



ETUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE, ENVIRONNEMENTALE ET ÉCONOMIQUE

Etude de faisabilité des systèmes alternatifs de production et d'utilisation
d'énergie conformément au décret du 28 novembre 2013



Construction de l'extension de l'aéroport de Charleroi

CONFIDENTIEL

Projet : 23.228

S utile : 7462 m²

Ref PEB : RWPEB-165831

Dernière mise à jour : 18/09/2024

Auteurs : A+ CONCEPT srl – N° Agrément AEF PEB : AEF-00086

ETUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE, ENVIRONNEMENTALE ET ÉCONOMIQUE	0
1. INTRODUCTION	3
2. SIGNATURES.....	4
3. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS.....	5
4. PRÉSENTATION DU PROJET ET DE L'ÉTUDE	6
5. HYPOTHÈSES DE L'ENCODAGE PEB	7
A. Parois	7
B. Nœuds Constructifs.....	7
C. Etanchéité à l'air	8
D. Ventilation	8
6. ETUDE THERMIQUE.....	9
A. Analyse des puissances et des besoins	9
1. Besoins en chauffage, en ECS et en électricité	9
2. Déperditions thermiques et puissance de chauffage	9
7. OPTIMISATION.....	11
A. Présentation.....	11
1. Scénarios étudiés.....	11
2. Hypothèses considérées.....	11
B. Scénarios étudiés	12
1. Référence: chaudière gaz condensation centralisée	12
2. Chaudière gaz condensation centralisée et panneaux solaires thermiques	13
3. Chaudière gaz condensation centralisée et panneaux photovoltaïques.....	15
4. Pompes à chaleur air/eau décentralisées.....	17
5. Chaudière biomasse centralisée.....	19
6. Cogénération – réseau de chaleur.....	22
8. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	23
9. ENERGIE PRIMAIRE ET ÉMISSION DE CO ₂	24
10. CONCLUSIONS.....	25
1. Enveloppe	25
2. Nœuds constructifs	25

3.	Ventilation	- 25 -
4.	Ecs	- 25 -
5.	Refroidissement	- 25 -
6.	Electricité	- 25 -
7.	Systèmes.....	- 26 -

1. INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la réglementation PEB en Région Wallonne. Cette législation impose une étude de faisabilité énergétique lors de l'introduction de la demande de permis d'urbanisme pour toute nouvelle construction ou toute construction/rénovation assimilée à du neuf.

Cette étude a pour but d'analyser la possibilité de recourir à des systèmes de substitution à haute efficacité énergétique en se basant sur des critères objectifs (techniques, financiers ou environnementaux).

Le présent document reprend les principaux résultats de cette étude énergétique pour le projet de construction de l'extension de l'aéroport de Charleroi.

Bâtiments

**Rue des Frères Wright 8,
B-6041 Gosselies**

Déclarant PEB

**BSCA - Brussels South Charleroi Airport SA
Représenté par Mr VERDONCK Philippe
(Chief Executive Officer)**

Rue des Frères Wright 8, B-6041 Charleroi
(Jumet)
+32 71 251 961
p.verdonck@charleroi-airport.com

Architecte

**Bureau d'architecture Greisch SRL
Représenté par Mr SEQUARIS Frédéric
(Administrateur)**
PAE des Hauts-Sarts, Première Avenue 165,
B-4040 Herstal
+32 4 366 14 02
info@bag.archi

Responsable PEB

**A+ concept SRL
Représenté par Mr HAUSMAN Thomas
(Administrateur)**
Square des Conduites d'Eau 3-4,
B-4020 Liège
Contact : DECHEVEZ Laurent
+32(0)4/223.78.00
l.dechevez@aplusconcept.be

Auteur d'étude de faisabilité

**A+ concept SRL
Représenté par Mr HAUSMAN Thomas**
Square des Conduites d'Eau 3-4,
B-4020 Liège
Contact : DECHEVEZ Laurent
+32(0)4/223.78.00
l.dechevez@aplusconcept.be

N° d'agrément

AEF-00086

2. SIGNATURES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

BSCA - Brussels South Charleroi Airport SA
Représenté par : Mr PAUWELS Julien (Chief Operator Officer)
Rue des Fusillés 21, B-6040 Jumet
+32 71 251 245

Signature

ARCHITECTE :

Bureau d'architecture Greisch SRL
Représenté par Mr SEQUARIS Frédéric (Administrateur)
PAE des Hauts-Sarts, Première Avenue 165,
B-4040 Herstal

Signature

RESPONSABLE PEB & AUTEUR
EF :

A+ Concept srl
Représenté par Mr HAUSMAN Thomas (Administrateur)
Square des Conduites d'Eau 3-4, B-4020 Liège

Signature




3. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Le projet étudié est un bâtiment neuf, situé à Charleroi (Gosselies). L'ensemble s'étend sur 5 niveaux.

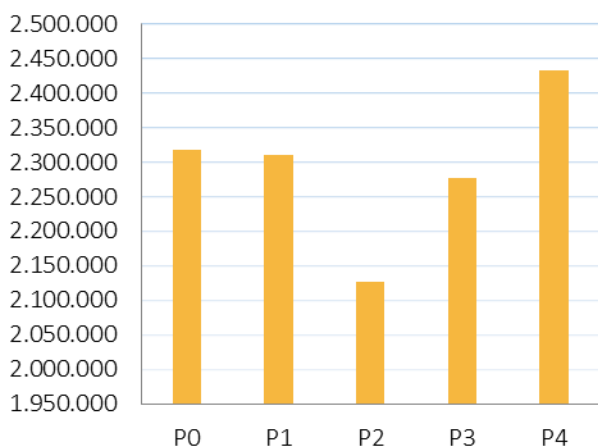
Fiche bâtiment

Surface utile totale	7.462 m ²
Surface chauffée totale	7.838 m ²
Volume protégé total	39.693 m ³
Besoin énergétique pour le chauffage	635.864 kWh/an
Besoin énergétique pour l'ECS	2.357 kWh/an
Besoin énergétique pour le refroidissement	173.175 kWh/an

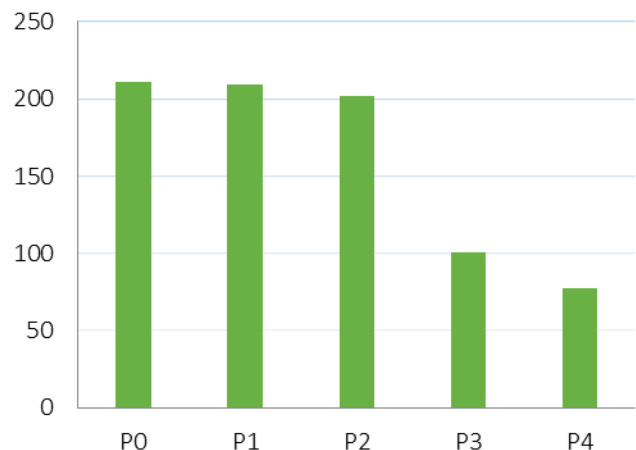
Résultats de l'étude

 A PLUS CONCEPT BUREAU D'ETUDES & EXPERT ENERGETIQUE	Surinvestissement	Economies	TRS	PEB conforme
P0 - Ch. centralisée	Référence	Référence	Référence	oui
P1 - Solaire thermique	18.000 €	407 €/an	> 30 ans	oui
P2 - Photovoltaïque	104.805 €	16.973 €/an	6 ans	oui
P3 - Pompes à chaleur	64.500 €	-22.692 €/an	Jamais	oui
P4 - Chaudière pellets	226.500 €	4.361 €/an	> 30 ans	oui

Energie primaire (kWh/an)



Emission de CO2 (to/an)



Suite aux résultats de l'étude de faisabilité, le scénario des chaudières gaz condensation décentralisées semble être l'optimum. Une étude plus approfondie des panneaux photovoltaïques pourrait être judicieuse.

4. PRÉSENTATION DU PROJET ET DE L'ÉTUDE

Le projet comprend la construction de l'extension d'un bâtiment assimilé à du neuf (construction neuve).

La surface chauffée totale sera de **7838 m²** répartie sur 5 niveaux.

Le but de cette étude est d'une part d'optimiser le système de chauffage mis en place, d'un point de vue performances thermiques, environnementales et économiques. Dans un second temps, l'intérêt de l'utilisation d'énergies renouvelables, comme un système de pompe à chaleur ou de panneaux solaires photovoltaïques est évaluée. Dans l'éventualité où une production de froid mécanique est prévue, les caractéristiques encodées dans la PEB sont conservées tout au long des calculs.

La première étape consiste à évaluer les consommations futures des bâtiments aussi précisément que possible, pour déterminer par la suite les potentialités des différents systèmes de production d'énergies renouvelables. Ces consommations ont été évaluées à l'aide du logiciel PEB.

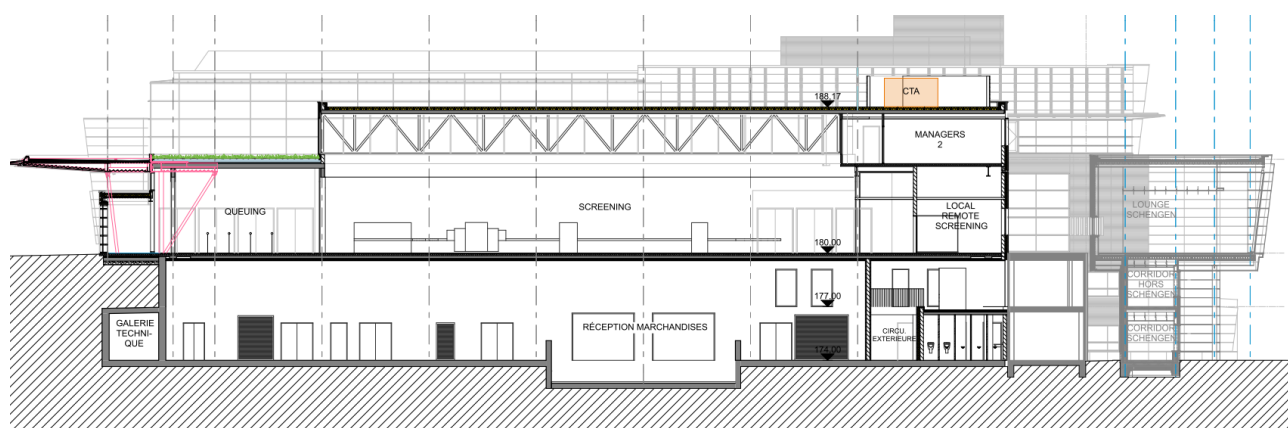


Figure 1 Vue en coupe du bâtiment

5. HYPOTHÈSES DE L'ENCODAGE PEB

Ci-après un bref récapitulatif des hypothèses réalisées dans l'encodage PEB qui sert de base à cette étude.

A. PAROIS

Les parois respectent au minimum les nouvelles impositions en vigueur depuis le 1er janvier 2018 et sont telles qu'encodé dans le fichier PEB de base.

Listes non exhaustives des parois :

<i>PAROI</i>	<i>COMPOSITION</i>	<i>U Paroi</i>	<i>Umax PEB</i>
- Murs extérieurs	12 cm de PU/PIR (0,022 W/mK)	0,18	0,24
- Dalle sur sol	12 cm de XPS (0,035 W/mK)	0,13	0,24
- Plancher sur ext	12 cm de PU/PIR (0,022 W/mK)	0,18	0,24
- Toiture plate	12 cm de PU/PIR (0,022 W/mK)	0,20	0,24
- Surfaces vitrées	$U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ et $g = 0,37$	1,39	1,50
		(W/m ² K)	(W/m ² K)

<i>Umoyen</i>	<i>Niveau K</i>	<i>Niveau K max</i>
0,37 W/m ² K	K19	K35

B. NŒUDS CONSTRUCTIFS

- Méthode des nœuds PEB conformes (+ 3 points K)

C. ETANCHÉITÉ À L'AIR

- Infiltrations : $v_{50} = 3 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ (valeur considérée pour la réalisation de l'étude de faisabilité).

D. VENTILATION

- Ventilation :
 - Système D (alimentation mécanique et extraction mécanique)
 - Récupérateur de chaleur : 80%
- Débit de ventilation :

UPEB	débit de ventilation m^3/h
Extension Aéroport	133.186
TOTAL	133.186 m^3/h

6. ETUDE THERMIQUE

A. ANALYSE DES PUISSANCES ET DES BESOINS

1. BESOINS EN CHAUFFAGE, EN ECS ET EN ÉLECTRICITÉ

Les besoins nets en chauffage et en eau chaude sanitaire ont été estimés sur base de l'encodage dans le logiciel PEB. Les besoins électriques ont été évalués sur base de moyennes constatées pour le secteur.

Besoins énergétiques

<i>Besoins en chaud</i>	635.864 kWh/an
<i>Besoins en ECS</i>	2.357 kWh/an
<i>Besoins en électricité</i>	548.633 kWh/an
<i>Besoin en refroidissement</i>	173.175 kWh/an

On arrive à un besoin en chauffage de 635,8 MWh ($\sim 81 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$), 2,3 MWh pour l'ECS et 548,6 MWh pour l'électricité.

2. DÉPERDITIONS THERMIQUES ET PUISSANCE DE CHAUFFAGE

La puissance de chauffe a également été évaluée sur base de l'encodage PEB. Attention : il ne s'agit donc pas d'un dimensionnement, mais d'une première approche pour évaluer l'intérêt de différents types de chauffage.

Puissance de chauffe

<i>Pertes parois</i>	112
<i>Pertes infiltrations</i>	30
<i>Pertes ventilation</i>	272
<i>Relance</i>	55
TOTAL	469

La **puissance totale de chauffe** est estimée à **469 kW**.

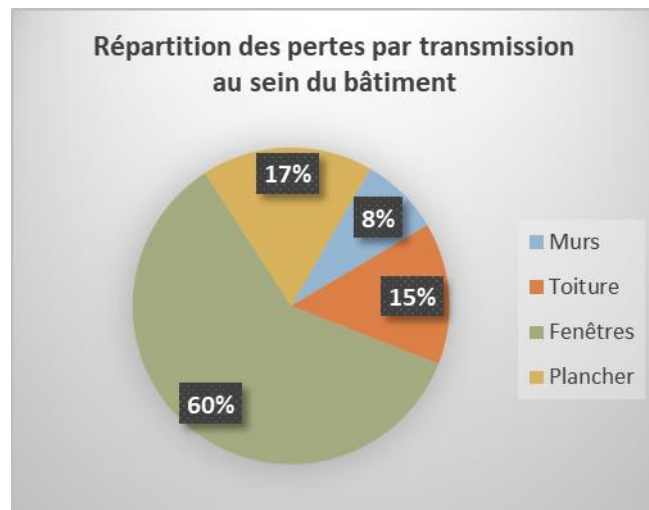


Figure 3 Répartition des déperditions par les parois des appartements 0.1 et 1.1

Le graphique précédent nous montrent la répartition des pertes par transmission au sein du bâtiment. On constate que, une part importante de ces pertes est à attribuer aux fenêtres, essentiellement à cause de leur moins bon niveau d'isolation en comparaison aux autres parois. Les ouvrants (fenêtres et portes) représentent, en effet, 60% des pertes totales par transmission tout en ne constituant que 8% en surface de l'enveloppe extérieure du bâtiment.

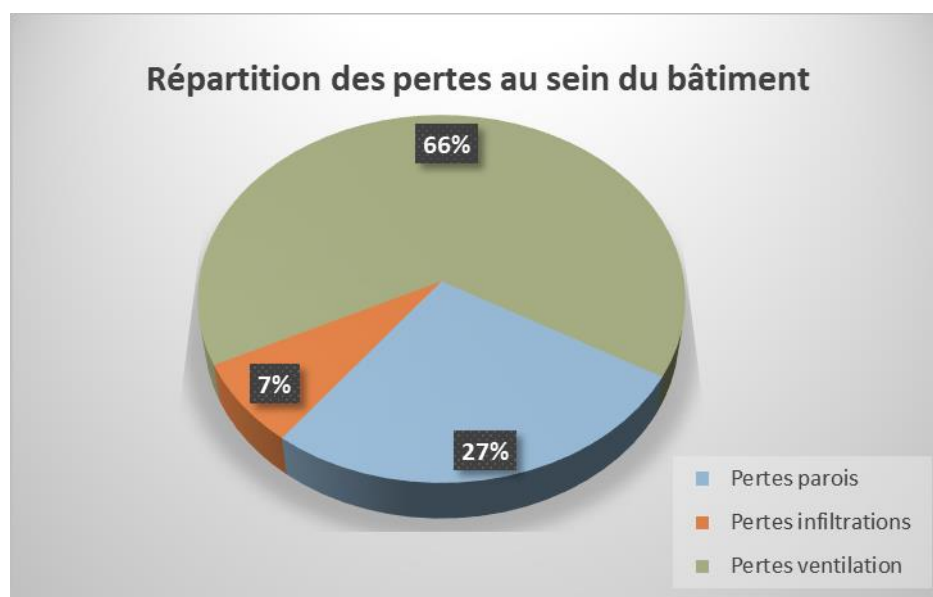


Figure 4 Répartition des pertes au sein du bâtiment

Le graphe suivant présente la répartition des besoins en chauffage. On remarque que la majeure partie des déperditions sont issues des pertes par ventilation.

7. OPTIMISATION

A. PRÉSENTATION

1. SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

Afin d'établir un point de comparaison pour les différentes technologies alternatives, un cas de base (référence) correspondant à une production centralisée à partir de combustible fossile est considéré.

Les scénarios suivants ont été envisagés dans cette étude:

- Chaudière gaz condensation centralisée (référence) ;
- Chaudière gaz condensation centralisée couplée à des panneaux solaires thermiques ;
- Chaudière gaz condensation centralisée couplée à des panneaux solaires photovoltaïques ;
- Pompes à chaleur air/eau décentralisées ;
- Biomasse (pellets) ;

Remarques

- Etant donné le profil de besoins en chaleur (fortement dépendant de la température extérieure et peu homogène sur l'année), le recours à un système de cogénération pour le chauffage de ce bâtiment n'est pas pertinent.
- Aucun réseau de chaleur n'est disponible sur site.

2. HYPOTHÈSES CONSIDÉRÉES

Les hypothèses suivantes ont été considérées afin de réaliser l'étude :

- Les coûts des énergies, ainsi que les coefficients en CO2 et en énergie primaire sont issus du logiciel EF PEB de la région Wallonne.

	Coût (€/kWh HTVA)	CO2 (g/kWh)	EP
gaz	0,0537	182	1
mazout	0,06109	252	1
élec	0,2181	110,8	2,5
pellets	0,042	10,8	1
propane	0,057	220	1

- Les rendements utilisés sont issus de la PEB.
- Les investissements considérés sont fournis à titre indicatif et sont basés sur des projets similaires de 2023.
- Les primes considérées sont les primes en vigueur à dater de l'étude. Il appartient au MO de vérifier les conditions d'octroi des primes et le montant de celles-ci lors de la mise en œuvre des travaux.
- Un taux d'inflation de l'énergie de 3%

B. SCÉNARIOS ÉTUDIÉS


1. RÉFÉRENCE: CHAUDIÈRE GAZ CONDENSATION CENTRALISÉE

Dans le cadre de cette étude, la référence est constituée d'une chaudière gaz condensation en chaufferie centralisée, produisant le chauffage et l'eau chaude sanitaire. La chaudière a un rendement (sur PCS) de 98% à 30% de charge. La distribution de l'eau chaude sanitaire se fera à l'aide d'une boucle afin d'assurer un certain confort. Le refroidissement sera effectué par une machine frigorifique avec tour de refroidissement.

Rendement du système de chauffage et d'ECS

Rendement global système de chauffage	82%
Rendement global système de refroidissement	267%
Rendement de production ECS	50%

Résultats

Chaudière centralisée 	
Besoins énergétiques	
Besoin énergétique de chauffage	635.864 kWh/an
Besoin énergétique ECS	2.357 kWh/an
Pertes par la boucle ECS	2.357 kWh/an
Besoin énergétique de refroidissement	173.175 kWh/an
Besoin électrique	548.892 kWh/an
Consommations	
gaz	783.418 kWh/an
électricité	613.817 kWh/an
Energie primaire	2.317.960 kWh/an
Emission CO2	211 t CO2/an
Consommation gaz en €	42.070 €/an
Consommations électricité en €	133.873 €/an
Coût d'exploitation	175.943 €/an

Le coût d'investissement pour les installations de chauffage pour ce scénario est le coût de base, les coûts des autres scénarios seront comparés à cette installation dite de base.

Résultats PEB

Nom	U/R	K	Ew	Espéc (kWh/m²)	Ventilation	Surchauffe (K.h)
Extension Aéroport de Charleroi	✓	✓ 19 [19]	✓ 31 [31]	-	-	-

Ce scénario permet de respecter l'ensemble des critères PEB.

2. CHAUDIÈRE GAZ CONDENSATION CENTRALISÉE ET PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES

Dans cette option, le chauffage est assuré par une chaudière centralisée et l'eau chaude sanitaire est produite à l'aide de panneaux solaires et un appoint par la chaudière.

L'installation solaire thermique envisagée permet de couvrir environ 80 % des besoins annuels en eau chaude (voir graphe ci-dessous présentant la production d'eau chaude solaire au regard des besoins estimés en eau chaude sanitaire). Pour couvrir une telle partie des besoins, il faut une installation de 20 m² de panneaux et un stockage de 1000 l.

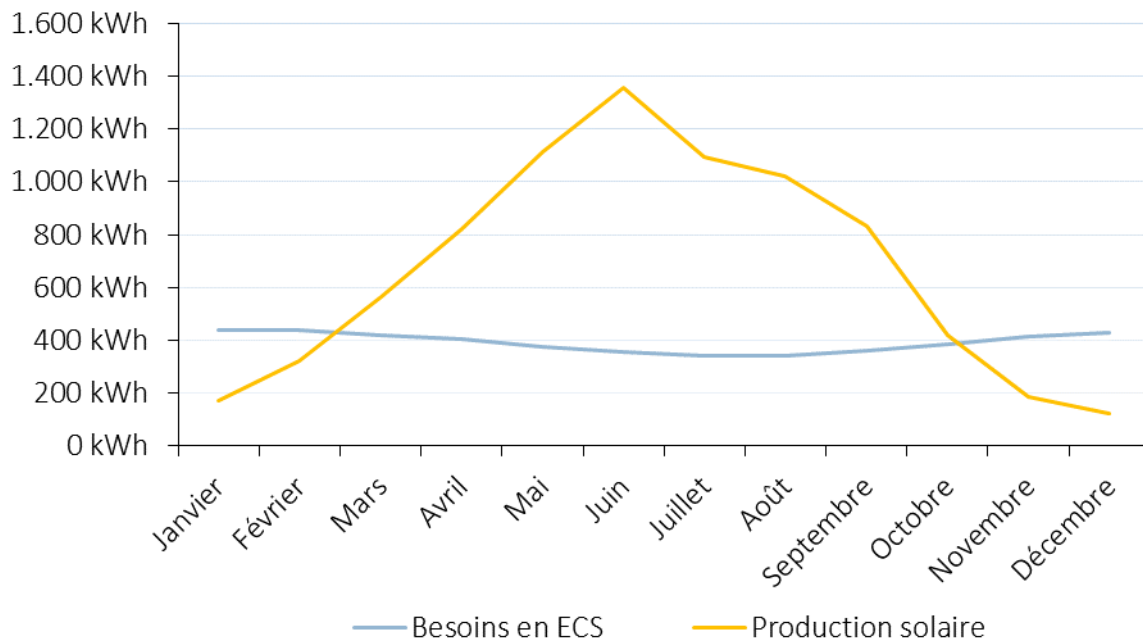



Figure 5 Consommation d'ECS vs production issue de solaire thermique

Rendement du système de chauffage et d'ECS

Rendement global système de chauffage	82%
Rendement global système de refroidissement	267%
Rendement de production ECS	50%

Résultats

Solaire thermique 	
Energies renouvelables	Panneaux solaires thermiques
Installation	20 m²
Rendement de l'installation	45%
Taux de couverture	80%
Besoins énergétiques	
Besoin énergétique de chauffage	635.864 kWh/an
Besoin énergétique ECS	2.357 kWh/an
Pertes par la boucle ECS	2.357 kWh/an
Besoin énergétique de refroidissement	173.175 kWh/an
Besoin électrique	548.892 kWh/an
Production solaire	-3.790 kWh/an
Consommations	
gaz	775.838 kWh/an
électricité	613.817 kWh/an
Energie primaire	2.310.381 kWh/an
Emission CO2	209 t CO2/an
Consommation gaz en €	41.663 €/an
Consommations électricité en €	133.873 €/an
Coût d'exploitation	175.536 €/an
Surinvestissement	18.000 €
Prime	€
Surinvestissement net installation	18.000 €
Economie annuelle	407 €/an
TRS	>30ans

L'investissement tient compte de la mise en place de panneaux solaires ainsi que des ballons de stockage nécessaires. Le temps de retour est supérieur à 30 ans.

Résultats PEB

Nom	U/R	K	Ew	Espéc (kWh/m²)	Ventilation	Surchauffe (K.h)
Extension Aéroport de Charleroi	✓	✓ 19 [25]	✓ 25 [26]	-	-	-

Ce scénario permet de respecter l'ensemble des critères PEB.

3. CHAUDIÈRE GAZ CONDENSATION CENTRALISÉE ET PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

La rentabilité d'une installation photovoltaïque est grandement dépendante des soutiens du gouvernement, c'est pourquoi pour cette étude, il a été pris en compte la valorisation des certificats verts octroyés pour la production d'électricité verte. Il a été considéré l'octroi de 0 CV/MWh, valorisé à 65 €/CV (prix minimum garanti). Le taux de certificats octroyés par MWh produit évoluant en fonction de la date de demande de raccordement de l'installation photovoltaïque, il est impératif de vérifier les conditions d'octroi de certificats verts lors de l'étude approfondie de cette piste.

Etude

- Pour maximiser le taux de couverture du besoin électrique, une puissance de 90 kWc doit être envisagée. Ce qui nous permet d'atteindre un taux de couverture du besoin électrique de l'ordre de 214 %.
- Pour une installation de 90 kWc, il faut compter plus ou moins 450 m² de panneaux. La surface de toiture plate disponible permet de placer aisément de panneaux nécessitant, selon le mode de pose envisagé, environ 1350 m² de toiture.
- La production de l'installation photovoltaïque a été évaluée sur base d'un profil ensoleillement observé en Belgique, et de panneaux présentant un rendement de 18%.
- Une production de 950 kWh/kWc a été considérée, ce qui est une moyenne réaliste pour la Belgique en regard des dernières années.

Rendement du système de chauffage et d'ECS

Rendement global système de chauffage	82%
Rendement global système de refroidissement	267%
Rendement de production ECS	50%

Résultats de l'étude

Solaire photovoltaïque	
Energies renouvelables	Installation photovoltaïque 90 kWc
Surface de l'installation	450 m ²
Puissance de l'installation	90 kWc
Taux d'autoconsommation	91%
Rendement de position de l'installation	96%
Taux de couverture du besoin électrique	14%
Besoins énergétiques	
Besoin énergétique de chauffage	635.864 kWh/an
Besoin énergétique ECS	2.357 kWh/an
Pertes par la boucle ECS	2.357 kWh/an
Besoin énergétique de refroidissement	173.175 kWh/an
Besoin électrique	548.892 kWh/an
Production photovoltaïque	-84.453 kWh/an
Consommations	
gaz	783.418 kWh/an
électricité	537.134 kWh/an
Energie primaire	2.126.252 kWh/an
Emission CO2	202 t CO2/an
Consommation gaz en €	42 070 €/an
Consommations électricité en €	117 149 €/an
Certificats verts (0 CV/MWh à 65 €/CV)	€/an
Revente électricité (0,032 €/kWh)	- 249 €/an
Coût d'exploitation	158 970 €/an
Surinvestissement net installation	104 805 €
Economie annuelle	16 973 €/an
TRS	6,2 an(s)

Le temps de retour de ce scénario est de 6,2 ans. Notons qu'une installation photovoltaïque ne demande pas de modification au niveau des installations techniques et peut facilement se mettre en œuvre par la suite.

Résultats PEB

Nom	U/R	K	Ew	Espéc (kWh/m²)	Ventilation	Surchauffe (K.h)
Extension Aéroport de Charleroi	✓	✓ 19 [35]	✓ 45 [35]			

Ce scénario permet de respecter l'ensemble des critères PEB. L'installation envisagée ici permet de réduire le niveau Ew du bâtiment assez facilement.

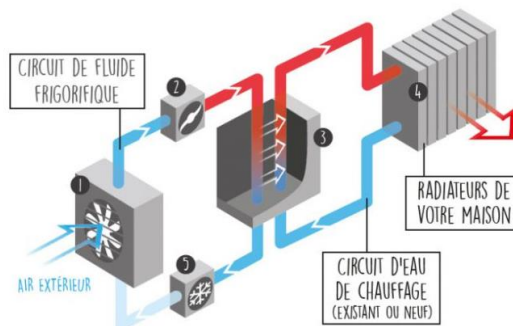
4. POMPES À CHALEUR AIR/EAU DÉCENTRALISÉES

A propos des pompes à chaleur

Le principe d'une pompe à chaleur est de transférer, via un cycle frigorifique, l'énergie contenue dans une « source froide » gratuite vers un autre milieu (source chaude).

Il existe différentes technologies disponibles fonction de la source où l'énergie est captée (air/sol/eau) et le mode de restitution de la chaleur à l'intérieur d'un bâtiment (chauffage par l'air ou l'eau).

Le COP (ou coefficient de performance) d'une pompe à chaleur représente le rapport entre la quantité d'énergie thermique produite à la sortie du système et la quantité d'énergie électrique fournie à la pompe. Un COP de 3 signifie donc que pour 1 kWh (électrique) fourni à la pompe à chaleur, il y a 3 kWh (thermique) de disponibles en sortie. D'un point de vue énergétique, cette technologie est donc très intéressante si elle n'avait pas le désavantage de fonctionner en général à l'électricité du réseau qui est produite et transportée avec un rendement assez faible en moyenne (de l'ordre de 30 % à 40 %).



Le COP annuel d'une installation utilisant l'air extérieur comme source froide est inférieur au COP d'une PAC qui extrait l'énergie du sol. Cette solution présente, cependant, l'avantage d'un investissement de départ moindre (pas d'échangeur géothermique) et d'une technique plus simple à mettre en œuvre.

Pour garantir un bon fonctionnement de la pompe à chaleur (quel que soit le type), l'emploi d'un réservoir tampon d'eau primaire est vivement conseillé. La capacité du réservoir tampon est déterminée en fonction de la durée de fonctionnement et de la puissance de la pompe à chaleur.

Descriptif de l'installation envisagée

Ce scénario envisage la mise en place d'un système de chauffage et de production d'ECS par pompe à chaleur (air/eau) décentralisées. Le refroidissement sera effectué par une machine frigorifique avec tour de refroidissement.

Les caractéristiques suivantes sont considérées :

- SCOPon : 3,40

Rendement du système de chauffage et d'ECS

Rendement global système de chauffage	216%
Rendement global système de refroidissement	267%
Rendement global ECS	117%

Résultats de l'étude

Pompes à chaleur	
Besoins énergétiques	
Besoin énergétique de chauffage	635.864 kWh/an
Besoin énergétique ECS	2.357 kWh/an
Besoin énergétique de refroidissement	173.175 kWh/an
Besoin électrique	548.892 kWh/an
Consommations	
gaz	kWh/an
électricité	910.754 kWh/an
Energie primaire	2.276.884 kWh/an
Emission CO2	101 t CO2/an
Consommation gaz en €	€/an
Consommations électricité en €	198.635 €/an
Coût d'exploitation	198.635 €/an
Surinvestissement	64.500 €
Economie annuelle	-22.692 €/an
TRS	JAMAIS RENTABLE

Le temps de retour de ce scénario est supérieur à 30 ans.

Résultats PEB

Nom	U/R	K	Ew	Espéc (kWh/m²)	Ventilation	Surchauffe (K.h)
Extension Aéroport de Charleroi	✓	✓ 19 [19]	✓ 31 [31]	-	-	-

Ce scénario ne permet pas de respecter l'ensemble des critères PEB.

5. CHAUDIÈRE BIOMASSE CENTRALISÉE

A propos des chaudières biomasses

Ce scénario présente une production du chauffage centralisée par une chaudière biomasse aux pellets.

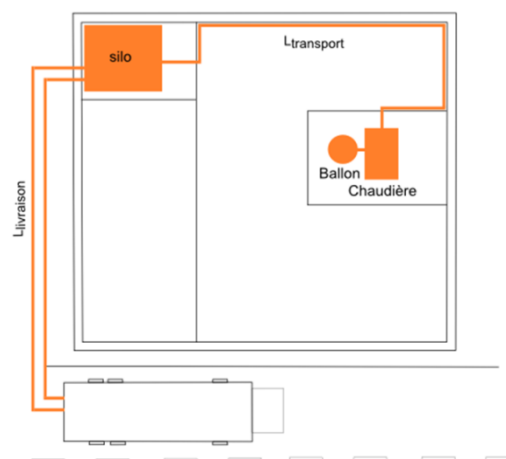
Une chaudière à pellets fonctionne globalement comme une chaudière traditionnelle avec une alimentation en combustible automatisée. Les granulés de bois brûlés, appelés également pellets, sont principalement issus du compactage de résidus de scierie. La chaleur produite par la combustion est transmise au fluide caloporteur du circuit de chauffage (souvent de l'eau) et éventuellement à un ballon d'eau chaude sanitaire.

La combustion du bois produit des cendres. La plupart des systèmes sur le marché propose le nettoyage automatique et l'évacuation des cendres vers un bac qui doit être vidé deux à trois fois par an. Les granulés de bois doivent être certifiés selon une norme du type *DIN plus* et stockés dans une réserve propre et sèche (silo de stockage).

Le stockage et l'acheminement du combustible sont la principale contrainte à l'installation d'une chaudière biomasse. En effet, le volume de stockage nécessaire est trois fois plus important que pour le mazout (à quantité d'énergie équivalente). En outre, ces équipements représentent un coût non négligeable.

Il faut dès lors prévoir l'espace nécessaire à proximité de la chaudière ainsi qu'un moyen de remplir le réservoir de stockage (silo ou pièce de réserve) via un camion souffleur (voir schémas ci-dessous). Le raccord de connexion du stockage doit être à moins de 30m de l'emplacement de stationnement du camion d'approvisionnement. D'autre part, il est préférable que le stockage se situe à proximité immédiate d'un mur extérieur ; dans le cas contraire, un tube de remplissage doit être prévu.

Le volume de stockage à prévoir dépend du besoin du bâtiment et de la fréquence de remplissage souhaitée.



Une chaudière à pellets est modulante mais relativement peu réactive. Pour remédier à cela, deux solutions peuvent être envisagées : soit un système de production de chaleur plus réactif y est adjoint en parallèle (typiquement une chaudière gaz ou mazout), soit un ballon tampon bien dimensionné est connecté au système.

Enfin, la chaudière doit également être alimentée en air de combustion ; soit placer celle-ci dans un local ventilé ; soit raccorder la chaudière à un conduit d'alimentation adéquat. Pour de petites puissances, la chaufferie peut être placée dans le volume étanche à l'air. Il est alors nécessaire de prévoir un modèle de chaudière utilisant un conduit d'alimentation en air permettant un fonctionnement indépendant du local où se trouve la chaudière.

Descriptif de l'installation envisagée

Pour le projet considéré, une chaudière de **469 kW** est envisagée.

Ainsi, une autonomie de 15 jours à pleine puissance requiert un **silos** d'un volume minimum de **92,7 m³**.

Le ballon de stockage minimum à prévoir est de deux fois 5000 l.

Rendement du système de chauffage et d'ECS

Rendement global système de chauffage	72%
Rendement global système de refroidissement	267%
Rendement de production ECS	44%

Résultats de l'étude

Chaudière pellets	
Besoins énergétiques	
Besoin énergétique de chauffage	635.864 kWh/an
Besoin énergétique ECS	2.357 kWh/an
Pertes par la boucle ECS	2.357 kWh/an
Besoin énergétique de refroidissement	173.175 kWh/an
Besoin électrique	548.892 kWh/an
Consommations	
gaz	0 kWh/an
pellets	897.827 kWh/an
électricité	613.817 kWh/an
Energie primaire	2.432.370 kWh/an
Emission CO2	78 t CO2/an
Consommation gaz en €	0 €/an
Consommation pellets en €	37.709 €/an
Consommations électricité en €	133.873 €/an
Coût d'exploitation	171.582 €/an
Surinvestissement	226.500 €
Prime	0 €
Surinvestissement net installation	226.500 €
Economie annuelle	4.361 €/an
TRS	>30ans

Le temps de retour pour ce scénario est supérieur à 30 ans. De plus ce scénario nécessite des investissements et des espaces importants.

Résultats PEB

Nom	U/R	K	Ew	Espéc (kWh/m²)	Ventilation	Surchauffe (K.h)
Extension Aéroport de Charleroi	✓	✓ 19 [25]	✓ 55 [60]	-	-	-

Ce scénario permet de respecter l'ensemble des critères PEB.

6. COGÉNÉRATION — RÉSEAU DE CHALEUR

A propos de la cogénération

La cogénération consiste à produire simultanément de l'électricité et de la chaleur à partir d'une même énergie primaire et au sein d'une même installation. Elle se base sur le fait que la production d'électricité (à partir d'un moteur thermique ou d'une turbine) dégage une grande quantité de chaleur habituellement inutilisée. La cogénération valorise cette chaleur afin d'atteindre un rendement énergétique meilleur que si chaleur et électricité avaient été produits séparément.

L'électricité ainsi produite est soit consommée directement par l'installation, soit réinjectée sur le réseau électrique public pour alimenter les ménages et industries. La chaleur, quant à elle, est valorisée pour chauffer un circuit d'eau grâce à un échangeur thermique.

Etant donné la simultanéité de la production d'électricité et de chaleur, un des points d'attention lorsqu'on évalue l'intérêt d'une cogénération est la concordance entre le besoin en chaleur, et le besoin en électricité de l'utilisateur. Aussi, l'intérêt d'une cogénération est fortement lié au profil de consommation de ce dernier et ne convient pas à toutes les applications (on préférera, ainsi, des utilisateurs présentant un besoin en chaleur constant tout au long de l'année).

- Le profil de besoin en chaleur du projet étudié, très peu constant sur l'année, n'est pas adapté à la mise en place d'un système de cogénération.

A propos des réseaux de chaleur

Un réseau de chaleur est un système similaire à un chauffage central mais fonctionnant à l'échelle de tout un quartier.


Un réseau de chaleur se compose d'une chaudière centrale de forte puissance reliée à plusieurs utilisateurs par un réseau de canalisations bien isolées et enterrées sous le sol. Chaque utilisateur dispose alors d'un échangeur de chaleur transférant la chaleur du réseau de canalisations vers son propre circuit de chauffage.

Un tel système permet de réaliser des économies d'échelle, notamment, en ce qui concerne l'entretien de l'installation, mais ne se prête pas à toutes les situations et nécessite un investissement de départ important.

- Aucun réseau de chaleur n'est présent à proximité du site, cette technologie n'a donc pas été envisagée dans le cadre ce projet.

8. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Le tableau suivant reprend un comparatif des différentes pistes étudiées.

 A PLUS CONCEPT <small>BUREAU D'ETUDES & EXPERT ENERGETIQUE</small>	Surinvestissement prime déduite €	Coût d'exploitation €/an	Gain annuel €/an	TRS (ans)	Energie primaire (kWh/an)	Emission CO2 (to/an)	Coût cumulé sur 10 ans inflation incluse €	PEB conforme
Chaudière centralisée	Référence	175.943	Référence	Référence	2.317.960	211	2.253.999	oui
Solaire thermique	18.000	175.536	407	> 30 ans	2.310.381	209	2.267.193	oui
Solaire photovoltaïque	104.805	158.970	16.973	6,2	2.126.252	202	2.158.388	oui
Pompes à chaleur	64.500	198.635	-22.692	Jamais	2.276.884	101	2.586.446	oui
Chaudière pellets	226.500	171.582	4.361	> 30 ans	2.432.370	78	2.429.008	oui

Coût cumulé sur 10 ans inflation incluse (€)

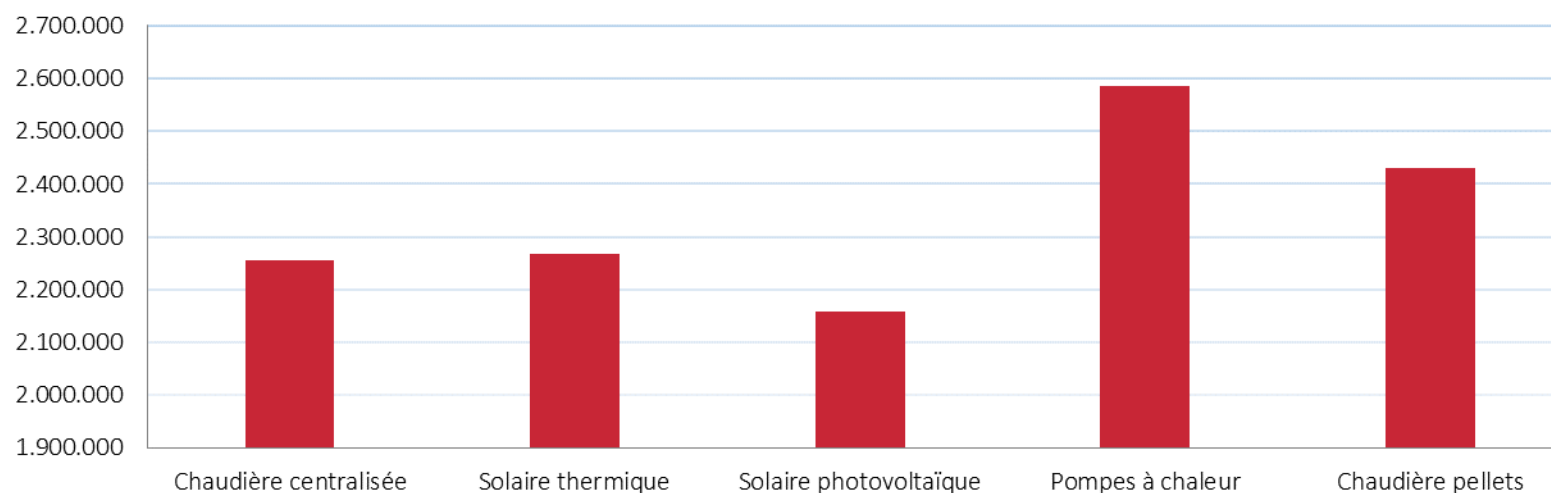


Figure 6 Coût cumulé investissement initial + exploitation - inflation de 3 % incluse

9. ENERGIE PRIMAIRE ET ÉMISSION DE CO₂

Divers paramètres sont susceptibles d'influencer le choix d'une technologique vis-à-vis d'une autre. Au-delà du temps de retour simple, l'investissement initial et le coût d'exploitation jouent un rôle. De même, les considérations environnementales (énergie primaire, émission de CO₂) peuvent jouer un rôle important. Les graphiques ci-dessous permettent de visualiser plus clairement ces dernières données :

Energie primaire (kWh/an)

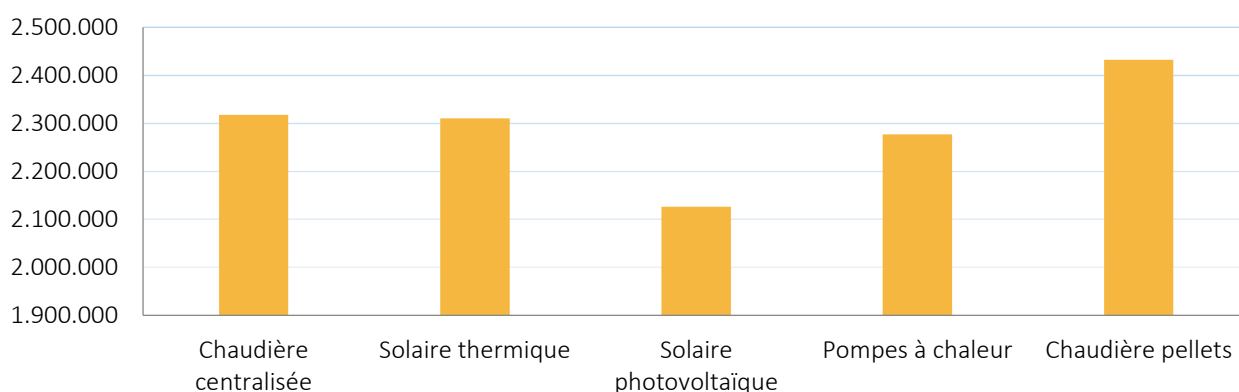


Figure 7 Evolution de la consommation en EnP en fonction des systèmes

Emission de CO₂ (to/an)

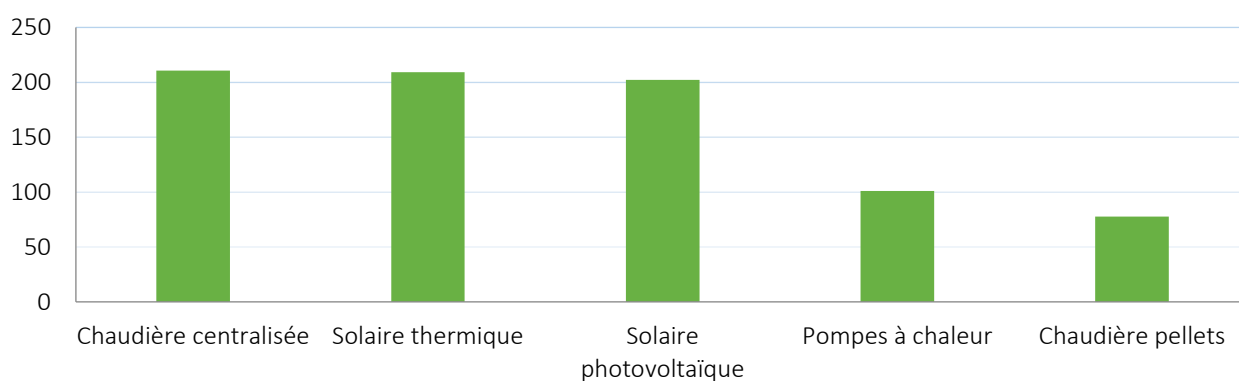


Figure 8 Evolution des émissions en CO₂ en fonction des systèmes

10. CONCLUSIONS

1. ENVELOPPE



Surface chauffée : 7838 m²


<i>U_{moyen}</i>	<i>Niveau K</i>
0,37 W/m ² K	K19

Besoins nets en chauffage : 635,8 MWh/an – 81 kWh/m².an

2. NŒUDS CONSTRUCTIFS



Il a été considéré que les nœuds constructifs seront traités et qu'ils respecteront les exigences PEB (nœuds constructifs PEB conforme).

Une attention particulière devra être portée lors de la conception et de la mise en œuvre des nœuds constructifs. 

3. VENTILATION



Dans cette étude, il a été considéré :

Système D (alimentation mécanique et extraction mécanique): 133186 m³/h

Récupérateur de chaleur : 80%

4. ECS



- Les besoins en eau chaude sanitaire sont évalués à 2,3 MWh/an.

5. REFROIDISSEMENT



- Les besoins en froid sont évalués à 173,1 MWh/an.

6. ELECTRICITÉ



- les besoins électriques ont été évalués à 548,6 MWh/an.

7. SYSTÈMES



- 5 scénarios ont été étudiés :

Validation temps de retour

Chaudière centralisée	Référence
Solaire thermique	> 30 ans
Solaire photovoltaïque	6
Pompes à chaleur	Jamais
Chaudière pellets	> 30 ans

- le scénario des panneaux solaire photovoltaïque est celui qui offre le temps de retour le plus court : 6 ans.
- le scénario des panneaux solaire photovoltaïque est celui qui permettra la plus grosse économie d'énergie primaire : 8 % ;
- d'un point de vue diminution des émissions de CO₂, c'est le scénario de la chaudière biomasse qui permettra l'économie la plus importante : 63% ;
- l'installation de panneaux photovoltaïques permet de diminuer le niveau Ew du bâtiment assez facilement, et de manière indépendante aux autres systèmes mis en place.
- Il est évident que l'installation de panneaux PV est une option à retenir, d'autant plus si les producteurs de chaleur sont des pompes à chaleur ou équivalent, ainsi les consommations électriques sont réduites par les panneaux PV.

Document rédigé par Laurent Dechevez & Thomas Hausman— A+ Concept.