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 m²)

Rapport Étude de Faisabilité « Crèche »
Scénario 1
07-07-2026
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: Crèche
Adresse: 11, Rue des Moulins
Localité: 1390 Archennes
Numéro de dossier RWPEB:

Table des matières

Table des matières 2

Etude de faisaibilité 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 9

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)

srl.Energ-Ir

Mme.Smeets Muriel

Rue de la station 63A

1360 Perwez

AEF-00288

Identité et coordonnée du déclarant PEB :

ASBL Centre régional de la famille et de l'Enfance

Mr.Antoine André

Chaussée de Wavre 4

1360 Perwez

Identité et coordonnées de l'architecte :

DS Architecture

Mr. Dehaspe Yves

Rue de la station 5

1390 Grez-Doiceau

Identité et coordonnées du responsable PEB :

srl.Energ-Ir

Mme.Smeets Muriel

Rue de la station 63A

1360 Perwez

Etude de faisaibilité

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

Construction d'une nouvelle crèche

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)	425
Surface d'utilisation	-1343
Volume protégé total* (m³)	2964

Surface totale de déperditions* (m²)	1550
Indicateurs PEB	
Niveau E spec** (kWh/m².an)	-28
Niveau K	20

** 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	-30734	kWh
Bâtiment	Affectation du bâtiment	Non résidentielle	-
	Toiture	toiture inclinée	-
	Surface maximale brute de toiture	425	m²
	Estimation de l'ombrage sur la toiture	0	%
	Surface du local technique	10	m²
	Y a-t-il un besoin d'ECS durant les mois de mai à septembre ?	oui	-
	Nombre de douches dans le bâtiment	1	-
	Nombre de salles de bain dans le bâtiment	1	-
	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

Terrain environnant	Surface de terrain disponible	1000.0	m²
	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?	oui	-
	Volume disponible pour le stockage de combustible	10	m³
	Distance de transport entre le stockage de granulés et la chaudière	5	m
	Distance entre le stockage et la zone de livraison	5	m
	Différence de hauteur entre le stockage de granulés et la chaudière	5	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	19266	PEB
ECS	0	Calcul EF
TOTAL CHAUD	**19266**	
Besoins nets de refroidissement (kWh/an)		
Refroidissement	3874	PEB
TOTAL FROID	**3875**	
Consommation électrique totale (kWh/an)		
Eclairage	-37876	calcul EF ou PEB
Auxiliaires	3237	PEB
Froid	862	PEB
TOTAL ELECTRICITE pour 1 unité	**4099**	

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/m² 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 présentés 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 brulés, 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_2 est réalisée par rapport aux émissions de CO_2 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) Pompe à chaleur 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.

Chaudière à pellets:

- Le local prévu pour le stockage des pellets semble approprié, tant en termes de taille que de distance par rapport à la chaudière, de facilité d'accès pour la livraison ou de différence de hauteur entre la chaudière et le stockage. La surface du local technique semble suffisante pour accueillir une chaudière à pellets et son ballon de stockage ou d'eau morte.

Poêle à pellets:

- Un poêle à pellets (chauffage local) ne peut pas servir à la production combinée de chauffage et d'ECS.

Réseau de chaleur:

- Un réseau de chaleur distant de moins de 500 m a été identifié. La connexion à ce réseau peut s'avérer intéressante, en particulier si le bâtiment s'inscrit dans un développement plus important (quartier, site, lotissement,…). **A noter** : La puissance disponible sur le réseau est un paramètre déterminant, de même que le type de combustible utilisé pour produire la chaleur, qui détermine le caractère durable du réseau.

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	22 kW
Rendement (sur PCS)	396
Rendement de distribution, émission et stockage	85
Panneaux photovoltaïques	
Puissance du système (kWc)	-55.2
Surface estimée des panneaux (m²)	-353.6
% de surface utile de la toiture couverte par les panneaux PV	-83
Inclinaison des capteurs (°)	15
Orientation des capteurs	sud
Montant de l'aide à la production	-10065
Pompe à chaleur air - eau	
COP_{test} dans les conditions A2/W35	3.1
Puissance de la pompe à chaleur air - eau (kW)	22 (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)	375
Pompe à chaleur air - air	
COP_{test} dans les conditions A2/A20	3.2
Puissance de la pompe à chaleur air - air (kW)	22 (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
Chaudière biomasse	
Puissance de la chaudière à pellets (kW)	22
Rendement (sur PCS, en %)	92
Volume tampon (litres)	938
Stockage de combustible (m³)	7.2 (pour 1 remplissage annuel)
Pompe à chaleur air - eau + PV	
COP_{test} dans les conditions A2/W35	3.1
Puissance de la pompe à chaleur air - eau (kW)	Puissance 22 (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)	375
Puissance du système PV (kWc)	-55.2
Surface estimée des panneaux (m²)	-353.6
% de surface utile de la toiture couverte par les panneaux PV	-83
Inclinaison des capteurs (°)	15
Orientation des capteurs	sud
Montant de l'aide à la production	-10065
Pompe à chaleur air - air + PV	
COP_{test} dans les conditions A2/A20	3.2
Puissance de la pompe à chaleur air - air (kW)	Puissance 22 (dans les conditions A2/A20)
Coefficient de performance saisonnier - SPF	3.20
Puissance du système PV (kWc)	-55.2
Surface estimée des panneaux (m²)	-353.6
% de surface utile de la toiture couverte par les panneaux PV	-83
Inclinaison des capteurs (°)	15
Orientation des capteurs	sud
Montant de l'aide à la production	-10065
Chaudière biomasse + PV	
Puissance de la chaudière à pellets (kW)	22
Rendement (sur PCS, en %)	92
Volume tampon (litres)	938
Stockage de combustible (m³)	7.2 (pour 1 remplissage annuel)
Puissance du système PV (kWc)	-55.2
Surface estimée des panneaux (m²)	-353.6
% de surface utile de la toiture couverte par les panneaux PV	-83
Inclinaison des capteurs (°)	15
Orientation des capteurs	sud
Montant de l'aide à la production	-10065

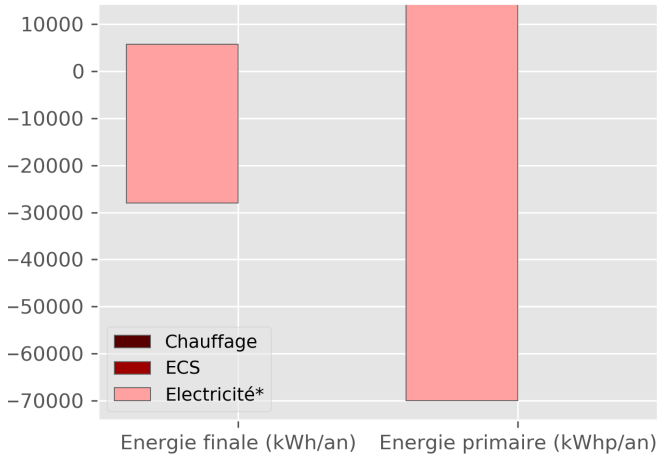
Photovoltaïque		PAC air-air		PAC air-eau		Chaudière à pellets	
Bilan énergétique		**Bilan énergétique**		**Bilan énergétique**		**Bilan énergétique**	
Production d'électricité verte (kWh/an)	-50711.0	Energie primaire économisée par rapport à la référence (kWh/an)	216513.0	Energie primaire économisée par rapport à la référence (kWh/an)	214719.0	Energie primaire économisée par rapport à la référence (kWh/an)	217336.0
Production spécifique (kWh/kWc)	918.0						
Energie primaire économisée par rapport à la référence (kWh/an)	-126778.0						
Bilan économique		**Bilan économique**		**Bilan économique**		**Bilan économique**	
Investissement (€, hors TVA, hors subsides)	-66915.0	Investissement (€, hors TVA, hors subsides)	17329.0	Investissement (€, hors TVA, hors subsides)	12622.0	Investissement (€, hors TVA, hors subsides)	15181.0
Coût d'investissement spécifique (€/kWc, hors TVA, hors subsides)	1211.0	Taux de rentabilité interne (%)	139.6	Taux de rentabilité interne (%)	209.4	Taux de rentabilité interne (%)	181.3
Taux de rentabilité interne (%)	26.6	Temps de retour simple (années)	0.7	Temps de retour simple (années)	0.5	Temps de retour simple (années)	0.6
Temps de retour simple (années)	0.0	Valeur actualisée nette (€)	297825.0	Valeur actualisée nette (€)	300245.0	Valeur actualisée nette (€)	333029.0
Valeur actualisée nette (€)	-188396.0	La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20.0	La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20.0	La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20.0
La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20.0						
Bilan environnemental		**Bilan environnemental**		**Bilan environnemental**		**Bilan environnemental**	
CO2 économisé par rapport à la référence (kg/an)	-14047.0	CO2 économisé par rapport à la référence (kg/an)	41139.0	CO2 économisé par rapport à la référence (kg/an)	40940.0	CO2 économisé par rapport à la référence (kg/an)	43583.0

PV + PAC air-air		PV + PAC air-eau		PV + chaudière à pellets	
Bilan énergétique		**Bilan énergétique**		**Bilan énergétique**	
Production d'électricité verte (kWh/an)	-34638.0	Production d'électricité verte (kWh/an)	-33454.0	Production d'électricité verte (kWh/an)	-50711.0
Production spécifique (kWh/kWc)	918.0	Production spécifique (kWh/kWc)	918.0	Production spécifique (kWh/kWc)	918.0
Energie primaire économisée (PV+PAC) par rapport à la référence (kWh/an)	129917.0	Energie primaire économisée (PV+PAC) par rapport à la référence (kWh/an)	131083.0	Energie primaire économisée (PV+biomasse) par rapport à la référence (kWh/an)	90558.0
Bilan économique		**Bilan économique**		**Bilan économique**	
Investissement brut (PV+PAC) (€, hors subsides)	-27872.0	Investissement brut (PV+PAC) (€, hors subsides)	-30980.0	Investissement brut (PV+biomasse) (€, hors subsides)	-51734.0
Taux de rentabilité interne (%)	0.0	Taux de rentabilité interne (%)	0.0	Taux de rentabilité interne (%)	0.0
Temps de retour simple (années)	0.0	Temps de retour simple (années)	0.0	Temps de retour simple (années)	0.0
Valeur actualisée nette (€)	168513.0	Valeur actualisée nette (€)	175286.0	Valeur actualisée nette (€)	144633.0
La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20.0	La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20.0	La période de calcul pour la valeur actualisée nette (années)	20.0
Bilan environnemental		**Bilan environnemental**		**Bilan environnemental**	
CO2 économisé (PV+PAC) par rapport à la référence (kg/an)	31544.0	CO2 économisé (PV+PAC) par rapport à la référence (kg/an)	31674.0	CO2 économisé (PV+biomasse) par rapport à la référence (kg/an)	29536.0

8. Résultats

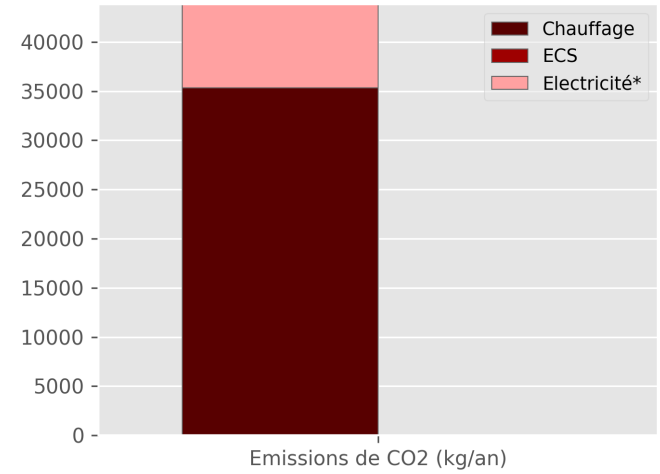
Les **consommations d'énergie primaire** nécessaires peuvent être estimées ainsi que les **émissions globales de CO_2** associées.

Consommation pour la technologie de référence



*éclairage, auxiliaires, froid éventuel

Emissions de CO_2 annuelles pour la technologie de référence



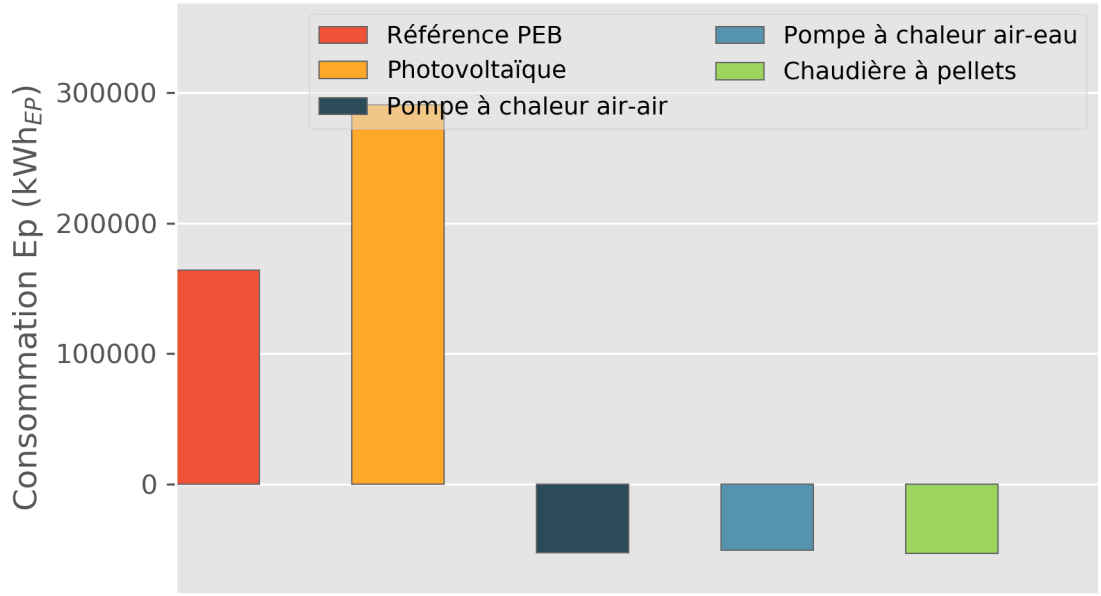
*éclairage, auxiliaires, froid éventuel

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

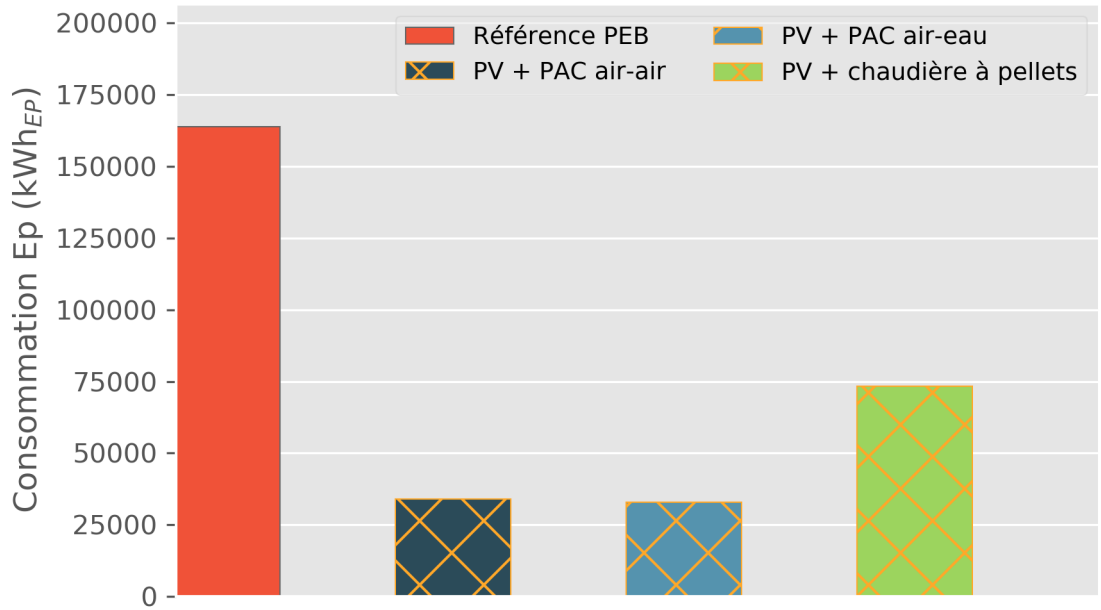
La consommation globale en énergie primaire (chauffage, refroidissement, auxiliaires et éclairage) est illustrée pour chacune des technologies sur le graphique suivant



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 chacque combinaison de technologies choisie sur le graphique suivant

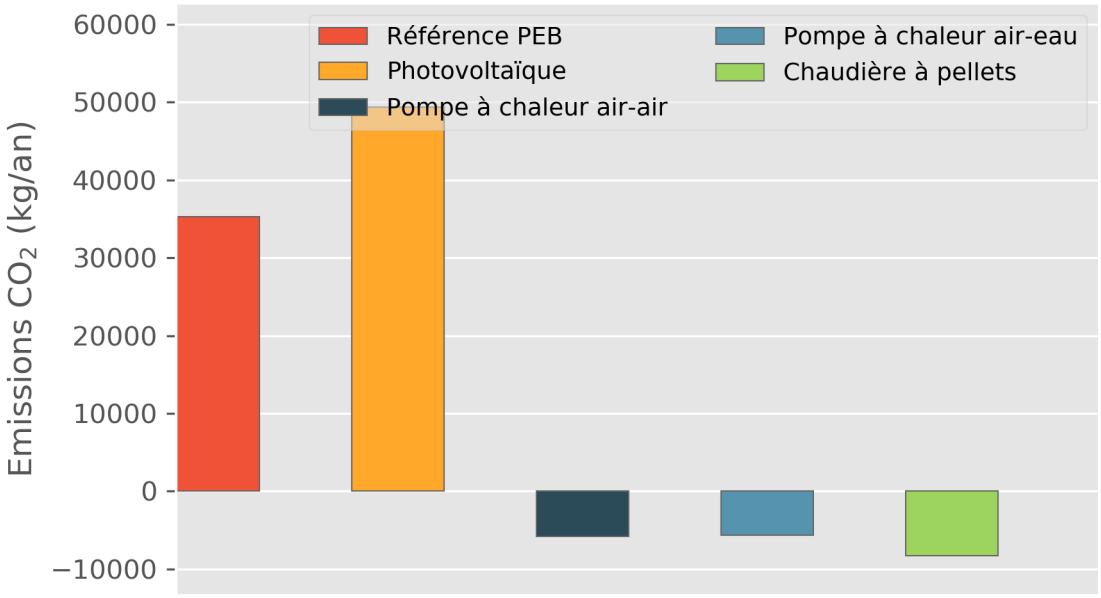


Plus la valeur obtenue pour la situation avec énergie renouvelable est inférieure à la valeur de référence, plus la consommation en énergie primaire économisée est importante.

8.2 Analyse environnementale

Technologies seules

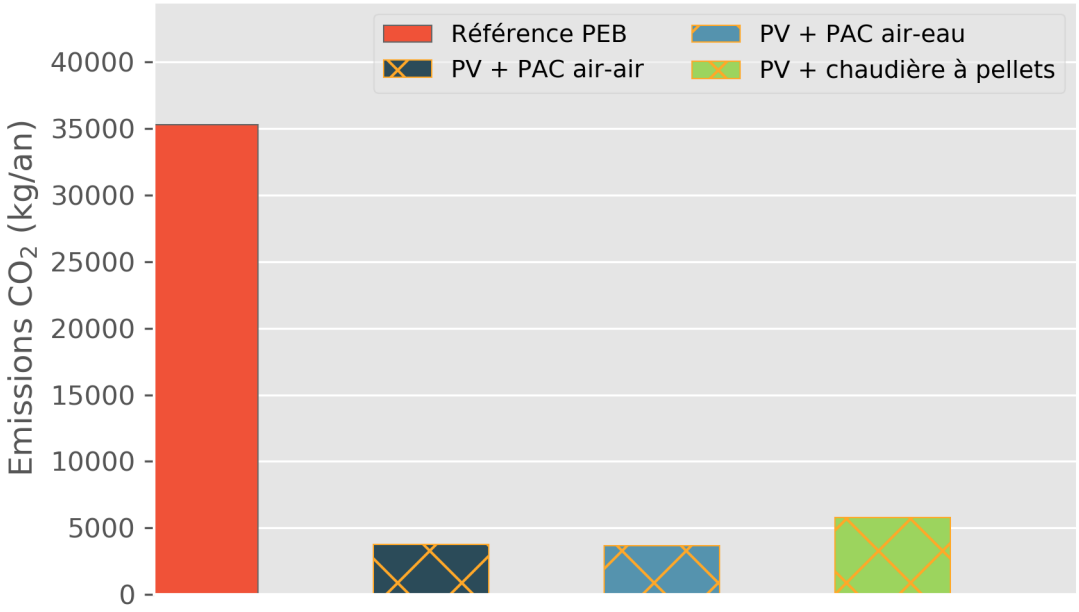
Les émissions annuelles de CO_2 pour le chauffage, le refroidissement, les auxiliaires et l'éclairage sont illustrées pour chacune des technologies sur le graphique suivant.



Plus l'écart entre la référence et le scénario avec énergie renouvelable est important, plus les émissions de CO_2 évitées sont importantes

Technologies combinées

Les émissions annuelles de CO_2 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_2 évitées sont importantes

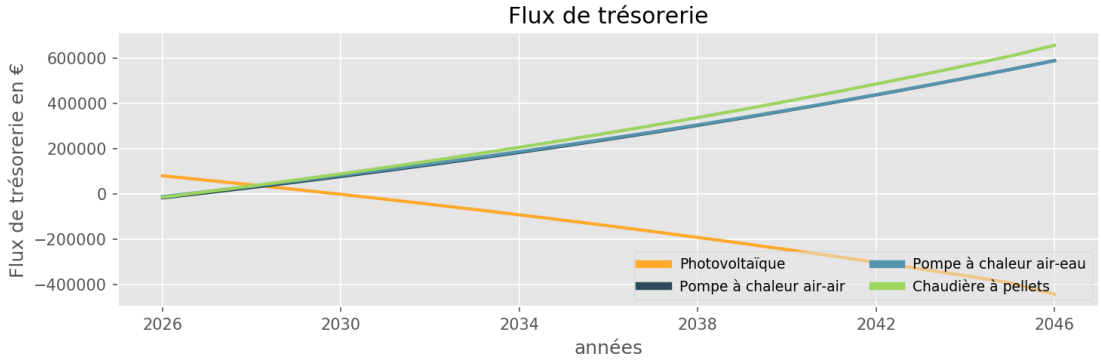
8.3 Analyse économique

Technologies seules

	Investissement (€ TVAC, hors subsides*)	Frais opérationnels (€ TVAC)	TRS (ans)	VAN (€) sur 20 ans	TRI (%)
Référence	4453	67	-	-	-
Solaire photovoltaïque	-80967	-607	supérieur à 20 ans	-188396	0
Pompe à chaleur air-eau	15272	153	0.5	300245	209.4
Pompe à chaleur air-air	20968	210	0.5	297825	139.6
Chaudière à pellets	18369	276	0.6	333029	181.3

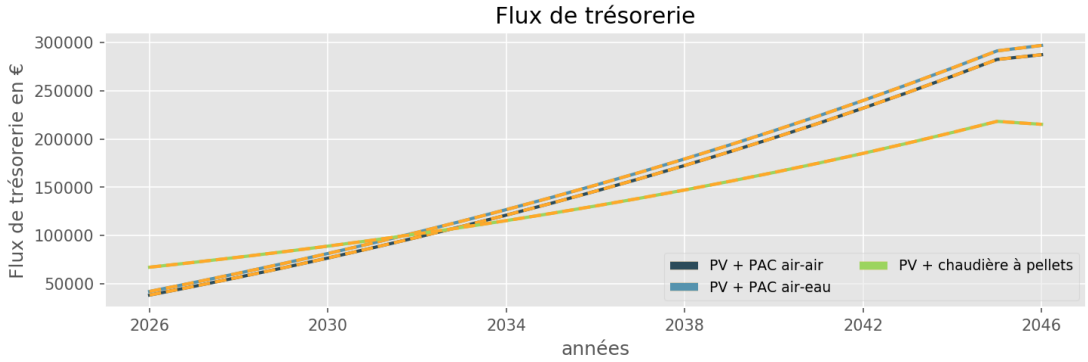
Le logiciel présente des **graphiques financiers relatifs**. Cela signifie que:

- 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, subsides déduits)	Frais opérationnels (€ TVAC)	TRS (ans)	VAN (€) sur 20 ans	TRI (%)
Référence	4453	67	-	-	-
Pompe à chaleur air-eau + PV	-37486	243	0.0	175286	0
Pompe à chaleur air-air + PV	-33725	201	0.0	168513	0
Chaudière à pellets + PV	-62598	332	0.0	144633	0.0



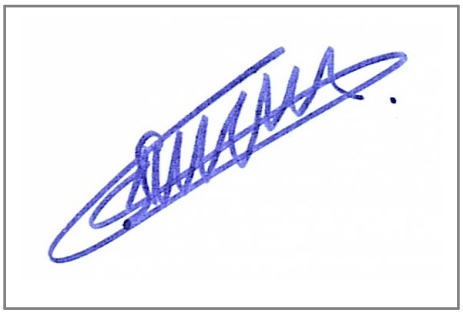
9. <u>Conclusions de l'auteur de l'étude quant au choix des technologies qu'il propose de retenir</u>

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

Nous recommandons au maitre d'ouvrage de partir sur l'option Panneaux solaires photovoltaiques + pompe à chaleur air/eau

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)	19266		
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		
Paramètres financiers généraux			
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		
Prix de l'énergie			
Prix de l'électricité (€ HTVA/kWh)	0.2181	0.3314	Nouveau prix
Prix de l'électricité injectée sur le réseau (€ HTVA/kWh)	0.0450	0.0500	Nouveau prix
Prix du gaz (€ HTVA/kWh)	0.0537	0.0913	Nouveau prix
Prix du propane (€ HTVA/kWh)	0.0570		Nouveau prix
Prix du pellet (€ HTVA/kWh)	0.0421	0.0560	Nouveau prix
Prix du mazout (€ HTVA/l)	0.6109		
Facteurs de conversion en kWh			
Facteur de conversion en kWh pour le mazout (kWh/l)	10.78		
Coefficients d'émission de CO_2			
Emissions de CO_2 liée à la production d'électricité (kg CO_2/kWh_p)	0.111		
Emissions de CO_2 liée à la combustion du gaz naturel (kg CO_2/kWh_p)	0.182		

Emissions de CO_2 liée à la combustion du propane (kg CO_2/kWh_p)	0.221		
Emissions de CO_2 liées à la combustion du mazout (kg CO_2/kWh_p)	0.252		
Emissions de CO_2 liées à la combustion de pellets (kg CO_2/kWh_p)	0.011		
Facteurs de conversion en énergie primaire			
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		
Solaire thermique			
Surface brute de capteur (m²)	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 dansle tertiaire (ans)			
Photovoltaïque			
Irradiation solaire moyenne sur une surface orientée sud et inclinée à 35° (kWh/m².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		
Pompe à chaleur sol-eau			
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_{test} dans les conditions B0/W35	4.30		
COP dans les conditions B0/W45	3.50		
COP dans les conditions B0/W55	2.80		

Pompe à chaleur air-eau			
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_{test} dans les conditions A2/W35	3.10		
COP dans les conditions A2/W45	2.60		
COP dans les conditions A2/W55	1.68		
Pompe à chaleur air-air			
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		
Biomasse			
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		