.500 €

Mesure 5 : Diagnostic de l'installation de chauffage



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.6. Enveloppe, isolation de la toiture inclinée

Les toitures inclinées qui se situent dans les combles du dernier étage sont très faiblement isolées vu l'époque de construction du bâtiment.



Figure 29 : Toiture non isolée

Lors de la prochaine réfection de toiture, nous conseillons d'y ajouter une quinzaine de cm au minimum pour respecter les valeurs les plus récentes imposées par la PEB, lors d'une nouvelle construction ou d'une rénovation soumise à permis d'urbanisme. Il est également possible de placer l'isolant à même le sol vu que nous sommes dans les combles.



Figure 30 : Isolation des combles (sources : www.isolationtoiture-expert.be).

Hypothèses :

- Déperditions U de la toiture avant rénovation = $1 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Déperditions U de la toiture après rénovation = $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ce qui correspond à une isolation très performante mais avec quelques ponts thermiques résiduels. L'épaisseur de l'isolant mis en œuvre sera de 15 à 20 cm dans le cas des isolants courants (polyuréthane, etc ...) mais pourra largement dépasser les 20cm pour d'autres types d'isolants tels que certains isolants écologiques qui permettent de bénéficier d'une prime plus importante.
- Surface à isoler : 441 m^2 .
- Durée de chauffe : 4.800 h/an.
- Température extérieure hivernale moyenne : 7°C .
- Température intérieure moyenne du bâtiment : 20°C
- Rendement global de l'installation de chauffage : 77 %



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

L'économie d'énergie :

Le calcul est réalisé est calculée via la formule suivante (source : energieplus-lesite.be) :

$$(\Delta U) * S * (\Delta T) * d / \eta$$

- ΔU est la différence entre les déperditions avant et après rénovation.
- S est la surface d'isolation de la toiture.
- ΔT entre les températures moyennes intérieures et extérieures.
- d est la durée de la saison chauffe.
- η est le rendement de production de l'installation de chauffe.

L'économie d'énergie est estimée à :

$$(1 - 0,3) \text{ W/m}^2\text{K} * 441 \text{ m}^2 * (20 - 7) \text{ }^\circ\text{C} * 4800 \text{ h/an} / 77\% = 23.163 \text{ kWh}$$

Le calcul ci-dessus ne tient pas compte des gains internes de l'immeuble, cet apport en énergie diminue avec une rénovation de l'isolation car la saison de chauffe diminue également. En effet, si le bâtiment est mieux isolé, la période durant laquelle il faut le chauffer durant l'année diminue. Donc les gains internes (solaires, pertes par distribution, ...) seront utiles durant une plus courte période que précédemment car ceux-ci ne sont récupérés que pendant la durée de la saison de chauffe.

Pour cette mesure, nous avons estimé l'économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs à 25.929 kWh.

Coût :

Nous estimons le prix à 75 €/m² pour de tels travaux. Avec une surface à isoler de 441 m², le budget est évalué à 33.075 euros pour les travaux auxquels d'autres frais se rajoutent tels que présenté dans le tableau ci-dessous. Nous estimons le budget total à 43.797 €.

Poste	Coût Unitaire	Unités	TVA	Coût Total (tvac)
Travaux	75 €	441	6%	35.060 €
Architecture (+PEB)	0%	33.075		0 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	0	0	0	0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	5,3%	33.075	21%	2.121 €
TOTAL				37.181 €



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Aides financières :

Une prime de 40 €/m² de Bruxelles Environnement est disponible dès que les déperditions de la toiture sont inférieures à 0,24 W/m²K.

Notons qu'il est également possible d'obtenir des surprimes. Il existe une prime à la rénovation à Bruxelles qui peuvent aller jusqu'à 20 €/m² à condition de respecter certaines conditions ;

- Le propriétaire doit habiter dans l'appartement dès la fin des travaux et y rester domicilié durant au moins 5 ans.
- L'immeuble doit avoir été construit avant 1988.
- Les travaux de rénovation ne peuvent être entamés avant d'avoir reçu une autorisation écrite de la Direction de la Rénovation urbaine.
- Les travaux devront être réalisés par un entrepreneur agréé.
- Le propriétaire non occupant peut demander une prime seulement quand il existe une convention avec une Agence immobilière Sociale qui s'occupe de la location du bien.
- Il existe également un plafond pour les travaux;
 - o Si le demandeur à un revenu annuel inférieur à 35 782,80€ ,70% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel compris entre 35 782,80€ et 71 565,60 €, 30% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel supérieur à 71 565,60€, la prime à la rénovation ne lui sera pas accordée.

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	23 388	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	25 929	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	0	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	23 388	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	4,72	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	1 374	[€/an]
Coût de l'investissement	37 181	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	27,1	[Ans]
Prime IBGE	17 640	[€]
Prime à la rénovation	8 820	[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	14,2	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	7,8	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	30%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	30%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	50,25	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	oui, architecte	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	

Mesure 6 : Rénovation des toitures inclinées

Malgré les différentes primes, le temps de retour sur investissement est d'environ 15 ans. Dans le cadre d'un audit classique, cette mesure ne serait pas obligatoire à mettre en œuvre.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.7. Enveloppe, isolation de la toiture plate

Les toitures plates qui servent de terrasses ne sont pas isolée ou très faiblement isolées vu l'époque de construction du bâtiment.

Figure 31 : Toiture non isolée

Lors de la prochaine réfection de toiture, nous conseillons d'y ajouter une quinzaine de cm au minimum pour respecter les valeurs les plus récentes imposées par la PEB, lors d'une nouvelle construction ou d'une rénovation soumise a permis d'urbanisme.



Figure 32 : Rénovation de la toiture plate (sources : habitos.be et www.naturebois.com).

Hypothèses :

- Déperditions U de la toiture avant rénovation = $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Déperditions U de la toiture après rénovation = $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ce qui correspond à un niveau d'isolation utilisé dans les bâtiments passifs. L'épaisseur de l'isolant mis en œuvre sera de 15 à 20 cm dans le cas des isolants courants (polyuréthane, etc ...) mais pourra largement dépasser les 20cm pour d'autres types d'isolants tels que certains isolants écologiques qui permettent de bénéficier d'une prime plus importante.
- Surface à isoler : 745 m^2 .
- Durée de chauffe : 4.800 h/an.
- Température extérieure hivernale moyenne : 7°C .
- Température intérieure moyenne du bâtiment : 20°C
- Rendement global de l'installation de chauffage : 77 %



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

L'économie d'énergie :

Le calcul est réalisé est calculée via la formule suivante (source : energieplus-lesite.be) :

$$(\Delta U) * S * (\Delta T) * d / \eta$$

- ΔU est la différence entre les déperditions avant et après rénovation.
- S est la surface d'isolation de la toiture.
- ΔT entre les températures moyennes intérieures et extérieures.
- d est la durée de la saison chauffe.
- η est le rendement global de l'installation de chauffe.

L'économie d'énergie est estimée à :

$$(1,2 - 0,3) \text{ W/m}^2\text{K} * 745 \text{ m}^2 * (20 - 7) ^\circ\text{C} * 4800 \text{ h/an} / 87\% = 48.091 \text{ kWh}$$

Le calcul ci-dessus ne tient pas compte des gains internes de l'immeuble, cet apport en énergie diminue avec une rénovation de l'isolation car la saison de chauffe diminue également. En effet, si le bâtiment est mieux isolé, la période durant laquelle il faut le chauffer durant l'année diminue. Donc les gains internes (solaires, pertes par distribution, ...) seront utiles durant une plus courte période que précédemment car ceux-ci ne sont récupérés que pendant la durée de la saison de chauffe.

Pour cette mesure, nous avons estimé l'économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs à 45.960 kWh.

Coût :

Nous estimons le prix à 125 €/m² pour de tels travaux. Avec une surface à isoler de 745 m², le budget est évalué à 93.125 euros pour les travaux auxquels d'autres frais se rajoutent tels que présenté dans le tableau ci-dessous. Nous estimons le budget total à 111.628 €.

Poste	Coût Unitaire	Unités	TVA	Coût Total (tvac)
Travaux	125 €	745	6%	98.713 €
Architecture (+PEB)	10%	93.125	21%	11.268 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	0		0	0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	4,5%	93.125	21%	5.071 €
TOTAL				115.051 €



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Aides financières :

Une prime de 40 €/m² de Bruxelles Environnement est disponible dès que les déperditions de la toiture sont inférieures à 0,24 W/m²K.

Notons qu'il est également possible d'obtenir des surprimes. Il existe une prime à la rénovation à Bruxelles qui peuvent aller jusqu'à 20 €/m² à condition de respecter certaines conditions ;

- Le propriétaire doit habiter dans l'appartement dès la fin des travaux et y rester domicilié durant au moins 5 ans.
- L'immeuble doit avoir été construit avant 1988.
- Les travaux de rénovation ne peuvent être entamés avant d'avoir reçu une autorisation écrite de la Direction de la Rénovation urbaine.
- Les travaux devront être réalisés par un entrepreneur agréé.
- Le propriétaire non occupant peut demander une prime seulement quand il existe une convention avec une Agence immobilière Sociale qui s'occupe de la location du bien.
- Il existe également un plafond pour les travaux ;
 - o Si le demandeur à un revenu annuel inférieur à 35 782,80€ ,70% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel compris entre 35 782,80€ et 71 565,60 €, 30% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel supérieur à 71 565,60€, la prime à la rénovation ne lui sera pas accordée.

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	50 535	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	56 025	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	0	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	50 535	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	10,21	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	2 969	[€/an]
Coût de l'investissement	115 051	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	38,7	[Ans]
Prime IBGE	29 800	[€]
Prime à la rénovation	14 900	[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	28,7	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	23,7	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	20%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	30%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	62,96	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	oui, architecte	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	

Mesure 7 : Rénovation des toitures plates

Malgré les différentes primes, le temps de retour sur investissement est supérieur à 20 ans. Dans le cadre d'un audit classique, cette mesure ne serait pas obligatoire à mettre en œuvre.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.8. Enveloppe, isolation des murs niveau 1 à 12

Les murs des façades de l'immeuble ne sont pas isolés. Ceux-ci datent de l'année de construction (1956) et à cette époque-là, on ne se préoccupait pas ou peu de l'isolation.



Figure 33 : Mur non isolé

Lors de la prochaine réfection des façades, nous conseillons d'y ajouter une quinzaine de cm au minimum pour respecter les valeurs les plus récentes imposées par la PEB, lors d'une nouvelle construction ou d'une rénovation soumise à permis d'urbanisme.



Figure 34 : Rénovation des façades (sources : <http://www.immo-travaux.eu>).

Hypothèses :

- Déperditions U du mur avant rénovation = $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Déperditions U du mur après rénovation = $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ ce qui correspond à une isolation très performante mais avec quelques ponts thermiques résiduels. L'épaisseur de l'isolant mis en œuvre sera de 15 cm environ dans le cas des isolants courants (polyuréthane, etc ...) mais pourra largement dépasser les 20cm pour d'autres types d'isolants tels que certains isolants écologiques qui permettent de bénéficier d'une prime plus importante.
- Surface à isoler : 3.382 m^2 .
- Durée de chauffe : 4.800 h/an.
- Température extérieure hivernale moyenne : 7°C .
- Température intérieure moyenne du bâtiment : 20°C
- Rendement global de l'installation de chauffage : 77 %

L'économie d'énergie :



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Le calcul est réalisé est calculée via la formule suivante (source : energieplus-lesite.be) :

$$(\Delta U) \cdot S \cdot (\Delta T) \cdot d / \eta$$

- ΔU est la différence entre les déperditions avant et après rénovation.
- S est la surface d'isolation du mur.
- ΔT entre les températures moyennes intérieures et extérieures.
- d est la durée de la saison chauffe.
- η est le rendement global de l'installation de chauffe.

L'économie d'énergie est estimée à :

$$(2,5 - 0,35) \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 3.382 \text{ m}^2 \cdot (20 - 7) \text{ }^\circ\text{C} \cdot 4800 \text{ h/an} / 77\% = 588.528 \text{ kWh}$$

Le calcul ci-dessus ne tient pas compte des gains internes de l'immeuble, cet apport en énergie diminue avec une rénovation de l'isolation car la saison de chauffe diminue également. En effet, si le bâtiment est mieux isolé, la période durant laquelle il faut le chauffer durant l'année diminue. Donc les gains internes (solaires, pertes par distribution, ...) seront utiles durant une plus courte période que précédemment car ceux-ci ne sont récupérés que pendant la durée de la saison de chauffe.

Pour cette mesure, nous avons estimé l'économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs à 588.040 kWh.

Coût :

Nous estimons le prix à 150 €/m² pour de tels travaux. Avec une surface à isoler de 3.382 m², le budget est évalué à 507.300 euros. Auquel il faut ajouter les coûts du projet, architecture, etc tels que présenté dans le tableau ci-dessous.

Poste	Coût Unitaire	Unités	TVA	Coût Total (tvac)
Travaux	150 €	3382	6%	537.738 €
Architecture (+PEB)	10%	507.300	21%	61.383 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, Géomètre	0		0	0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	4,5%	507.300	21%	27.622 €
TOTAL				626.744 €



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Aides financières :

Une prime de 50 €/m² de Bruxelles Environnement est disponible dès que la résistance thermique du mur est supérieure à 3,5m².K/W.

Notons qu'il est également possible d'obtenir des surprimes. Il existe une prime à la rénovation à Bruxelles qui peuvent aller jusqu'à 20 €/m² à condition de respecter certaines conditions ;

- Le propriétaire doit habiter dans l'appartement dès la fin des travaux et y rester domicilié durant au moins 5 ans.
- L'immeuble doit avoir été construit avant 1988.
- Les travaux de rénovation ne peuvent être entamés avant d'avoir reçu une autorisation écrite de la Direction de la Rénovation urbaine.
- Les travaux devront être réalisés par un entrepreneur agréé.
- Le propriétaire non occupant peut demander une prime seulement quand il existe une convention avec une Agence immobilière Sociale qui s'occupe de la location du bien.
- Il existe également un plafond pour les travaux;
 - o Si le demandeur à un revenu annuel inférieur à 35 782,80€ ,70% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel compris entre 35 782,80€ et 71 565,60 €, 30% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel supérieur à 71 565,60€, la prime à la rénovation ne lui sera pas accordée.

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	530 412	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	588 040	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	0	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	530 412	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	107,14	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	31 166	[€/an]
Coût de l'investissement	626 744	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	20,1	[Ans]
Prime IBGE	169 100	[€]
Prime à la rénovation	67 640	[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	14,7	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	12,5	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	20%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	30%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	32,68	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	oui, architecte	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	

Mesure 8 : Rénovation de la façade

Malgré les différentes primes, le temps de retour sur investissement est d'environ 15 ans.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.9. Enveloppe, isolation des murs niveau -2 à 0

Les murs des façades de l'immeuble ne sont pas isolés. Ceux-ci datent de l'année de construction (1956) et à cette époque-là, on ne se préoccupait pas ou peu de l'isolation.

Figure 35 : Mur non isolé

Lors de la prochaine réfection des façades, nous conseillons d'y ajouter une quinzaine de cm au minimum pour respecter les valeurs les plus récentes imposées par la PEB, lors d'une nouvelle construction ou d'une rénovation soumise à permis d'urbanisme.



Figure 36 : Rénovation des façades (sources : <http://www.immo-travaux.eu>).

Hypothèses :

- Déperditions U du mur avant rénovation = 2,2 W/m²K.
- Déperditions U du mur après rénovation = 0,35 W/m²K ce qui correspond à une isolation très performante mais avec quelques ponts thermiques résiduels. L'épaisseur de l'isolant mis en œuvre sera de 15 à 20 cm dans le cas des isolants courants (polyuréthane, etc ...) mais pourra largement dépasser les 20cm pour d'autres types d'isolants tels que certains isolants écologiques qui permettent de bénéficier d'une prime plus importante.
- Surface à isoler : 1.438 m².
- Durée de chauffe : 4.800 h/an.
- Température extérieure hivernale moyenne : 7°C.
- Température intérieure moyenne du bâtiment : 15°C
- Rendement global de l'installation de chauffage : 77 %

L'économie d'énergie :

Le calcul est réalisé est calculée via la formule suivante (source : energieplus-lesite.be) :

$$(\Delta U) \cdot S \cdot (\Delta T) \cdot d / \eta$$

- ΔU est la différence entre les déperditions avant et après rénovation.
- S est la surface d'isolation du mur.
- ΔT entre les températures moyennes intérieures et extérieures.
- d est la durée de la saison chauffe.
- η est le rendement global de l'installation de chauffe.

L'économie d'énergie est estimée à :

$$(2,2 - 0,35) \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 1.438 \text{ m}^2 \cdot (15 - 7) ^\circ\text{C} \cdot 4800 \text{ h/an} / 77\% = 117.420 \text{ kWh}$$



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Le calcul ci-dessus ne tient pas compte des gains internes de l'immeuble, cet apport en énergie diminue avec une rénovation de l'isolation car la saison de chauffe diminue également. En effet, si le bâtiment est mieux isolé, la période durant laquelle il faut le chauffer durant l'année diminue. Donc les gains internes (solaires, pertes par distribution, ...) seront utiles durant une plus courte période que précédemment car ceux-ci ne sont récupérés que pendant la durée de la saison de chauffe.

Pour cette mesure, nous avons estimé l'économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs à 176.194 kWh.

Coût :

Nous estimons le prix à 150 €/m² pour de tels travaux. Avec une surface à isoler de 1.438 m², le budget est évalué à 215.700 euros. Auquel il faut ajouter les coûts du projet, architecture, etc tels que présenté dans le tableau ci-dessous.

Poste	Coût Unitaire	Unités	TVA	Coût Total (tvac)
Travaux	150 €	1438	6%	228.642 €
Architecture (+PEB)	10%	215.700 €	21%	26.100 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	0		0	0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	5%	215.700	21%	11.745 €
TOTAL				266.487 €

Aides financières :

Une prime de 50 €/m² de Bruxelles Environnement est disponible dès que la résistance thermique du mur est supérieure à 3,5m².K/W.

Notons qu'il est également possible d'obtenir des surprimes. Il existe une prime à la rénovation à Bruxelles qui peuvent aller jusqu'à 20 €/m² à condition de respecter certaines conditions ;

- Le propriétaire doit habiter dans l'appartement dès la fin des travaux et y rester domicilié durant au moins 5 ans.
- L'immeuble doit avoir été construit avant 1988.
- Les travaux de rénovation ne peuvent être entamés avant d'avoir reçu une autorisation écrite de la Direction de la Rénovation urbaine.
- Les travaux devront être réalisés par un entrepreneur agréé.
- Le propriétaire non occupant peut demander une prime seulement quand il existe une convention avec une Agence immobilière Sociale qui s'occupe de la location du bien.
- Il existe également un plafond pour les travaux;
 - o Si le demandeur à un revenu annuel inférieur à 35 782,80€ ,70% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel compris entre 35 782,80€ et 71 565,60 €, 30% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel supérieur à 71 565,60€, la prime à la rénovation ne lui sera pas accordée.

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	158 538	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	175 763	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	0	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	158 538	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	32,02	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	9 315	[€/an]
Coût de l'investissement	266 487	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	28,6	[Ans]



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

Prime IBGE	71 900	[€]
Prime à la rénovation	28 760	[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	20,9	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	17,8	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	30%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	30%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	53,13	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	oui, architecte	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	

Mesure 9 : Rénovation de la façade

Grace aux différentes primes, le mesure est rentable en 20 ans environ.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.10. Enveloppe, isolation des murs niveau -2 à 0 côté nord EANC

Une partie des murs du sous-sol donne sur le parking. Ce mur n'est pas isolé et il y a donc une légère déperdition thermique à cette endroit-là.



Figure 37 : Mur non isolé

Lors de la prochaine réfection des façades, nous conseillons d'y ajouter une quinzaine de cm au minimum pour respecter les valeurs les plus récentes imposées par la PEB, lors d'une nouvelle construction ou d'une rénovation soumise à permis d'urbanisme.



Figure 38 : Rénovation des façades (sources : <http://www.immo-travaux.eu>).

Hypothèses :

- Déperditions U du mur avant rénovation = $2 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Déperditions U du mur après rénovation = $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ ce qui correspond à un niveau d'isolation utilisé dans les bâtiments passifs. L'épaisseur de l'isolant mis en œuvre sera de 15 à 20 cm dans le cas des isolants courants (polyuréthane, etc ...) mais pourra largement dépasser les 20cm pour d'autres types d'isolants tels que certains isolants écologiques qui permettent de bénéficier d'une prime plus importante.
- Surface à isoler : 86 m^2 .
- Durée de chauffe : 4.800 h/an .
- Température extérieure hivernale moyenne : 10°C .
- Température intérieure moyenne du bâtiment : 15°C
- Rendement global de l'installation de chauffage : 77%



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

L'économie d'énergie :

Le calcul est réalisé est calculée via la formule suivante (source : énergieplus-lesite.be) :

$$(\Delta U) * S * (\Delta T) * d / \eta$$

- ΔU est la différence entre les déperditions avant et après rénovation.
- S est la surface d'isolation du mur.
- ΔT entre les températures moyennes intérieures et extérieures.
- d est la durée de la saison chauffe.
- η est le rendement global de l'installation de chauffe.

L'économie d'énergie est estimée à :

$$(2 - 0,24) \text{ W/m}^2\text{K} * 86 \text{ m}^2 * (15 - 10) ^\circ\text{C} * 4800 \text{ h/an} / 77\% = 4.175 \text{ kWh}$$

Le calcul ci-dessus ne tient pas compte des gains internes de l'immeuble, cet apport en énergie diminue avec une rénovation de l'isolation car la saison de chauffe diminue également. En effet, si le bâtiment est mieux isolé, la période durant laquelle il faut le chauffer durant l'année diminue. Donc les gains internes (solaires, pertes par distribution, ...) seront utiles durant une plus courte période que précédemment car ceux-ci ne sont récupérés que pendant la durée de la saison de chauffe.

Pour cette mesure, nous avons estimé l'économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs à 9.395 kWh.

Coût :

Nous estimons le prix à 125 €/m² pour de tels travaux. Avec une surface à isoler de 86 m², le budget est évalué à 10.750 euros. Auquel il faut ajouter les coûts du projet, architecture, etc tels que présenté dans le tableau ci-dessous.

Poste	Coût Unitaire	Unités	TVA	Coût Total (tvac)
Travaux	125 €	86	6%	11.395 €
Architecture (+PEB)	10%	10.750	21%	1.301 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	0		0	0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	4,5%	10.750	21%	585 €
TOTAL				13.281 €

Aides financières :

Une prime de 50 €/m² de Bruxelles Environnement est disponible dès que la résistance thermique du mur est supérieure à 3,5m².K/W.

Notons qu'il est également possible d'obtenir des surprimes. Il existe une prime à la rénovation à Bruxelles qui peuvent aller jusqu'à 20 €/m² à condition de respecter certaines conditions ;

- Le propriétaire doit habiter dans l'appartement dès la fin des travaux et y rester domicilié durant au moins 5 ans.
- L'immeuble doit avoir été construit avant 1988.
- Les travaux de rénovation ne peuvent être entamés avant d'avoir reçu une autorisation écrite de la Direction de la Rénovation urbaine.
- Les travaux devront être réalisés par un entrepreneur agréé.
- Le propriétaire non occupant peut demander une prime seulement quand il existe une convention avec une Agence immobilière Sociale qui s'occupe de la location du bien.
- Il existe également un plafond pour les travaux;
 - o Si le demandeur à un revenu annuel inférieur à 35 782,80€ ,70% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel compris entre 35 782,80€ et 71 565,60 €, 30% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel supérieur à 71 565,60€, la prime à la rénovation ne lui sera pas accordée.



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	8.474	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	9.395	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	0	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	8.474	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	1,71	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	498	[€/an]
Coût de l'investissement	13.281	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	26,7	[Ans]
Prime IBGE	4.300	[€]
Prime à la rénovation	1.720	[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	18,0	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	14,6	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	30%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	30%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	49,54	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	oui, architecte	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	

Mesure 10 : Rénovation des murs intérieurs dans les parkings

Malgré les différentes primes, le temps de retour sur investissement est supérieur à 15 ans. Dans le cadre d'un audit classique, cette mesure ne serait pas obligatoire à mettre en œuvre.

De plus, l'économie d'énergie est relativement faible vu la faible surface de déperditions. Il sera intéressant de rénover cette partie mais ce n'est pas une priorité par rapport aux autres économies.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.11. Remplacement du simple vitrage (sous-sol)

Une partie des châssis du sous-sol sont encore en simple vitrage.



Figure 39 : Remplacement des châssis SV du sous-sol

Nous conseillons dès lors de remplacer ces fenêtres par des fenêtres avec châssis performant et double vitrage à haut rendement.

Hypothèses :

- Déperditions au niveau des fenêtres avant remplacement : $U = 6 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Déperditions au niveau des fenêtres après remplacement : $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Surface des châssis et vitrages : 176 m^2 .
- Durée de chauffe : 4.800 h/an .
- Température extérieure hivernale moyenne : 7°C .
- Température intérieure moyenne du bâtiment : 15°C .
- Rendement de production de l'installation de chauffage : 77% .

L'économie d'énergie :

Le calcul de l'économie d'énergie est réalisé est calculée via la formule suivante (source : énergieplus-lesite.be) :

$$(\Delta U) * S * (\Delta T) * d / \eta$$

- ΔU est la différence entre les déperditions avant et après rénovation.
- S est la surface totale des fenêtres.
- ΔT entre les températures moyennes intérieures et extérieures.
- d est la durée de la saison chauffe.
- η est le rendement global de l'installation de chauffe.

L'économie d'énergie est estimée à :

$$(6 - 1,5) \text{ W/m}^2\text{K} * 176 \text{ m}^2 * (15 - 7) ^\circ\text{C} * 4800 \text{ h/an} / 77\% = 34.957 \text{ kWh}$$

Le calcul ci-dessus ne tient pas compte des gains internes de l'immeuble, cet apport en énergie diminue avec une rénovation de l'isolation car la saison de chauffe diminue également. En effet, si le bâtiment est mieux isolé, la période durant laquelle il faut le chauffer durant l'année diminue. Donc les gains internes (solaires, pertes par distribution, ...) seront utiles durant une plus courte période que précédemment car ceux-ci ne sont récupérés que pendant la durée de la saison de chauffe.

Pour cette mesure, nous avons estimé l'économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs à 34.957 kWh .



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Coût :

Nous estimons le prix à 500 €/m² pour de tels travaux, sur base d'offres similaires. Le budget est évalué à 88.000 euros. Auquel il faut ajouter les coûts du projet, architecture, etc tels que présenté dans le tableau ci-dessous.

Poste	Coût Unitaire	Unités		Coût Total (tvac)
Travaux	500 €	176,40528		88 203 €
Architecture (+PEB)	0%	88 203		0 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	forfait			0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	4,5%	88 203		3 969 €
TOTAL				92 172 €

Aides financières :

Une prime de 20 €/m² de Bruxelles Environnement est disponible dès que les déperditions du châssis sont inférieures à 0,2 W/m²K.

Notons qu'il est également possible d'obtenir des surprimes. Il existe une prime à la rénovation à Bruxelles qui peuvent aller jusqu'à 300 €/m² à condition de respecter certaines conditions ;

- Le propriétaire doit habiter dans l'appartement dès la fin des travaux et y rester domicilié durant au moins 5 ans.
- L'immeuble doit avoir été construit avant 1988.
- Les travaux de rénovation ne peuvent être entamés avant d'avoir reçu une autorisation écrite de la Direction de la Rénovation urbaine.
- Les travaux devront être réalisés par un entrepreneur agréé.
- Le propriétaire non occupant peut demander une prime seulement quand il existe une convention avec une Agence immobilière Sociale qui s'occupe de la location du bien.
- Il existe également un plafond pour les travaux;
 - o Si le demandeur à un revenu annuel inférieur à 35 782,80€, 70% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel compris entre 35 782,80€ et 71 565,60 €, 30% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel supérieur à 71 565,60€, la prime à la rénovation ne lui sera pas accordée.

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	31 531	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	34 957	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	0	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	31 531	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	6,37	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	1 853	[€/an]
Coût de l'investissement	92 172	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	49,7	[Ans]
Prime IBGE	3 528	[€]
Prime à la rénovation	52 922	[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	47,8	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	19,3	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	20%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	20%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	74,62	



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	oui, architecte	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	non	

Mesure 11 : Rénovation des châssis du sous-sol

Malgré les différentes primes, le temps de retour sur investissement est très élevé. Ces châssis donnent sur des locaux non-chauffés, c'est pourquoi le remplacement de ceux-ci n'est pas rentable.

Dans le cadre d'un audit classique, cette mesure ne serait pas obligatoire à mettre en œuvre.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.12. Remplacement du double vitrage ancien

La majorité de l'immeuble est équipé de double vitrage ancien. Il existe du double vitrage plus performant à l'heure actuelle.



Figure 40 : Remplacement des châssis DV ancien

Nous conseillons dès lors de remplacer ces fenêtres par des fenêtres avec châssis performant et double vitrage à haut rendement.

Hypothèses :

- Déperditions au niveau des fenêtres avant remplacement : $U = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Déperditions au niveau des fenêtres après remplacement : $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Superficie des châssis et vitrages : 1.845 m^2 .
- Durée de chauffe : 4.800 h/an .
- Température extérieure hivernale moyenne : 7°C .
- Température intérieure moyenne du bâtiment : 20°C
- Rendement global de l'installation de chauffage : 87% .

L'économie d'énergie :

Le calcul de l'économie d'énergie est réalisé est calculée via la formule suivante (source : énergieplus-lesite.be) :

$$(\Delta U) * S * (\Delta T) * d / \eta$$

- ΔU est la différence entre les déperditions avant et après rénovation.
- S est la surface totale des fenêtres.
- ΔT entre les températures moyennes intérieures et extérieures.
- d est la durée de la saison chauffe.
- η est le rendement global de l'installation de chauffe.

L'économie d'énergie est estimée à :

$$(3 - 1,5) \text{ W/m}^2\text{K} * 1.845 \text{ m}^2 * (20 - 7) ^\circ\text{C} * 4800 \text{ h/an} / 77\% = 198.497 \text{ kWh}$$

Le calcul ci-dessus ne tient pas compte des gains internes de l'immeuble, cet apport en énergie diminue avec une rénovation de l'isolation car la saison de chauffe diminue également. En effet, si le bâtiment est mieux isolé, la période durant laquelle il faut le chauffer durant l'année diminue. Donc les gains internes (solaires, pertes par distribution, ...) seront utiles durant une plus courte période que précédemment car ceux-ci ne sont récupérés que pendant la durée de la saison de chauffe.

Pour cette mesure, nous avons estimé l'économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs à 198.497 kWh .



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Coût:

Nous estimons le prix à 500 €/m² pour de tels travaux, sur base d'offres similaires. Le budget est évalué à 1.120.000 euros. Auquel il faut ajouter les coûts du projet, architecture, etc tels que présenté dans le tableau ci-dessous.

Poste	Coût Unitaire	Unités	TVA	Coût Total (tvac)
Travaux	500 €	2240,95972		1 120 480 €
Architecture (+PEB)	0%	1 120 480		0 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	forfait			0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	4,5%	1 120 480		50 422 €
TOTAL				1 170 901 €

Aides financières :

Une prime de 20 €/m² de Bruxelles Environnement est disponible dès que les déperditions du châssis sont inférieures à 0,2 W/m²K.

Notons qu'il est également possible d'obtenir des surprimes. Il existe une prime à la rénovation à Bruxelles qui peuvent aller jusqu'à 300 €/m² à condition de respecter certaines conditions ;

- Le propriétaire doit habiter dans l'appartement dès la fin des travaux et y rester domicilié durant au moins 5 ans.
- L'immeuble doit avoir été construit avant 1988.
- Les travaux de rénovation ne peuvent être entamés avant d'avoir reçu une autorisation écrite de la Direction de la Rénovation urbaine.
- Les travaux devront être réalisés par un entrepreneur agréé.
- Le propriétaire non occupant peut demander une prime seulement quand il existe une convention avec une Agence immobilière Sociale qui s'occupe de la location du bien.
- Il existe également un plafond pour les travaux;
 - o Si le demandeur à un revenu annuel inférieur à 35 782,80€ ,70% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel compris entre 35 782,80€ et 71 565,60 €, 30% de la somme des travaux peuvent lui être remboursé.
 - o Si le demandeur à un revenu annuel supérieur à 71 565,60€, la prime à la rénovation ne lui sera pas accordée.

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	179 044	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	198 497	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	0	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	179 044	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	36,17	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	10 520	[€/an]
Coût de l'investissement	1 170 901	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	111,3	[Ans]
Prime IBGE		[€]
Prime à la rénovation		[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	111,3	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	111,3	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	20%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	20%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	166,95	



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	oui, architecte	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	non	

Mesure 12 : Rénovation des anciens châssis DV

Malgré les différentes primes, le temps de retour sur investissement est très élevé, cela est principalement dû au coût élevé du remplacement des châssis mais également du fait que ceux-ci sont déjà munis de doubles vitrages.

Dans le cadre d'un audit classique, cette mesure ne serait pas obligatoire à mettre en œuvre.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.13. Production : Rénovation complète de la chaufferie

Les chaudières actuelles de l'immeuble ont été remplacées à des dates différentes. La plus ancienne a été changée en 2000 et les 2 autres chaudières ont été changées respectivement en 2007 et 2010. Ce sont des chaudières au mazout à air pulsé. Il existe actuellement des chaudières avec un bien meilleur rendement.

Nous avons également constaté une mauvaise régulation due à la vétusté de l'installation, une rénovation complète de la chaufferie devra être envisagée.

Nous conseillons de changer de type de combustible et de passer au gaz car celui-ci est moins polluant et de plus le prix est inférieur au mazout. Mais aussi de passer à une technologie de chaudière à condensation car c'est avec ce type de chaudières que l'on atteint les meilleurs rendements.



Figure 41 : Chaudière en Inox à grand volume d'eau

De nouvelles chaudières à grand volume d'eau, avec brûleur modulant et échangeur en inox permettront des économies significatives de combustible grâce à la condensation, les mesures de rénovation hydraulique et de scinder l'eau chaude sanitaire seront cependant essentielles pour réaliser des économies.

La rénovation de la chaufferie permettra de réaliser une économie d'environ 50% sur la consommation électrique de celle-ci. La consommation des pompes actuelles est relativement importante, la consommation actuelle de la chaufferie est de 58.651 kWh.

Nous estimons que le remplacement des chaudières permettra de passer de 77,8 % de rendement Hs saisonnier actuel à 90% de rendement Hs saisonnier dans le futur.

Economie financière :

Actuellement, le combustible de votre immeuble est le mazout. Nous prévoyons dans nos mesures de remplacer vos chaudières et de changer de combustible pour passer au gaz.

Le prix de ces 2 combustibles étant différents, nous avons calculé le coût actuel et le coût futur à partir des consommations estimées avant et après rénovations en prenant en compte le changement de combustible soit 13.000 €/an environ.

Nous avons également calculé l'économie engendrée par une nouvelle chaufferie sur les consommations électriques, celle-ci s'élève à 50%. Votre consommation électrique actuelle pour la chaufferie est de 58.651 kWh/an, dans le futur elle sera de 29.326 kWh/an. Le coût de l'électricité étant de 0,15 €/kWh, votre économie sera de l'ordre de 4 400 €/an.

En considérant l'économie liée au changement de combustible et l'économie d'électricité, les frais pour la copropriété seront réduits d'environ 32.450 euros annuels.

Le coût des travaux est estimé basé sur des offres de rénovation de chaufferie similaires.

Coût :	TVAC (6%)
Démontage installation actuelle (chaudières, cuves mazout, etc)	20 000 €
Cabine gaz & raccordement Sibelga	40 000 €
Raccordement gaz (conduite intérieure)	15 000 €
chaudières et socles (1x200 kW + 2x500 kW)	80 000 €



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

évacuation des gaz brûlés	40 000 €
Raccordements hydrauliques chaufferie	30 000 €
électricité (nouveau tableau chaufferie)	20 000 €
isolation thermique en chaufferie	15 000 €
divers	40 000 €
TOTAL	300 000 €

Poste	Coût Unitaire	Unités	TVA	Coût Total (tvac)
Travaux	300 000 €	1	6%	318 000 €
Bureaux D'études	10%	300 000	21%	36 300 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	0		0	0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	4,5%	300 000	21%	16 335 €
TOTAL				370 635 €

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	228 042	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	252 818	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	29 326	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	301 356	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	56,83	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	31 302	[€/an]
Coût de l'investissement	370 635	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	11,8	[Ans]
Prime IBGE	1 500	[€]
Prime à la rénovation		[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	11,8	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	11,8	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	20%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	20%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	17,76	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	oui, bureau techniques spéciales	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	-

Mesure 13 : Rénovation de chaufferie



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

4.2.14. Installation de détecteurs de présence dans les parkings

Nous avons remarqué lors de nos passages dans l'immeuble que l'éclairage des parkings étaient relativement vétustes et que celui-ci restait allumé en permanence. Nous conseillons dès lors de placer des détecteurs de présence afin d'alléger la consommation électrique de cette zone de l'immeuble.



Figure 42 : Systèmes de régulation de l'éclairage

Plusieurs possibilités existent pour améliorer la gestion de l'éclairage de la zone

- Minuterie dans le tableau

C'est la solution la plus économique qui consiste simplement à rajouter une minuterie dans le tableau. Lorsque quelqu'un appuie sur un des bouton poussoirs, la lumière s'allume pour une durée programmable de quelques minutes. Le risque étant que si les lumières sont déjà allumées à cause d'un passage précédent, une personne pourrait ne pas appuyer sur l'interrupteur et les lumières peuvent s'éteindre alors que quelqu'un est entre deux étages. Il devra ainsi retrouver un interrupteur dans le noir ce qui présente un risque de chute.

Il est également possible de prévoir un allumage permanent pendant la journée et un fonctionnement en bouton poussoir en dehors des heures principales d'occupation.

- Détecteurs de présence en remplacement des bouton poussoirs

La solution est relativement simple à mettre en place, il faut remplacer tous les bouton poussoirs par des détecteurs de présence, associés à une minuterie dans le tableau. Dans ce cas lorsque quelqu'un passe dans la cage d'escalier, les lumières vont automatiquement s'allumer pour quelques minutes. Si après cela une nouvelle personne passe devant les détecteurs, le délai doit être automatiquement prolongé. Cela limite le risque que quelqu'un se retrouve entre deux étages et que la lumière s'éteigne. Par contre s'il y a des fenêtres dans la cage d'escalier, la lumière va s'allumer alors que c'est inutile et on consommera au final plus de lumière. Si les interrupteurs sont mal placés, les détecteurs ne verront pas immédiatement la personne et la solution ne sera pas non plus confortable.

Matériel Electrique	Description	€/p	Quantité :	Prix :	Installation	Prix :
Schneider Acti 9	Minuterie DIN	60,0 €	0	0 €	100 €/p	0 €
Schneider Acti9 IH	Interrupteur Horaire DIN	250,0 €	0	0 €	100 €/p	0 €
Schneider Acti9 IC Astro	Int. Crépusculaire Astro Programmable	300,0 €	0	0 €	100 €/p	0 €
Niko Détecteur (plafond)	Détecteur plafond	100,0 €	40	4.000 €	50 €/p	4.000 €
Niko Détecteur (interrupteur)	Détecteur encastrable	120,0 €	0	0 €	30 €/p	0 €
Sonde crépusculaire	Sonde	100,0 €	0	0 €	300 €/p	0 €
Petit Matériel		-	forfait	0 €	1000 €/p	2.500 €
Divers		-	forfait	0 €	-	-
				Matériel :	4 000 €	Installation :
				TOTAL Matériel et Installation		10.500 €



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Une étude un peu plus approfondie du mode de raccordement des détecteurs actuels, de l'emplacement des détecteurs par rapport aux portes d'accès aux cages d'escalier, et de la présence de niveaux de sous-sol sans éclairage naturel devra être vérifié.

Le coût de la mesure n'inclue pas le remplacement des luminaires or certains ont plusieurs dizaines d'années de service et sont vétustes, ils mériteraient probablement d'être remplacés.

L'on considère, à minima, que la priorité est l'installation de LEDs. Nous considérons dès lors pour l'économie d'énergie que les tubes actuels sont remplacés par des tubes LEDs et que la consommation annuelle est dès lors déjà réduite de 70%.

Puissance Eclairage :	784 W
Heures/jour :	24 h/j
Heures/sem	168 h/sem
Heures/an	9 240 h/an
Consommation actuelle :	7 244 kWh
% réduction	60%
Consommation future	2 898 kWh
Economie Calculée	4 346 kWh

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	0	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	0	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	4 346	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	10 866	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	1,60	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	652	[€/an]
Coût de l'investissement	10 500	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	16,1	[Ans]
Prime IBGE	-	[€]
Prime à la rénovation	-	[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	16,1	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	16,1	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	30%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	30%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	29,91	

Mesure 14 : Installation de détecteurs de présence dans les parkings

Le temps de retour de la mesure est de 16 années environ. La plupart des copropriétés vont également refuser ce type de projet pour des raisons de sécurité.



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

4.2.15. Installation de luminaires Leds dans les parkings

L'éclairage des parkings se fait au moyen de tubes fluorescents T8 58 W à ballasts électromagnétiques. Ce type d'éclairage est énergivore, les nouvelles technologies Leds consomment beaucoup moins d'électricité pour un éclairage identique voir supérieur.



Figure 43 : Tubes fluorescents installés

Nous avons compté le nombre de luminaires et identifié l'économie énergétique engendrée par le remplacement de ceux-ci par de nouveaux tubes Leds.

La puissance installée actuellement est de 3.640 W et nous avons estimé qu'après remplacement, la puissance installée serait de 784 W pour une qualité d'éclairage identique soit une économie de près de 80% sur la consommation.

Situation actuelle ;

			Quantité :	Prix :
T8 58W Ballast EM	150 cm	62 W	56	3.472 W
				3.472W

Tableau 22 : Eclairage actuel des parkings

Nous tenons compte d'une réduction de 30% compte-tenu des néons endommagés et de la consommation réelle du compteur.

Situation future ;

Tube LED	Descr	W	€	Quantité :	Prix :	W tot	Installation	Prix :
Philips LEDtube T8 EM	EM 840 120cm 4000K	14 W	10,4 €	56	585 €	784 W	15 €/tube	8.770 €
			TOTAL :	56	585 €	784 W		8.770 €

Tableau 23 : Eclairage futur des parkings

Coût:

Nous estimons le prix à 8.770 € pour de tels travaux, sur base d'offres similaires. Auquel il faut ajouter les coûts du projet, architecture, etc tels que présenté dans le tableau ci-dessous.

Poste	Coût Unitaire	Unités	Coût Total (tvac)
Travaux	8.770 €	1	8.770 €
Architecture (+PEB)	0%	8.770	0 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	forfait		0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	5,3%	8.770	465 €
TOTAL			9.234 €



Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	0	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	0	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	14.422	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	36.056	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	5,29	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	2.163	[€/an]
Coût de l'investissement	9.234	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	4,3	[Ans]
Prime IBGE		[€]
Prime à la rénovation		[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE	4,3	[€/an]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	4,3	-
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	-
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	30%	
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	30%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	7,93	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	non	
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	

Mesure 15 : Installation de Leds dans le parking

Le temps de retour de la mesure n'est que de 4, années. C'est le type de mesure qui est rendue obligatoire dans les audits classiques car son temps de retour sur investissements est inférieur à 5 ans.

4.2.16. Installation de luminaires Leds dans les cages d'escalier des parkings

L'éclairage dans les cages d'escalier des parkings se fait au moyen de plusieurs types d'éclairage différents. Celui-ci est assez vétuste, la plupart des armatures sont soit cassées soit très sales. De plus, ce type d'éclairage est énergivore, les nouvelles technologies Leds consomment beaucoup moins d'électricité pour un éclairage identique voir supérieur.



Figure 44 : Eclairage actuelle

Nous avons compté le nombre de luminaires et identifié l'économie énergétique engendrée par le remplacement de ceux-ci par de nouveaux tubes Leds.

Nous conseillons de placer le même type de luminaire que ceux placés dans les couloirs des communs actuellement. Ce sont de nouveaux Leds avec détecteurs de présence intégrés. Cela permettra d'éviter que l'éclairage reste allumé 24h/24.

La puissance installée actuellement est de 756 W et nous avons estimé qu'après remplacement, la puissance installée serait de 162 W pour une qualité d'éclairage identique soit une économie de près de 80% sur la consommation.

Situation future ;

Tube LED	Descr	W	€	Quantité :	Prix :	W tot	Installation	Prix Total :
LED Steinel RS 160	Ø 30cm	9 W	120 €	18	1.524 €	162 W	50 €/luminaire	900 €
			TOTAL :	18	2.160 €	162 W		900 €



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Coût:

Nous estimons le prix à 900 € pour de tels travaux, sur base d'offres similaires. Auquel il faut ajouter les coûts du projet, architecture, etc tels que présenté dans le tableau ci-dessous.

Poste	Coût Unitaire	Unités	Coût Total (tvac)
Travaux	900 €	1	900 €
Architecture (+PEB)	0%	900	0 €
Ir. Stabilité, Sécurité&Santé, ...	forfait		0 €
Maitre d'ouvrage délégué (suivi de projet)	5,3%	900	48 €
TOTAL			948 €

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	0	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	0	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	4.312	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	10.779	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	1,58	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	647	[€/an]
Coût de l'investissement	948	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	1,5	[Ans]
Prime IBGE		[€]
Prime à la rénovation		[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE	1,5	[€/an]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	1,5	-
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	-
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	30%	
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	30%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	2,72	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	non	
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	

Mesure 16 : Installation de Leds dans le parking

Le temps de retour de la mesure n'est que de 1,5 années. C'est le type de mesure qui est rendue obligatoire dans les audits classiques car son temps de retour sur investissements est inférieur à 5 ans.



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

4.2.17. Installation de capteurs photovoltaïques

Les toitures de l'immeuble pourraient accueillir des capteurs photovoltaïques au dernier étage. Cette toiture est légèrement inclinée et a une surface de 441 m². Nous avons considéré que 50% de cette surface pouvait être exploitée.

Figure 45 : Toitures

Le bâtiment est orienté nord-ouest sud-est. La zone entourée en jaune ci-dessus délimite la surface exploitable. Celle-ci permettrait l'installation de 26 kWc de panneaux photovoltaïques.

Une étude complète devrait être réalisée afin d'étudier le potentiel d'autoconsommation du site qui sera certainement important, d'autres toitures pourraient également être exploitées mais cela se ferait au détriment de la surface des terrasses.

		Surface Capteurs Max	kWc	Prod kWh/an
Superficie toiture plate	400 m²	200 m²	26 kWc	25 974 kWh
Superficie toiture inclinée	441 m²	353 m²	46 kWc	45 818 kWh
Puissance Crête Installée :	50 kWc			
production annuelle :	50 000 kWh	cout référence :		
Coût Installation	53 000 €	53 000 €	1,06 €/Wc	
Taux d'auto-consommation	30%			
Economie Electricité	15 000 kWh			
Economie achat électricité	2.250 €			
Revente d'électricité	1.750 €	0,05 €/kWh		
Certificats Verts An	120	Prix vente Certificats verts :		
Prix de vente CV	90 €/CV	85	€/kWh	
Economie vente CV	10.800 €			



**TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL**

Nous nous basons ici sur l'installation de 50 kWc de panneaux.

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	0	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	0	[kWh/an]
Production annuelle photovoltaïque	50.000	[kWh/an]
Économie d'énergie finale d'électricité (autoconsommation)	15.000	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle (autoconsommation)	37.500	[t eq-CO2/an]
Réduction d'émissions de CO2	5,51	[€/an]
Gain financier annuel lié à l'autoconsommation	2.250	[€]
Gain financier annuel lié à la revente d'électricité	1.750	[Ans]
Gain financier annuel lié à la revente de certificats verts	10.800	[€]
Coût de l'investissement	53.000	[€]
Temps de retour simple (revente CV inclus)	3,6	[Ans]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	20%	[Ans]
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	20%	[€/an]
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	non	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	non	-

Mesure 17 : Capteur Photovoltaïques

Le temps de retour de la mesure est d'environ 5 ans. Le placement de capteurs photovoltaïques est donc une bonne solution pour diminuer les factures énergétiques de l'immeuble.



TECHNICAL ENGINEERING &
 MAINTENANCE CONTROL

4.2.18. Capteurs solaires thermiques

La production d'eau chaude sanitaire est au sous-sol de même que l'arrivée d'eau froide. Il faudrait tirer des conduites sur 14 niveaux pour rejoindre la toiture.

Le projet ne sera pas rentable dans ces conditions, il faudra cependant réévaluer cette option lors de la future rénovation de la chaufferie.

4.2.19. Cogénération gaz

Le projet consiste en l'installation d'un système cogénération qui permettra d'économiser de l'électricité.

Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hi	-65 161	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle de combustible Hs	-72 241	[kWh/an]
Économie d'énergie finale annuelle d'électricité	30 937	[kWh/an]
Économie d'énergie primaire annuelle Hi	12 181	[kWh/an]
Réduction d'émissions de CO2	-1,81	[t eq-CO2/an]
Gain financier annuel lié à l'économie d'énergie	-5 201	[€/an]
Gain financier annuel donné par Easycogen	12 124	[€]
Gain financier annuel lié à la revente de certificats verts	0	[€]
Balance Financière Annuelle pour la copropriété	6 923	[€]
Coût de l'investissement	0	[€]
Temps de retour simple sans primes et avantages fiscaux*	0,0	[Ans]
Prime IBGE	0	[€]
Prime à la rénovation	0	[€]
Temps de retour simple avec primes IBGE	0,0	[Ans]
Temps de retour simple avec primes IBGE + Prime à la rénovation	0,0	[Ans]
Coût annuel d'exploitation (ou variation du coût)	0,0	[€/an]
Fiabilité de l'évaluation de l'économie d'énergie (%)	50%	-
Fiabilité de l'évaluation de l'investissement (%)	50%	-
Temps de retour maximal compte-tenu de l'incertitude	0,00	
Pertinence de réaliser une étude de faisabilité complémentaire	non	-
Amélioration retenue pour l'objectif ?	oui	

Mesure 18 : Cogénération



5. Synthèse des constatations et mesures

Les constatations et conseils formulés tout au long de la description du bâtiment et de ses installations techniques sont repris de manière synthétique par chapitre. De plus, un lien est effectué entre les constatations & conseils réalisés dans la partie descriptive de l'audit et les mesures proposées.

5.1.1. Enveloppe

	Constatations	Conseils	Mesures
1.	La totalité des murs extérieurs ne sont pas isolés	Lors de la rénovation du bâtiment, privilégiez l'isolation des murs au standard « passif »	9 ;10 ;11
2.	Les toitures plates du bâtiment ne sont pas ou peu isolées	Isoler la toiture par l'extérieur	8
3.	La toiture inclinée dans les combles est faiblement isolée	Isoler les combles en plaçant un isolant sur le sol.	7
4.	Il reste de nombreux châssis en simple vitrage sur le site	Remplacer les châssis avec du simple vitrage.	13
5.	Il reste de nombreux châssis en double vitrage ancien	Remplacer les châssis avec du double vitrage ancien.	14 ;15

5.1.2. Chauffage

	Constatations	Conseils	
Réglementation PEB			
6.	Installation de compteurs	Obligation PEB	3
7.	Rapport de comptabilité énergétique	Réalisation du rapport de comptabilité énergétique	4
8.	Carnet de Bord Chauffage	Mise en place et mise à jour du carnet de bord	5
9.	Diagnostic de l'installation de chauffage	Réaliser le diagnostic au plus tard en 2020	6
Production de chaleur			
10.	Chaudières à mazout de technologie dépassée	Les chaudières ne modulent pas en puissance et ne sont pas à condensation, remplacer par des modèles gaz à condensation à grand volume d'eau et brûleurs modulants.	16
Distribution de chaleur			
11.	De nombreux bouclages sont présents	Modifications hydrauliques afin de réduire les bouclages et favoriser la condensation sur la prochaine installation.	16
12.	De nombreuses pompes de distribution sont à débit fixe et probablement surdimensionnées	Remplacer les pompes pour des modèles à débit variable et tester les pompes sur vitesse 1 en attendant.	16
13.	L'isolation des conduites de distribution est vétuste et les accessoires (pompes et vannes) ne sont pas isolés	Etudier la possibilité de rénover au maximum l'isolation des conduites ainsi qu'isoler les accessoires de la chaufferie.	16
14.	Présence d'amiante dans l'isolation	Réaliser une étude sur la présence d'amiante	
15.	De nombreux bouclages sont présents	Modifications hydrauliques afin de réduire les bouclages et favoriser la condensation sur la prochaine installation.	16
Emission de chaleur			
Régulation			



TECHNICAL ENGINEERING &
MAINTENANCE CONTROL

16.	Le système de régulation est vétuste et ne fonctionne plus	Lors de la rénovation de chaufferie, prévoir une nouvelle régulation sur les chaudières et l'ECS	16
-----	--	--	----

5.1.3. ECS

	Constatations	Conseils	
17.	La production d'ECS est vétuste, présence de fuites, régulation défectueuse, ...	Remplacer la production d'ECS lors de la rénovation de chaufferie	16

5.1.4. Eclairage

	Constatations	Conseils	
18.	L'éclairage des parkings et de ses cages d'escalier est vétuste	Remplacer les luminaires existants par de nouvelles technologies Leds	18 ;19
19.	L'éclairage des parkings et des cages d'escalier reste allumé en permanence	Ajouter des détecteurs de présence pour commander l'éclairage	17

5.1.5. Electricité Autres

	Constatations	Conseils	
20.			
21.			

5.1.6. Consommations

	Constatations	Conseils	
22.	Les murs représentent une grande partie des déperditions thermiques	Isoler les murs afin de diminuer les déperditions thermiques par ces parois	8, 9, 10
23.	50% de la consommation électrique est destinée à la chaufferie	Rénover la chaufferie afin de diminuer les consommations en combustible et en électricité (circulateurs, régulation, ...)	15



6. Synthèse des mesures d'amélioration identifiées

Famille	N°	Description de la mesure	Economie de COMBUSTIBLE	Economie d' ELECTRICITE	Economie financière annuelle	Investissement	Fiabilité de l'économie d'énergie	Fiabilité de l'investissement	TRS	TRS prime ibge inclus	TRS Max	Economie en GES
			[kWh Hs/an]	[kWh/an]	[€/an]	TVAC	1 à 5	1 à 5	[années]	[années]	[années]	[t-eq CO ₂ /an]
Enveloppe	1	TOITURE Inclinée	25 929		1 374	37 181	30%	30%	27,1	14,2	50,2	4,7
Enveloppe	2	TOITURE Plate	56 025		2 969	115 051	20%	30%	38,7	28,7	63,0	10,2
Enveloppe	3	MUR niveau 1 à 12	588 040		31 166	626 744	20%	30%	20,1	14,7	32,7	107,1
Enveloppe	4	MUR niveau -2 à 0	175 763		9 315	266 487	30%	30%	28,6	20,9	53,1	32,0
Enveloppe	5	CHASSIS SV bois	34 957		1 853	92 172	20%	20%	49,7	47,8	74,6	6,4
Chauffage	6	Rénovation complète de la chaufferie	252 818	29 326	31 302	370 635	20%	20%	11,8	11,8	17,8	56,8
Chauffage	7	Mise en conformité de l'installation de chauffage				109 000	30%	0%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
Chauffage	8	Isolation Boucle ECS	82 962		4 397	21 200	30%	0%	4,8	4,8	9,0	15,1
Ventilation	8	VMC DOUBLE FLUX	120 325		8 423	990 000	30%	0%	117,5	58,8	218,3	21,9
Eclairage	9	LEDs PARKING		14 422	2 163	9 234	30%	0%	4,3		7,9	5,3
Eclairage	10	LEDs Cage escalier parkings		4 312	647	948	30%	0%	1,5		2,7	1,6
Eclairage	11	Installation de détecteurs de présence dans les parkings		4 346	652	10 500	30%	0%	16,1		29,9	1,6
Renouvelables	12	Installation de panneaux photovoltaïques		15 000	2 250	53 000	20%	20%	3,6			5,5
Renouvelables	13	Cogénération	- 72 241	30 937	12 124		0%	0%				-2
			1 264 576	98 343	108 635	2 702 151						267

Tableau 24 : Synthèse des mesures et identification du potentiel d'économie