



# **Étude de Faisabilité technique, environnementale et économique**

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

## **Bâtiments simples (<1000 m<sup>2</sup>)**

*Rapport Étude de Faisabilité « Sanitaires »*

*Scénario 1*

*03-07-2024*

*établi par le logiciel EF V 2.0 mis à disposition gratuite par le Service public de Wallonie,  
Département de l'énergie et du bâtiment durable (\*)*

*(\*) Les auteurs d'étude de faisabilité et les responsables PEB utilisent le logiciel sous leur propre responsabilité ; malgré le soin apporté à sa conception, le SPW ne peut garantir que son usage assure l'acceptation de l'étude de faisabilité par les autorités chargées de son contrôle.*

### **Données administratives du projet**

Nom du projet: Sanitaires

Adresse: -, Rue du Gibet

Localité: 6940 Durbuy

Numéro de dossier RWPEB:

## Table des matières

Table des matières . . . . .	2
Etude de faisabilité . . . . .	4
1. Description du projet . . . . .	4
2. Présentation du bâtiment . . . . .	4
3. Besoins énergétiques du bâtiment . . . . .	6
4. Hypothèses . . . . .	6
5. Description des technologies . . . . .	7
6. Analyse de pertinence . . . . .	8
7. Caractéristiques techniques des systèmes étudiés . . . . .	10
8. Résultats . . . . .	14
8.1 Analyse énergétique . . . . .	14
8.2 Analyse environnementale . . . . .	16
8.3 Analyse économique . . . . .	17
9. Conclusions de l'auteur de l'étude quant au choix des technologies qu'il propose de retenir . . . . .	18
10. Annexes . . . . .	19

**Identité, coordonnées et références d'agrément (numéro AEF) (numéro RPEB)**

PEB-00494

**Identité et coordonnées du déclarant PEB :**

Sanglier des Ardennes By Bru

Rue Rome, 1

6940 Durbuy

**Identité et coordonnées de l'architecte :**

6940 des architectes

Rue Neuve Voie, 1

6940 Durbuy

**Identité et coordonnées du responsable PEB :**

Energy Safety

Hemroulle, 245

6600 Bastogne

## Etude de faisabilité

La présente étude est établie conformément aux prescriptions du Décret cadre du 28 novembre 2013 en vue de promouvoir la performance énergétique des bâtiments (PEB) et ses arrêtés d'application.

Lorsqu'une demande de permis d'urbanisme a pour objet la construction d'un bâtiment, l'étude de faisabilité technique, environnementale et économique et la déclaration PEB initiale sont jointes, par le déclarant PEB, au dossier de demande de permis. 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).

La faisabilité des systèmes de production alternative d'énergie suivants est envisagée:

- biomasse;
- panneaux solaires thermiques;
- panneaux solaires photovoltaïques;
- pompes à chaleur;
- réseau de chaleur;
- cogénération.
- combinaison solaire thermique et photovoltaïque.
- combinaison solaire thermique et pompes à chaleur.
- combinaison solaire thermique et biomasse.
- combinaison photovoltaïque et pompes à chaleur.
- combinaison photovoltaïque et biomasse.

Différents scénarios d'utilisation de ces systèmes sont étudiés de manière à définir les meilleurs moyens de couvrir les besoins pour atteindre un bilan technique, environnemental et économique optimal.

Cette étude présente les résultats et conclusions obtenus.

### **1. Description du projet**

Transformation et extension d'un restaurant

### **2. Présentation du bâtiment**

Le bâtiment est un bâtiment neuf ou assimilé à du neuf, présentant 1 unité(s) dont la destination est Non résidentielle (et une ou plusieurs unités « Communs » éventuelles).

#### **Caractéristiques du bâtiment**

Type de toiture	toiture inclinée
Surface brute de toiture (m²)	84
Surface d'utilisation	160
Volume protégé total* (m³)	969

Surface totale de déperditions\* (m²) 761

#### Indicateurs PEB

Niveau E spec\*\* (kWh/m².an) 300

Niveau K 26

\*\* La surface considérée pour définir le Espec est la surface utile totale du bâtiment.

		Entrée utilisateur	Unité
Paramètres financiers	Taux de TVA appliqué à l'investissement dans le système de production d'énergie	21	%
	Subsides solaire thermique	0	€
	Subsides photovoltaïque	0	€
	Subsides pompe à chaleur	0	€
	Subsides biomasse	0	€
Consommation d'électricité	Consommation d'électricité extraite des données PEB + estimation de la consommation des électroménagers des bâtiments résidentiels	5991	kWh
Bâtiment	Affectation du bâtiment	Non résidentielle	-
	Toiture	toiture inclinée	-
	Surface maximale brute de toiture	84	m²
	Estimation de l'ombrage sur la toiture	0	%
	Surface du local technique	5	m²
	Y a-t-il un besoin d'ECS durant les mois de mai à septembre ?	oui	-
	Nombre de douches dans le bâtiment	10	-
	Nombre de salles de bain dans le bâtiment	2	-
	Méthode d'estimation de la consommation d'ECS	nombre d'occupants (7j/7)	-
	Nombre d'occupants du bâtiment	0	pers
	Niveau de consommation individuel	40	l/pers.j

<b>Terrain environnant</b>	Surface de terrain disponible	0.0	m <sup>2</sup>
	Type de sol	Argileux sec	-
	Emplacement pour unité extérieure (PAC)	Disponible	-
	Avez-vous connaissance de l'existence d'un réseau de chaleur localisé à moins de 500 m (à vol d'oiseau) du bâtiment projeté?	non	-
	Volume disponible pour le stockage de combustible	0	m <sup>3</sup>
	Distance de transport entre le stockage de granulés et la chaudière	0	m
	Distance entre le stockage et la zone de livraison	0	m
	Différence de hauteur entre le stockage de granulés et la chaudière	0	m

### 3. Besoins énergétiques du bâtiment

Les besoins énergétiques du bâtiment proviennent soit de la PEB, soit d'une évaluation du logiciel EF sur base des données entrées par l'utilisateur.

#### Besoins nets de chaleur (kWh/an)

Chauffage	17669	PEB
ECS	0	Calcul EF
<b><u>TOTAL CHAUD</u></b>	<b>17669</b>	

#### Besoins nets de refroidissement (kWh/an)

Refroidissement	73	PEB
<b><u>TOTAL FROID</u></b>	<b>74</b>	

#### Consommation électrique totale (kWh/an)

Eclairage	4522	calcul EF ou PEB
Auxiliaires	1195	PEB
Froid	15	PEB
<b><u>TOTAL ELECTRICITE pour 1 unité</u></b>	<b>1210</b>	

La consommation liée à l'éclairage dépend de la méthodologie d'encodage choisie dans la PEB.

Si un éclairage par défaut est encodé dans la PEB mais qu'un éclairage performant est néanmoins prévu, la consommation liée à ce poste est recalculée dans le logiciel EF sur base d'une puissance surfacique de 12 W/m<sup>2</sup> et de la surface utile encodée dans le logiciel PEB. Dans les autres cas, la consommation issue de la PEB est utilisée.

### 4. Hypothèses

Les différentes hypothèses concernant les paramètres financiers, énergétiques, environnementaux, et techniques sont présentées en annexe.

## **5. Description des technologies**

### **Chaudière à pellets**

La 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 proposent 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).

### **Pompe à chaleur**

Le principe d'une pompe à chaleur est de transférer, via un cycle frigorifique fonctionnant grâce à un appoint mécanique (moteur électrique le plus souvent), l'énergie contenue dans une « source froide » gratuite (soit le milieu où l'énergie est captée) vers un autre milieu (source chaude). 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) disponibles en sortie. D'un point de vue énergétique, cette technologie est donc très intéressante si elle n'avait le désavantage de fonctionner en général à l'électricité du réseau qui est produite et transportée avec un rendement généralement faible (de l'ordre de 30 % à 40 %).

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

**La pompe à chaleur sol-eau** utilise le sol comme source froide. L'échangeur de chaleur horizontal consiste en un ou plusieurs circuits d'eau glycolée enterrés à une profondeur entre 1,2 et 1,5 m. La surface du capteur dépend des besoins de chaleur à couvrir et du type de sol.

Le système transmet la chaleur à l'eau du circuit de chauffage constitué d'émetteurs basse température (plancher chauffant, ventilo-convecteur).

**Dans le cas de la pompe à chaleur air-eau**, l'énergie est captée dans l'air extérieur. Le système transmet la chaleur à l'eau du circuit de chauffage constitué d'émetteurs basse température (plancher chauffant, ventilo-convecteur).

### **Réseau de chaleur**

Un réseau de chaleur fonctionne comme un circuit de chauffage central mais à l'échelle du quartier. Chaque bâtiment est raccordé au réseau via une sous-station équipée d'un échangeur de chaleur qui transfère la chaleur aux installations de chauffage et d'ECS du bâtiment.

### **Cogénération**

La cogénération est la production simultanée de chaleur et d'électricité.

L'installation est dimensionnée sur la base de la demande en chaleur. On parle de « cogénération de qualité » si une économie de 10 % de CO<sub>2</sub> est réalisée par rapport aux émissions de CO<sub>2</sub> d'une chaudière et d'une centrale électrique qui produiraient les mêmes quantités de chaleur et d'électricité.

## Panneaux solaires thermiques

Un ou plusieurs capteurs solaires thermiques sont utilisés pour capter l'énergie lumineuse du rayonnement solaire et la transmettre à un fluide caloporteur. Il existe différents types de capteurs (absorbeur, capteurs plans vitrés et capteurs à tubes sous vide).

## Solaire photovoltaïque

Les panneaux photovoltaïques sont constitués de cellules photovoltaïques qui produisent du courant continu à partir du rayonnement solaire. Ce courant est ensuite transformé en courant alternatif conforme au réseau par un onduleur.

Plusieurs technologies sont disponibles: monocristallins, polycristallins, amorphes ou en « couches minces ».

## 6. Analyse de pertinence

Le système de production d'énergie « traditionnel » utilisé comme référence dans la comparaison comporte un(e) Chaudière à eau chaude à condensation pour le chauffage des locaux.

Les technologies de production d'énergie renouvelable pour lesquelles un pré-dimensionnement chiffré ne se justifie pas sont rejetées sur base des arguments techniques résumés ci-dessous.

Les variantes sont analysées indépendamment l'une de l'autre et selon l'usage, à savoir chauffage, refroidissement et production d'électricité. Certaines technologies, comme la pompe à chaleur, peuvent avoir plusieurs finalités.

Solaire thermique	Photovoltaïque	Pompe à chaleur	Biomasse	Réseau de chaleur	Cogénération	ST + PV	ST + pompe à chaleur	ST + biomasse	PV + pompe à chaleur	PV + biomasse
-------------------	----------------	-----------------	----------	-------------------	--------------	---------	----------------------	---------------	----------------------	---------------

- technologies pertinentes, faisant l'objet d'un pré-dimensionnement indicatif, ainsi que d'une analyse économique, environnementale et énergétique.
- technologies potentiellement intéressantes mais devant faire l'objet d'une analyse complémentaire afin de vérifier leur pertinence.
- technologies non pertinentes pour le scénario considéré.

## Solaire thermique

- Une installation solaire thermique implique un besoin en ECS marqué durant les mois de mai à septembre. Si c'est le cas pour le projet étudié, il peut être judicieux d'installer des panneaux solaires thermiques. Nous vous invitons à évaluer la rentabilité d'un tel système en utilisant l'outil QuickScan Solaire Thermique, disponible sur le site de la région wallonne ou dans le logiciel PEB.

## Photovoltaïque:

- La toiture semble être de taille suffisante et inclinée de manière optimale (dans le cas d'une toiture inclinée) pour accueillir des panneaux solaires photovoltaïques

## Pompes à chaleur:

- Le type d'émetteurs considérés permet l'utilisation d'une **pompe à chaleur classique** (basse température). Un stockage d'eau chaude et un ballon d'eau morte sont/doivent être installés pour assurer un fonctionnement optimal. La taille du local technique semble appropriée pour accueillir les différents composants de la pompe à chaleur.

## Pompe à chaleur sol (eau glycolée) - eau:



- La surface de terrain disponible ne permet pas d'extraire suffisamment de puissance pour alimenter la pompe à chaleur.
  - **Pompe à chaleur air - eau:** Un emplacement extérieur est disponible pour permettre l'installation de l'unité extérieure de la pompe à chaleur.
  - **Pompe à chaleur air - air:** Un emplacement extérieur est disponible pour permettre l'installation de l'unité extérieure de la pompe à chaleur comme générateur de chauffage.
  - La puissance de chauffage est trop élevée pour utiliser une pompe à chaleur air-air en détente directe.

#### **Chaudière à pellets:**

- L'emplacement prévu pour le stockage est insuffisant pour un remplissage annuel. Veuillez prévoir un espace plus grand. Des solutions existent pour le stockage à l'extérieur (sous abri) ou dans le sol. Ces solutions ne sont pas envisagées par le logiciel.
- L'utilisation d'un poêle à pellets nécessite des besoins en chaleur du bâtiment suffisamment faibles (inférieurs à 10W/m<sup>2</sup>) pour garantir le confort dans toutes les pièces de vie.
- Un poêle à pellets (chauffage local) ne peut pas servir à la production combinée de chauffage et d'ECS.

#### **Réseau de chaleur:**

- Le raccordement à un réseau de chaleur distant de plus de 500 m n'est pas envisageable pour un bâtiment de cette taille. Aucune possibilité de connexion à un réseau de chaleur connu de l'utilisateur. **A noter :** Plusieurs réseaux de chaleur plus ou moins importants sont exploités en Wallonie. L'administration communale du lieu où est situé le bâtiment peut vous aider à identifier la présence ou le projet de construction d'un réseau de chaleur à proximité (maximum 500 mètres à vol d'oiseau). Dans l'affirmative, les possibilités de raccordement méritent d'être étudiées en détails, en particulier si le bâtiment est située dans une zone densément peuplée et s'inscrit dans un projet de développement urbain plus important (quartier, site, lotissement,...).

#### **Cogénération:**

- Le besoin de chaleur pour le chauffage (issu de la PEB) est a priori suffisant pour envisager l'installation d'un système de cogénération. D'autres critères doivent cependant également être satisfaits, en particulier:
  - Une distribution de chaleur la plus constante possible sur l'année, afin que le moteur du cogénérateur tourne minimum 2500 heures par an (idéalement 4000 heures/an et au-delà)
  - La connaissance des profils détaillés d'utilisation de l'électricité et de la chaleur dans le bâtiment (ou la partie du bâtiment) desservie par l'installation.
  - Un code EAN unique auquel associer l'électricité produite par le cogénérateur. Pour un immeuble de logements collectifs, seuls les « Communs » seront donc alimentés en électricité produite par cogénération. L'électricité produite en excès au niveau des communs sera réinjectée sur le réseau.

- Le dimensionnement fin d'une cogénération est complexe et dépend énormément du profil d'utilisation de la chaleur, impossible à modéliser dans cet outil. L'outil COGENsim est disponible gratuitement sur le site portail de l'énergie en Wallonie pour effectuer un dimensionnement plus précis. Vous pouvez également vous adresser à un bureau agréé pour les études de faisabilité énergies renouvelables/cogénération en Wallonie.

## 7. Caractéristiques techniques des systèmes étudiés

Les dimensionnements de la solution de référence ainsi que des différentes technologies renouvelables étudiées sont reprises au tableau ci-dessous.

Technologie de base	
Générateur de chaleur (chauffage)	Chaudière à condensation
Vecteur	Gaz
Puissance	13 kW
Rendement (sur PCS)	91
Rendement de distribution, émission et stockage	85
Panneaux photovoltaïques	
Puissance du système (kWc)	11.1
Surface estimée des panneaux (m²)	71.1
% de surface utile de la toiture couverte par les panneaux PV	84
Inclinaison des capteurs (°)	13
Orientation des capteurs	sud ouest
Montant de l'aide à la production	1285
Pompe à chaleur air - eau	
COP <sub>test</sub> dans les conditions A2/W35	3.1
Puissance de la pompe à chaleur air - eau (kW)	13 (dans les conditions A2/W45)
Coefficient de performance saisonnier - SPF (sans la résistance électrique éventuelle)	2.83
Pourcentage de couverture (besoins) de la résistance électrique	20
Volume tampon (litres)	219
Pompe à chaleur air - air	
COP <sub>test</sub> dans les conditions A2/A20	3.2
Puissance de la pompe à chaleur air - air (kW)	13 (dans les conditions A2/A20)
Coefficient de performance saisonnier - SPF (sans la résistance électrique éventuelle)	3.20
Pourcentage de couverture (besoins) de la résistance électrique	20
Pompe à chaleur air - eau + PV	
COP <sub>test</sub> dans les conditions A2/W35	3.1
Puissance de la pompe à chaleur air - eau (kW)	Puissance 13 (dans les conditions A2/W45)
Coefficient de performance saisonnier (sans l'impact de la résistance électrique éventuelle) - SPF	2.83

Pourcentage de couverture (besoins) de la résistance électrique	20
Volume tampon (litres)	219
Puissance du système PV (kWc)	11.1
Surface estimée des panneaux (m <sup>2</sup> )	71.1
% de surface utile de la toiture couverte par les panneaux PV	84
Inclinaison des capteurs (°)	13
Orientation des capteurs	sud ouest
Montant de l'aide à la production	1285
<b>Pompe à chaleur air - air + PV</b>	
COP <sub>test</sub> dans les conditions A2/A20	3.2
Puissance de la pompe à chaleur air - air (kW)	Puissance 13 (dans les conditions A2/A20)
Coefficient de performance saisonnier - SPF	3.20
Puissance du système PV (kWc)	11.1
Surface estimée des panneaux (m <sup>2</sup> )	71.1
% de surface utile de la toiture couverte par les panneaux PV	84
Inclinaison des capteurs (°)	13
Orientation des capteurs	sud ouest
Montant de l'aide à la production	1285

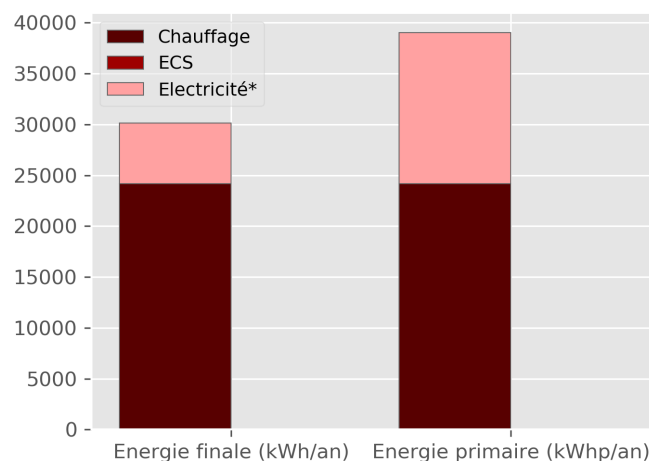
Photovoltaïque		PAC air-air		PAC air-eau	
Bilan énergétique		Bilan énergétique		Bilan énergétique	
Production d'électricité verte (kWh/an)	9885.0	Energie primaire économisée par rapport à la référence (kWh/an)	-1716.0	Energie primaire économisée par rapport à la référence (kWh/an)	-3361.0
Production spécifique (kWh/kWc)	889.0				
Energie primaire économisée par rapport à la référence (kWh/an)	24712.0				
Bilan économique		Bilan économique		Bilan économique	
Investissement (€, hors TVA, hors subsides)	16552.0	Investissement (€, hors TVA, hors subsides)	9739	Investissement (€, hors TVA, hors subsides)	10363
Coût d'investissement spécifique (€/kWc, hors TVA, hors subsides)	1489.0	Taux de rentabilité interne (%)	0	Taux de rentabilité interne (%)	0
Taux de rentabilité interne (%)	3.4	Temps de retour simple (années)	supérieur à 20 ans	Temps de retour simple (années)	supérieur à 20 ans
Temps de retour simple (années)	15.7	Valeur actualisée nette (€)	-23069	Valeur actualisée nette (€)	-26339
Valeur actualisée nette (€)	-4343.0	La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20	La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20
La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20.0				
Bilan environnemental		Bilan environnemental		Bilan environnemental	
CO2 économisé par rapport à la référence (kg/an)	2738.0	CO2 économisé par rapport à la référence (kg/an)	1278.0	CO2 économisé par rapport à la référence (kg/an)	1096.0

PV + PAC air-air		PV + PAC air-eau	
Bilan énergétique		Bilan énergétique	
Production d'électricité verte (kWh/an)	11726.0	Production d'électricité verte (kWh/an)	11726.0
Production spécifique (kWh/kWc)	889.0	Production spécifique (kWh/kWc)	889.0
Energie primaire économisée (PV+PAC) par rapport à la référence (kWh/an)	27599.0	Energie primaire économisée (PV+PAC) par rapport à la référence (kWh/an)	25954.0
Bilan économique		Bilan économique	
Investissement brut (PV+PAC) (€, hors subsides)	31701	Investissement brut (PV+PAC) (€, hors subsides)	32324
Taux de rentabilité interne (%)	0.0	Taux de rentabilité interne (%)	0.0
Temps de retour simple (années)	supérieur à 20 ans	Temps de retour simple (années)	supérieur à 20 ans
Valeur actualisée nette (€)	-31115	Valeur actualisée nette (€)	-34386
La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20	La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20
Bilan environnemental		Bilan environnemental	
CO2 économisé (PV+PAC) par rapport à la référence (kg/an)	4526.0	CO2 économisé (PV+PAC) par rapport à la référence (kg/an)	4344.0

## 8. Résultats

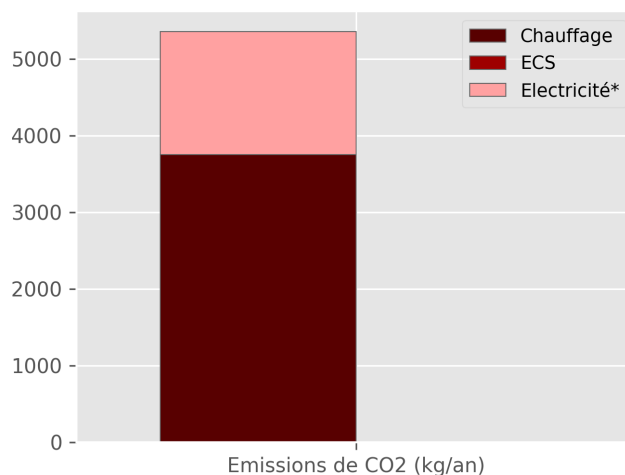
Les **consommations d'énergie primaire** nécessaires peuvent être estimées ainsi que les **émissions globales de CO<sub>2</sub>** associées.

### Consommation pour la technologie de référence



\*éclairage, auxiliaires, froid éventuel

### Emissions de CO<sub>2</sub> annuelles pour la technologie de référence



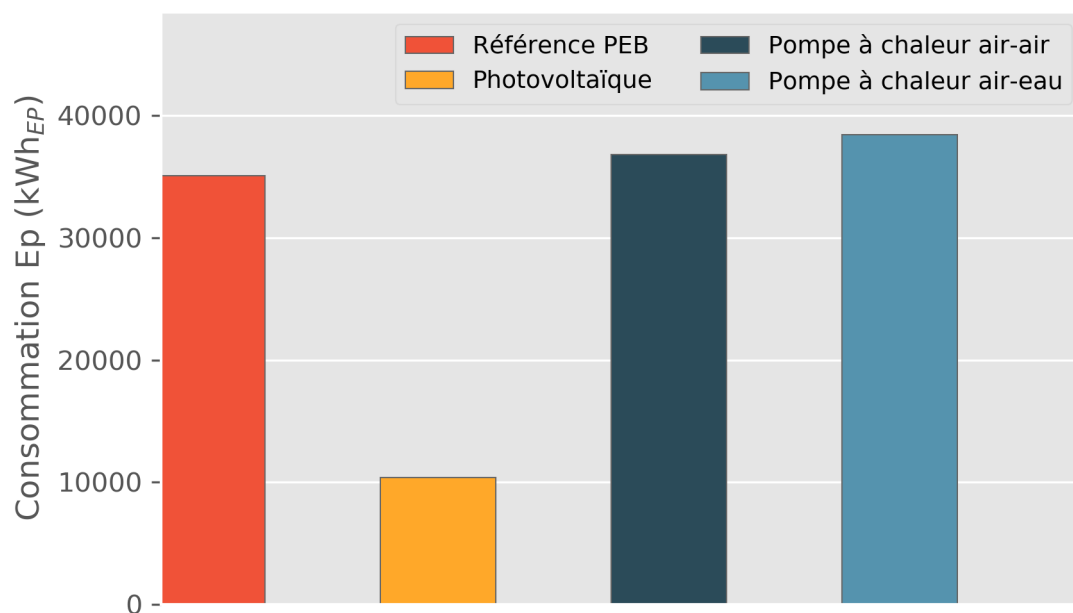
\*éclairage, auxiliaires, froid éventuel

Le tableau ci-dessous reprend les résultats de bilans environnementaux, économiques et énergétiques de la solution de référence et des différentes technologies renouvelables étudiées

### 8.1 Analyse énergétique

#### Technologies seules

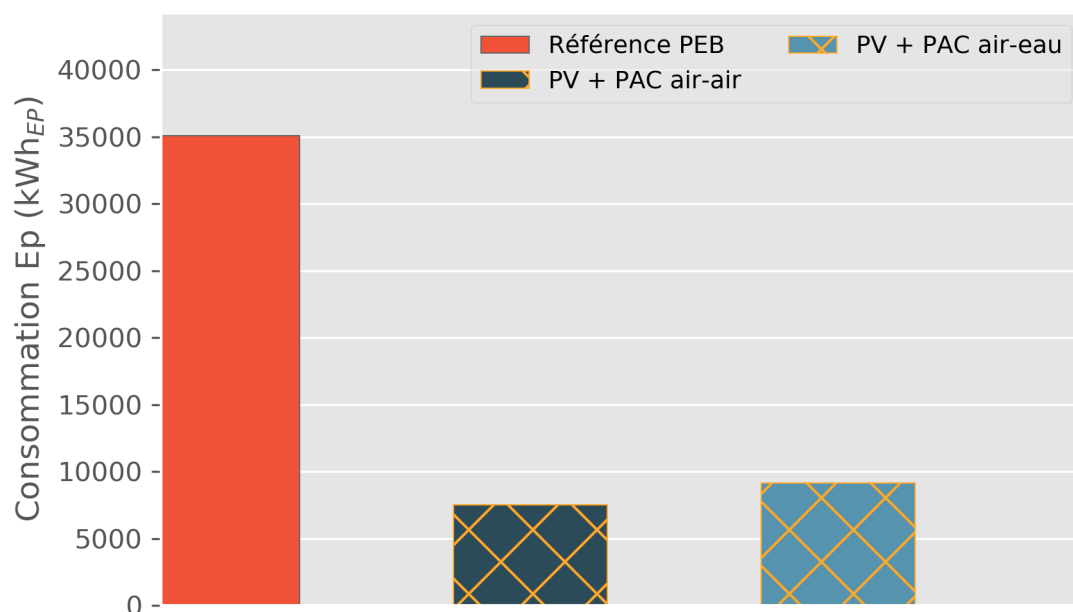
La consommation globale en énergie primaire (chauffage, refroidissement, auxiliaires et éclairage) est illustrée pour chacune des technologies sur le graphique suivant



Plus la valeur obtenue pour la situation avec énergie renouvelable est inférieure à la valeur de référence, plus la consommation en énergie primaire économisée est importante.

### Technologies combinées

La consommation globale en énergie primaire (chauffage, refroidissement, auxiliaires et éclairage) est illustrée pour chaque combinaison de technologies choisie sur le graphique suivant

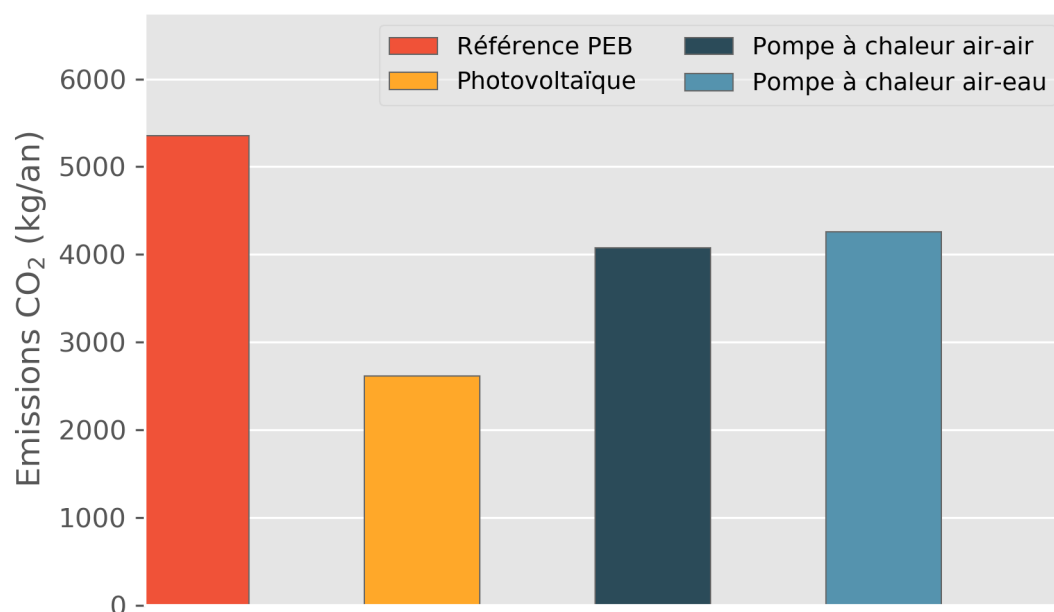


Plus la valeur obtenue pour la situation avec énergie renouvelable est inférieure à la valeur de référence, plus la consommation en énergie primaire économisée est importante.

## 8.2 Analyse environnementale

### *Technologies seules*

Les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> pour le chauffage, le refroidissement, les auxiliaires et l'éclairage sont illustrées pour chacune des technologies sur le graphique suivant.

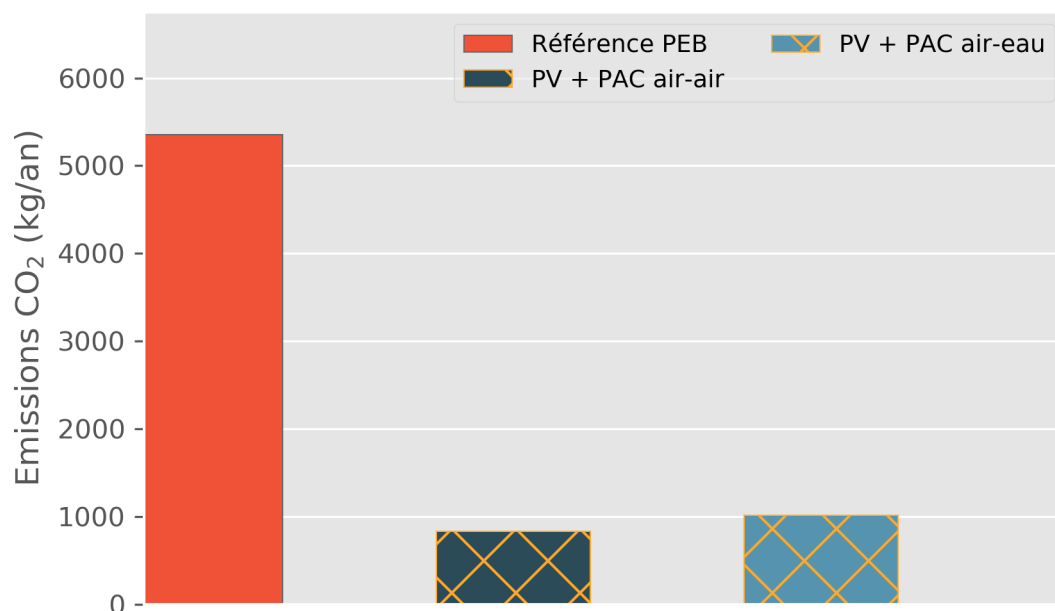


Plus l'écart entre la référence et le scénario avec énergie renouvelable est important, plus les émissions de CO<sub>2</sub> évitées sont importantes

### *Technologies combinées*

Les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> pour le chauffage, le refroidissement, les auxiliaires et l'éclairage sont illustrées pour chacune des combinaisons de technologies choisies sur le graphique suivant.





Plus l'écart entre la référence et le scénario avec énergie renouvelable est important, plus les émissions de CO<sub>2</sub> évitées sont importantes

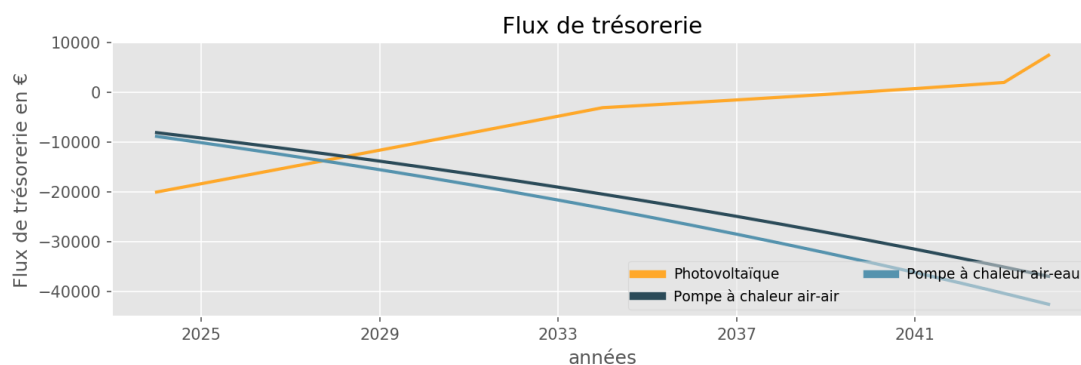
### 8.3 Analyse économique

#### Technologies seules

	Investissement (€ TVAC, hors subsidés*)	Frais opérationnels (€ TVAC)	TRS (ans)	VAN (€) sur 20 ans	TRI (%)
Référence	3694	55	-	-	-
Solaire photovoltaïque	20027	150	supérieur à 20 ans	-4343	0
Pompe à chaleur air-eau	12539	125	supérieur à 20 ans	-26339	0
Pompe à chaleur air-air	11784	118	supérieur à 20 ans	-23069	0

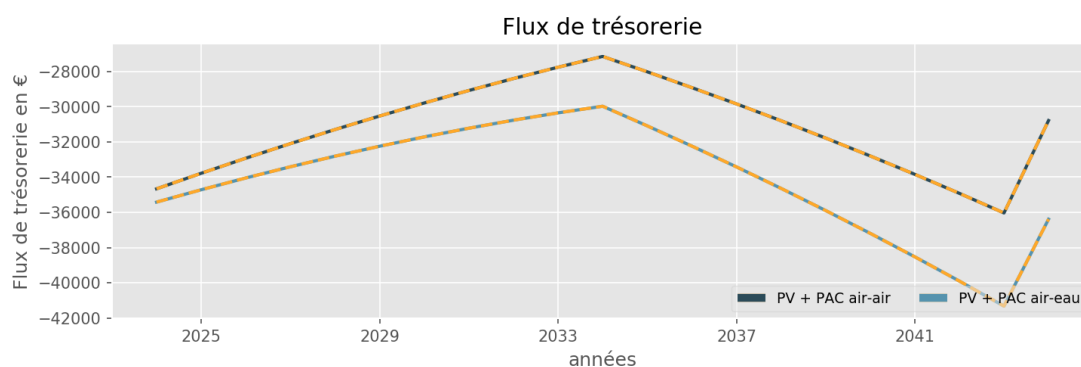
Le logiciel présente des **graphiques financiers relatifs**. Cela signifie que:

- lorsque le producteur de chaleur est remplacé (pompes à chaleur et biomasse), le coût d'investissement correspond à un surcoût: le coût de la technologie étudiée, moins celui de la technologie de référence
- lorsque le producteur de chaleur est conservé (solaire thermique et photovoltaïque), le coût d'investissement correspond uniquement à celui de la technologie étudiée



### Technologies combinées

	Investissement (€ TVAC, subsidés déduits)	Frais opérationnels (€ TVAC)	TRS (ans)	VAN (€) sur 20 ans	TRI (%)
Référence	3694	55	-	-	-
Pompe à chaleur air-eau + PV	39113	-325	supérieur à 20 ans	-34386	0.0
Pompe à chaleur air-air + PV	38358	-317	supérieur à 20 ans	-31115	0.0



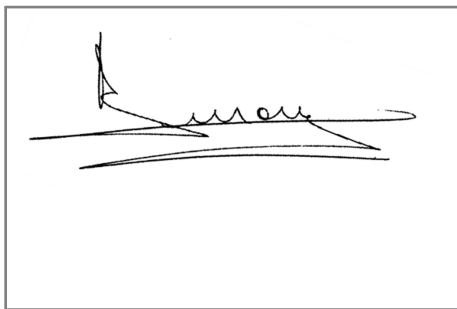
## 9. Conclusions de l'auteur de l'étude quant au choix des technologies qu'il propose de retenir

Sur base des différentes technologies étudiées, les conclusions de l'auteur de l'étude de faisabilité sont les suivantes:

Une installation photovoltaïque semble intéressante, elle peut être couplée avec une PAC.

Signature de l'auteur de l'Etude de  
Faisabilité

Signature du déclarant PEB



## 10. Annexes

Hypothèses propres au bâtiment	Valeurs de la base de données	Valeurs utilisateur	Justification
Besoin net en chauffage (kWh)	17669		
Rendement d'émission du système de chauffage individuel	0.89		
Rendement d'émission du système de chauffage collectif	0.85		
Estimation du coût du système d'émission (hydraulique) (€)	0.00		
Estimation du coût du système de distribution hydraulique (€)	0.00		
Rendement de distribution du système de chauffage (dans le volume protégé)	1.00		
Rendement de distribution du système de chauffage (hors volume protégé)	0.95		
Rendement de stockage du chauffage (dans le volume protégé)	1.00		
Rendement de stockage du chauffage (hors volume protégé)	0.97		
<b>Paramètres financiers généraux</b>			
Période d'évaluation pour le résidentiel (années)	20		
Période d'évaluation pour le non-résidentiel (années)	20		

Taux d'actualisation pour le résidentiel (-)	5.0		
Taux d'actualisation pour le non-résidentiel (-)	6.5		
Taux d'inflation applicable à tous les coûts hors énergie (-)	2.0		
Evolution du prix de l'électricité (-)	3.0		
Evolution du prix de l'électricité injectée sur le réseau (-)	3.0		
Evolution du prix du gaz (-)	3.0		
Evolution du prix du propane (-)	3.0		
Evolution du prix du pellet (-)	3.0		
Evolution du prix du mazout (-)	3.0		
<b>Prix de l'énergie</b>			
Prix de l'électricité (€ HTVA/kWh)	0.2181		
Prix de l'électricité injectée sur le réseau (€ HTVA/kWh)	0.0450		
Prix du gaz (€ HTVA/kWh)	0.0537		
Prix du propane (€ HTVA/kWh)	0.0570		
Prix du pellet (€ HTVA/kWh)	0.0421		
Prix du mazout (€ HTVA/l)	0.6109		
<b>Facteurs de conversion en kWh</b>			
Facteur de conversion en kWh pour le mazout (kWh/l)	10.78		
<b>Coefficients d'émission de CO<sub>2</sub></b>			
Emissions de CO <sub>2</sub> liée à la production d'électricité (kg CO <sub>2</sub> /kWh <sub>p</sub> )	0.111		
Emissions de CO <sub>2</sub> liée à la combustion du gaz naturel (kg CO <sub>2</sub> /kWh <sub>p</sub> )	0.182		

Emissions de CO <sub>2</sub> liée à la combustion du propane (kg CO <sub>2</sub> /kWh <sub>p</sub> )	0.221		
Emissions de CO <sub>2</sub> liées à la combustion du mazout (kg CO <sub>2</sub> /kWh <sub>p</sub> )	0.252		
Emissions de CO <sub>2</sub> liées à la combustion de pellets (kg CO <sub>2</sub> /kWh <sub>p</sub> )	0.011		
<b>Facteurs de conversion en énergie primaire</b>			
Facteur de conversion en énergie primaire pour l'électricité (-)	2.5		
Facteur de conversion en énergie primaire pour le gaz naturel (-)	1.0		
Facteur de conversion en énergie primaire pour le propane (-)	1.0		
Facteur de conversion en énergie primaire pour le mazout (-)	1.0		
Facteur de conversion en énergie primaire pour la biomasse (pellets) (-)	1.0		
<b>Solaire thermique</b>			
Surface brute de capteur (m <sup>2</sup> )	2.5		
Rendement de production du capteur solaire thermique plan vitré (-)	0.5		
Hauteur angulaire du soleil pour éviter l'ombrage entre deux rangées de capteurs (°)	20		
Coût de maintenance (% du coût d'investissement)	0.5		
Durée de vie du système solaire thermique dans le résidentiel (ans)	20		
Durée de vie du système solaire thermique dans le tertiaire (ans)			
<b>Photovoltaïque</b>			
Irradiation solaire moyenne sur une surface orientée sud et inclinée à 35° (kWh/m <sup>2</sup> .an)	1166		

Seuil de puissance en-dessous duquel le principe de compensation s'applique (kWc)	10.0		
Taille d'un module PV standard (m²)	1.60		
Ratio de performance du système PV (-)	82.0		
Hauteur angulaire du soleil pour éviter l'ombrage entre deux rangées de panneaux (°)	17.0		
Inclinaison par défaut considérée pour un toit plat (°)	15.0		
Coût de maintenance (% du coût d'investissement)	0.8		
Durée de vie du système solaire photovoltaïque dans le résidentiel (ans)	20		
Durée de vie du système solaire photovoltaïque dans le tertiaire (ans)	25		
<b>Pompe à chaleur sol-eau</b>			
Coût de maintenance d'une PAC sol (eau glycolée)-eau dans le résidentiel (% du coût d'investissement)	0.5		
Coût de maintenance d'une PAC sol (eau glycolée)-eau dans le tertiaire (% du coût d'investissement)	0.5		
Durée de vie d'une PAC sol (eau glycolée)-eau dans le résidentiel (ans)	20		
Durée de vie d'une PAC sol (eau glycolée)-eau dans le tertiaire (ans)	20		
COP <sub>test</sub> dans les conditions B0/W35	4.30		
COP dans les conditions B0/W45	3.50		
COP dans les conditions B0/W55	2.80		

<b>Pompe à chaleur air-eau</b>			
Coût de maintenance d'une PAC air-eau dans le résidentiel (% du coût d'investissement)	1.0		
Coût de maintenance d'une PAC air-eau dans le tertiaire (% du coût d'investissement)	1.0		
Durée de vie d'une PAC air-eau dans le résidentiel (ans)	20		
Durée de vie d'une PAC air-eau dans le tertiaire (ans)	20		
COP <sub>test</sub> dans les conditions A2/W35	3.10		
COP dans les conditions A2/W45	2.60		
COP dans les conditions A2/W55	1.68		
<b>Pompe à chaleur air-air</b>			
Coût de maintenance d'une PAC air-air dans le résidentiel (% du coût d'investissement)	1.0		
Coût de maintenance d'une PAC air-air dans le tertiaire (% du coût d'investissement)	1.0		
Durée de vie d'une PAC air-air dans le résidentiel (ans)	20		
Durée de vie d'une PAC air-air dans le tertiaire (ans)	20		
COP dans les conditions A2/A20	3.20		
<b>Biomasse</b>			
Coût de maintenance (% du coût d'investissement)	1.5		
Durée de vie d'une chaudière à pellets dans le résidentiel (ans)	20		
Durée de vie d'un poêle à pellets dans le résidentiel (ans)	20		

Durée de vie d'une chaudière à pellets dans le tertiaire (ans)	25		
Durée de vie d'un poêle à pellets dans le tertiaire (ans)	25		
Rendement de production (PCS) de la chaudière à pellets pour le chauffage (-)	0.92		
Rendement de production (PCS) du poêle à pellets pour le chauffage (-)	0.70		