energys

Étude de faisabilité

technique, environnementale et économique

Projet résidentiel · exemple

Énergiquement vôtre !

Identification

Projet

Rue / numéro	Confidentiel
Code postal / localité	Confidentiel
Référence cadastrale	Confidentiel
Nature des travaux	Bâtiment neuf et assimilé
Unités PEB	15 unités PEB (15 logements)

Déclarant

Nom / prénom	Confidentiel
Représentant (dénomination)	Confidentiel
Rue / numéro / boîte	Confidentiel
Code postal / localité	Confidentiel
Courriel	Confidentiel

Architecte

Nom / prénom	Confidentiel
Représentant (dénomination)	Confidentiel
Rue / numéro / boîte	Confidentiel
Code postal / localité	Confidentiel
Courriel	Confidentiel

Responsable PEB

Nom / prénom	Confidentiel
Représentant (dénomination)	Confidentiel
Rue / numéro / boîte	Confidentiel
Code postal / localité	Confidentiel
Téléphone	Confidentiel
Courriel	Confidentiel
N° d'agrément	Confidentiel

Auteur de l'étude de faisabilité

Nom / prénom	Bernard Christophe
Dénomination	Chrismary SRL (Energys)
Adresse	Rue de Stambruges 13, 7332 Neufmaison
Téléphone	0493 19 26 91
Courriel	christophe@conseil-energie.be
N° d'agrément	AEF-00117

1. Introduction et méthodologie

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

Les calculs sont réalisés sur base de la situation actuelle du projet et des plans reçus. Ils s'appuient sur des moyennes, obtenues notamment auprès des autorités.

Les rendements retenus sont toujours les plus défavorables aux énergies alternatives, afin de tenir compte du vieillissement des installations et des pertes de rendement momentanées. Les résultats présentés correspondent donc à une situation « worst case » (pire cas), au plus proche de la réalité.

Lorsqu'une demande de permis d'urbanisme a pour objet la construction d'un bâtiment neuf, 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 analyse la possibilité de recourir à des systèmes de substitution à haute efficacité énergétique, sur base de critères objectifs : techniques, financiers et environnementaux.

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

- Biomasse ;
- Panneaux solaires thermiques ;
- Panneaux solaires photovoltaïques ;
- Pompe à chaleur ;
- Cogénération ;
- Réseau de chaleur.

Différents scénarios sont étudiés afin de définir les meilleurs moyens de couvrir les besoins pour atteindre un bilan technique, environnemental et économique optimal. La première partie du rapport présente la synthèse des résultats ; la seconde détaille la méthodologie, les hypothèses et les calculs. Pour chaque technologie, l'intégration au bâtiment est analysée, puis les paramètres de rentabilité (coûts, primes).

Les primes et réductions d'impôts

Il existe plusieurs mécanismes de primes, que ce soit pour les particuliers ou pour les entreprises. Les mécanismes destinés aux entreprises sont complexes et dépendent notamment :

- du type de demande : primes à l'investissement, plan green… ;
- du niveau salarial ;
- du type de société ;
- du secteur d'activité ;
- du nombre d'améliorations apportées au projet ;
- du type d'amélioration.

Il n'est donc pas possible de définir à l'avance la prime exacte. La prime est calculée sur une valeur défavorable de **30 %**. Un bon point de départ pour une recherche de primes : www.1890.be.

2. Synthèse des résultats

Le projet

PLAN DU PROJET RETIRÉ
POUR CONFIDENTIALITÉ

Le projet étudié est un immeuble de 2 étages sur rez-de-chaussée neuf situé en Wallonie .

Celui-ci comprend 15 logements. La surface utile totale est de 1 346 m² et le volume brut de 4 027 m³.

Les plans utilisés pour l'étude sont les plans de permis d'urbanisme disponibles en annexe.

Deux locaux techniques sont disponibles au sous-sol, d'une surface approximative de 5 m² et de 3m² d'une hauteur sous plafond de 3 m.

Pour la facilité du calcul et de l'évaluation, le bâtiment est divisé en **15 unités d'environ 80 m²** : 15 logements valent 1 unité. La surface chauffée totale est de **1 227 m²**. Dès que vous voyez l'indication « par unité » dans ce document, tenez compte de cette répartition.

Technologies « courantes »

Les technologies alternatives sont comparées à une production de chaleur par chaudière traditionnelle (gaz). L'eau chaude sanitaire (ECS) est produite par la même source d'énergie et l'électricité est fournie par le réseau local de distribution.

Voici le bilan de la source d'énergie, de la consommation nette (PCS) et des tarifs appliqués :

Source d'énergie et tarifs	Valeur
Source d'énergie définie	Gaz
Rendement du système de chauffage (PEB)	89 %
Rendement de production (PEB)	98 %
Coût du gaz TVAC	0,110 €/kWh
Coût du mazout TVAC	1,08 €/L (0,101 €/kWh)
Coût du propane TVAC	0,89 €/L (0,125 €/kWh)
Coût de l'électricité TVAC	0,40 €/kWh
Évolution annuelle retenue pour les prix de l'énergie	3 %

Prix moyens TVAC 2023-2026 pour un ménage wallon (mise à jour septembre 2026), établis à partir des relevés de la CWaPE, de la CREG, du SPF Économie et de ValBiom repris par l'observatoire Renouvelle. L'évolution annuelle correspond à la tendance observée sur cette période.

Consommation nette (PCS)	Bâtiment	Par unité
Chauffage	90 764 kWh	6 051 kWh
Eau chaude sanitaire	20 289 kWh	1 353 kWh
Total	**111 053 kWh**	**7 404 kWh**

Ce qui donne une consommation brute, selon la source d'énergie, de :

Consommation brute annoncée	Quantité	Coût / an (bâtiment)	Coût / an (par unité)
Gaz	11 575 m³	14 006 €	934 €
Mazout	11 936 L	12 891 €	859 €
Propane	–	15 945 €	1 063 €
Électricité	80 077 kWh	32 031 €	2 135 €

Les technologies alternatives

Chaque technologie reçoit une cote de 0 à 3 étoiles sur trois critères : la rentabilité, les émissions de CO_2 et la consommation d'énergie primaire. La cote finale combine les trois.

Technologie	Rentabilité (€)	CO_2	Énergie primaire	Cote finale	Appréciation
ECS solaire thermique	★★★	★★★	★★★	★★★	Rentabilité bonne, intérêt environnemental bon
Panneaux photovoltaïques	★★★	★★★	★★★	★★★	Rentabilité bonne, intérêt environnemental bon
Pompe à chaleur	★★★	★★★	★★☆	★★★	Rentabilité bonne, intérêt environnemental bon
Biomasse (poêle)	★★★	★★★	★☆☆	★★★	Rentabilité bonne, intérêt environnemental bon
Pompe à chaleur avec ECS	☆☆☆	★★★	★★☆	★★☆	Rentabilité négative, intérêt environnemental bon
Micro-cogénération	★☆☆	★★☆	★★☆	★★☆	Rentabilité minime, intérêt environnemental intéressant
Micro-cogénération avec ECS	★☆☆	★★☆	★☆☆	★★☆	Rentabilité minime, intérêt environnemental intéressant
Biomasse avec ECS (centralisé)	☆☆☆	★★★	☆☆☆	★☆☆	Rentabilité négative, intérêt environnemental bon

Fond vert : technologie retenue comme intéressante. Fond orange : peut être intéressante. Fond rouge : peu adaptée au projet.

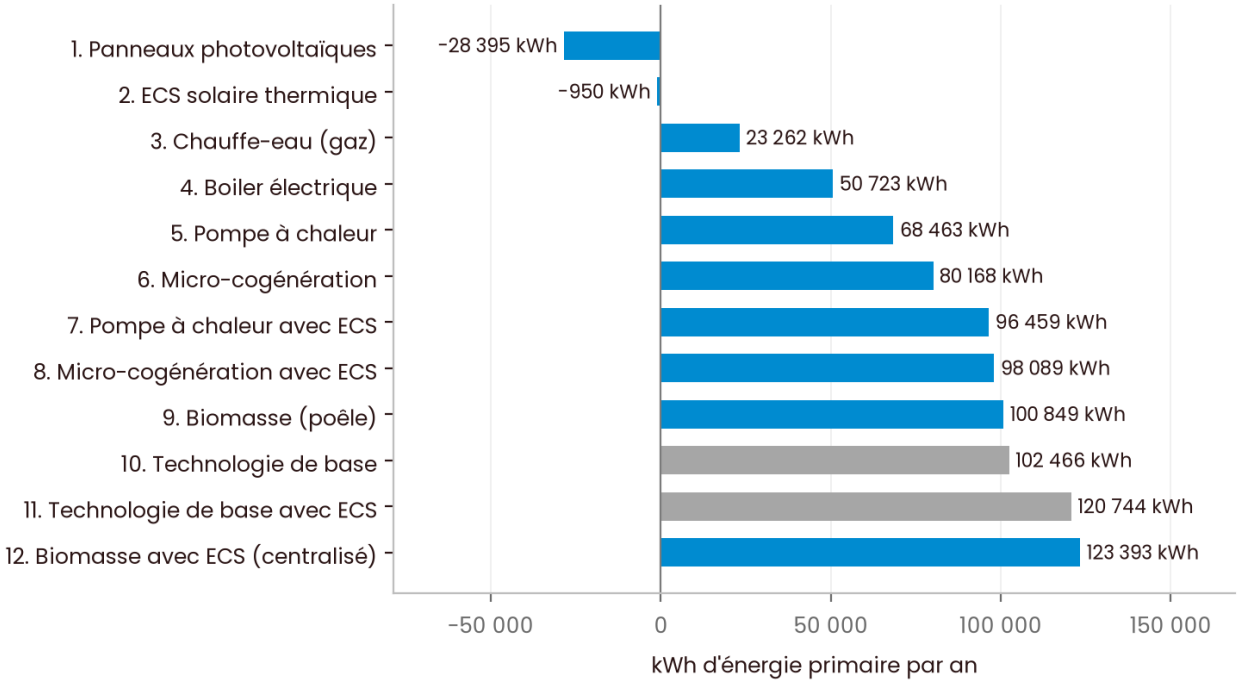
Les technologies retenues comme intéressantes sont : **ECS solaire thermique, Panneaux photovoltaïques, Pompe à chaleur et Biomasse (poêle)**.

Peuvent également être intéressantes : Pompe à chaleur avec ECS, Micro-cogénération et Micro-cogénération avec ECS.

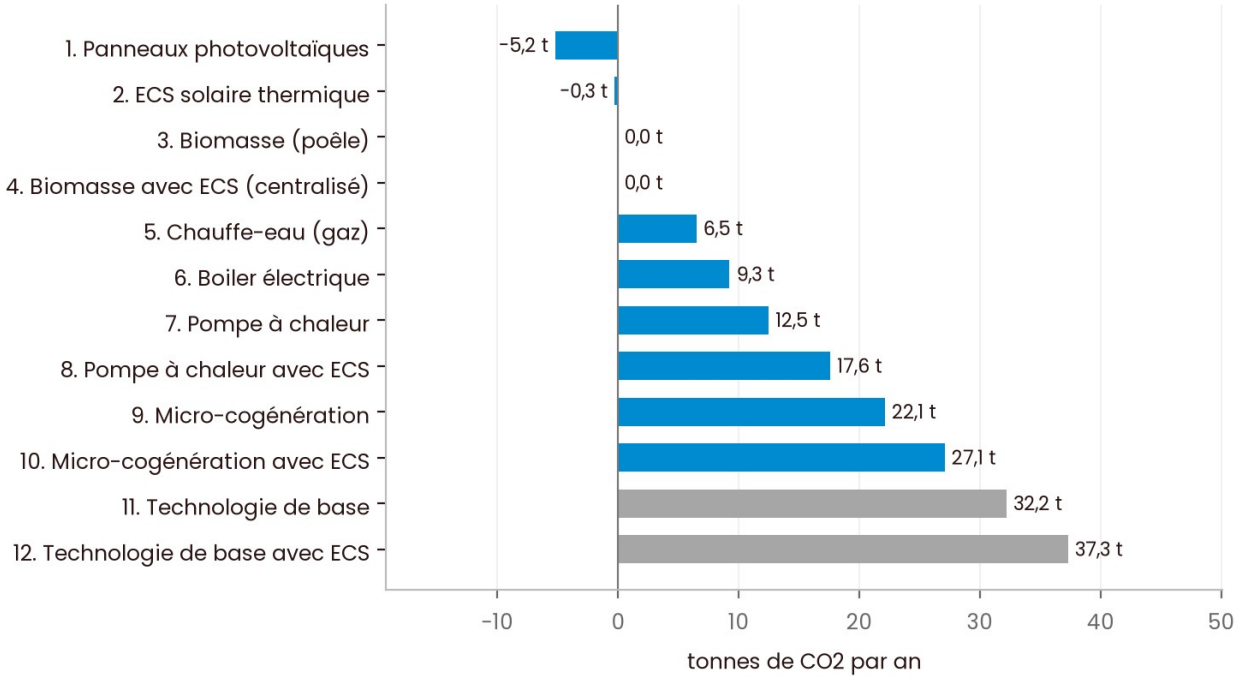
Pour chaque scénario, les consommations d'énergie primaire et les émissions de CO_2 du chauffage et de l'eau chaude sanitaire sont comparées à celles de la technologie de référence (en gris dans les graphiques). La rentabilité est évaluée sur base du coût annuel et de la VAN (valeur actuelle nette).

Au niveau énergétique

Classement des technologies selon leur consommation d'énergie primaire (une valeur négative correspond à une production) :

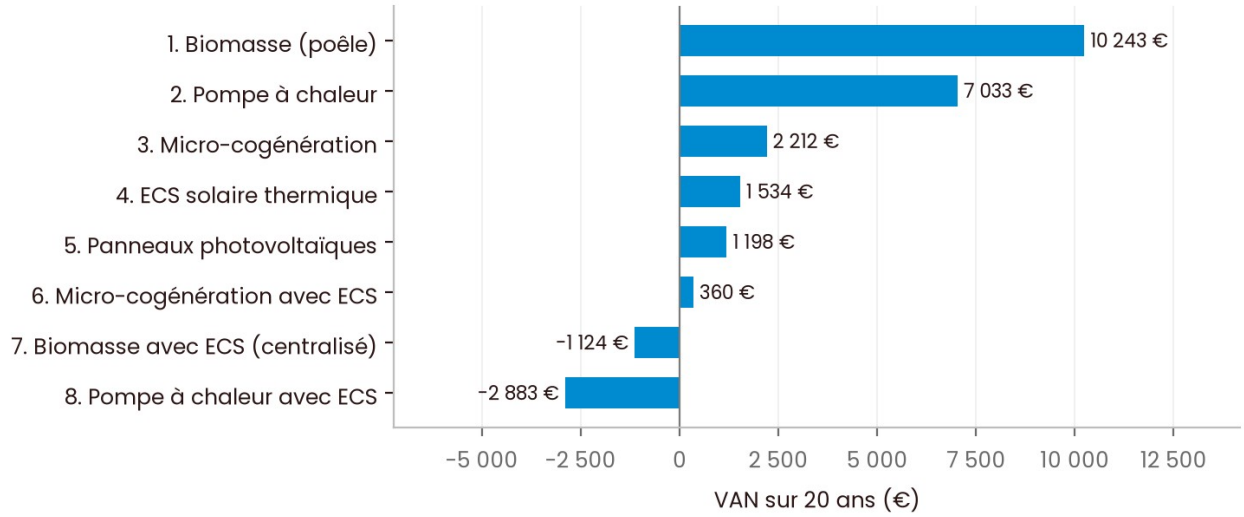


Au niveau des rejets de CO_2



Au niveau financier

Classement selon la VAN sur 20 ans, calculée par rapport à la technologie de référence :



3. Rapport détaillé

Hypothèses

Les prix des combustibles « classiques » (gaz, mazout, propane) et de l'électricité sont repris au point précédent. Le prix du combustible des énergies alternatives est précisé dans chaque fiche, sous « coût consommation ».

Le facteur de conversion entre énergie consommée et énergie primaire est de 1 pour le gaz, le mazout et le pellet, et de 2,5 pour l'électricité. Les rendements de production sont ceux définis par le logiciel PEB. Les taux d'émission de CO_2 sont propres à chaque source d'énergie :

Technologie	Source d'énergie	Émissions de CO_2 (kg/kWh PCS)
Chauffage		
Technologie de base	gaz	0,28
Biomasse (poêle)	biomasse	0,00
Pompe à chaleur	electricité	0,46
Réseau de chaleur	-	–
Micro-cogénération	gaz	0,28
Eau chaude sanitaire		
Chauffe-eau (gaz)	gaz	0,28
Boiler électrique	electricité	0,46
ECS solaire thermique	solaire / base	0,28
Combiné chauffage + ECS		
Technologie de base avec ECS	gaz	0,28
Biomasse avec ECS (centralisé)	biomasse	0,00
Pompe à chaleur avec ECS	electricité	0,46
Réseau de chaleur avec ECS	-	–
Micro-cogénération avec ECS	gaz	0,28
Micro-cogén. + ECS (centralisé)	–	–

Les calculs financiers tiennent compte des taux d'actualisation et d'inflation des différentes énergies :

- Taux d'actualisation : 6,0 %
- Évolution annuelle du prix de l'énergie (électricité consommée et injectée, gaz, mazout, biomasse) : 3,0 %, tendance observée sur 2023-2026
- Prix de rachat de l'électricité injectée sur le réseau : 0,035 €/kWh (moyenne des offres des fournisseurs, hors offres dynamiques)
- Performances saisonnières des pompes à chaleur (SCOP) : 3,8 en air/air, 4,1 en air/eau et 3,3 en air/eau avec eau chaude sanitaire. Ce sont les valeurs des fiches techniques des grandes marques, diminuées d'une marge de sécurité pour tenir compte du vieillissement et des conditions réelles d'utilisation

La VAN est calculée sur le surcoût de la technologie alternative par rapport à la technologie de base : **(C1 – C2) – (A2 – A1) + P**, où C1 et C2 sont les coûts de consommation de la technologie de base et de la technologie alternative, A1 et A2 leurs coûts d'achat, et P les primes octroyées par la Région (primes fédérales et communales exclues).

Présentation du bâtiment

Le projet étudié est un immeuble de 2 étages sur rez-de-chaussée neuf situé en Wallonie .

Celui-ci comprend 15 logements. La surface utile totale est de 1 346 m² et le volume brut de 4 027 m³.

Caractéristiques du bâtiment

Type de toiture	Toiture inclinée
Superficie de toiture	105 m²
Raccordement au gaz disponible ?	oui
Réseau de chaleur à proximité	non

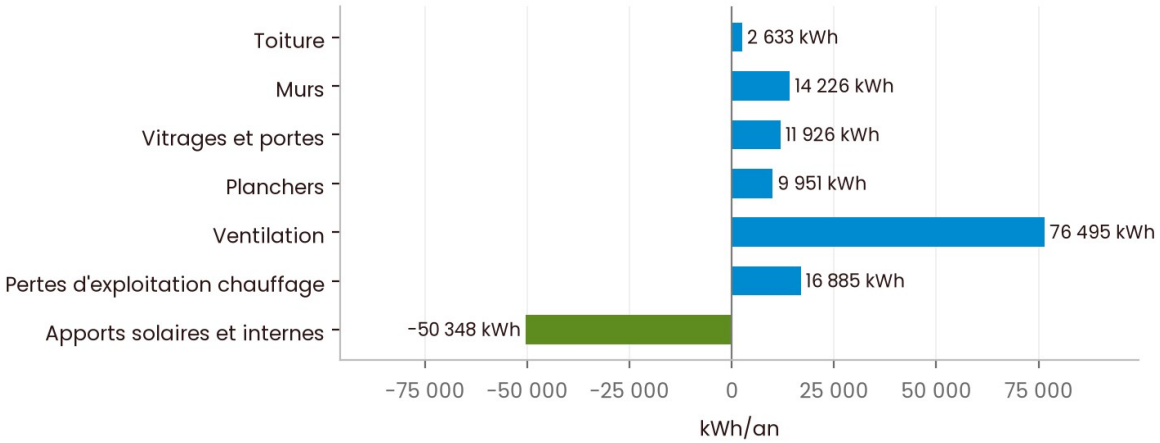
Caractéristiques des logements

Nombre de logements	15
Nombre d'occupants	30
Superficie appt1	83 m²
Superficie appt2	85 m²
Superficie appt3	45 m²
Superficie appt4	84 m²
Superficie appt5	90 m²
Superficie appt6	84 m²
Superficie appt7	92 m²
Superficie appt8	84 m²
Superficie appt9	90 m²
Superficie appt10	84 m²
Superficie appt11	92 m²
Superficie appt12	80 m²
Superficie appt13	77 m²
Superficie appt14	76 m²
Superficie appt15	80 m²
Surface chauffée totale	1 227 m² (15 logements)

Besoins énergétiques du bâtiment

Le projet vise à satisfaire les exigences réglementaires en matière de performance énergétique. Le niveau d'isolation est **K24**. Les espaces sont ventilés via un système c – alimentation naturelle, évacuation mécanique. Le **besoin de chauffage** calculé via le logiciel PEB v16.0.2 s'élève à **81 769 kWh/an**.

Répartition des déperditions et des apports :



Poste	kWh/an	Part
Toiture	2 633 kWh	2 %
Murs	14 226 kWh	11 %
Vitrages et portes	11 926 kWh	9 %
Planchers	9 951 kWh	8 %
Ventilation	76 495 kWh	58 %
Pertes d'exploitation chauffage	16 885 kWh	13 %
Apports solaires et internes	−50 348 kWh	
Total net PCI (besoin de chauffage)	**81 769 kWh**	**100 %**

Surfaces de déperdition reprises du fichier PEB :

Paroi	Surface	U moyen (W/m²K)	U × A (W/K)
Murs extérieurs	820,22 m²	0,18	147,1
Planchers sur sol	232,90 m²	0,28	65,1
Parois vers espaces non à l'abri du gel	6,80 m²	0,16	1,1
Fenêtres (surface vitrée Ag)	119,95 m²	1,00	119,9
Toitures	146,77 m²	0,19	27,4
Planchers sur vide sanitaire	426,25 m²	0,18	78,7
Planchers sur l'extérieur	21,64 m²	0,15	3,2
Portes extérieures	2,15 m²	2,00	4,3

Les **besoins nets annuels en eau chaude sanitaire**, calculés via le logiciel PEB v16.0.2, s'élèvent à **20 289 kWh/an**. Le **besoin de refroidissement** s'élève à **7 882 kWh/an**.

Répartition des besoins par unité (énergie primaire, logiciel PEB) :

Unité	Destination	Surface chauffée	Chauffage	ECS	Froid	Auxiliaires
APPT1	Logement	83,4 m²	6 027 kWh	1 267 kWh	283 kWh	1 354 kWh
APPT2	Logement	84,5 m²	6 888 kWh	1 280 kWh	282 kWh	1 374 kWh
APPT3	Logement	45,5 m²	3 888 kWh	1 019 kWh	295 kWh	1 384 kWh
APPT4	Logement	84,0 m²	3 553 kWh	1 200 kWh	715 kWh	1 212 kWh
APPT5	Logement	90,2 m²	4 863 kWh	1 263 kWh	790 kWh	1 440 kWh
APPT6	Logement	83,8 m²	5 471 kWh	1 255 kWh	199 kWh	1 459 kWh
APPT7	Logement	91,5 m²	7 571 kWh	1 379 kWh	494 kWh	1 368 kWh
APPT8	Logement	84,4 m²	3 921 kWh	1 208 kWh	643 kWh	1 241 kWh
APPT9	Logement	90,2 m²	4 863 kWh	1 263 kWh	790 kWh	1 440 kWh
APPT10	Logement	83,8 m²	3 961 kWh	1 198 kWh	256 kWh	1 372 kWh
APPT11	Logement	92,4 m²	5 098 kWh	1 285 kWh	582 kWh	1 291 kWh
APPT12	Logement	79,7 m²	6 445 kWh	1 186 kWh	556 kWh	1 377 kWh
APPT13	Logement	76,6 m²	6 377 kWh	1 097 kWh	910 kWh	1 520 kWh
APPT14	Logement	76,2 m²	5 731 kWh	1 157 kWh	321 kWh	1 489 kWh
APPT15	Logement	80,4 m²	7 112 kWh	1 223 kWh	766 kWh	1 375 kWh

La **consommation électrique** est principalement due aux auxiliaires (circulateurs et ventilateurs), à l'éclairage et aux appareils électroménagers :

Poste	Consommation	Source
Éclairage	26 861 kWh/an	calcul personnel
Électroménager	44 937 kWh/an	calcul personnel
Auxiliaires	8 279 kWh/an	logiciel PEB
Total bâtiment	**80 077 kWh/an**	

4. Technologie de référence

Afin d'établir un point de comparaison, nous définissons un cas de base correspondant à une installation traditionnelle et peu coûteuse.

Caractéristiques techniques, énergétiques et environnementales

Pour ce projet, la technologie de base est une **chaudière gaz à condensation placée dans chaque unité**. Sur base de la consommation brute chauffage + ECS, la puissance nécessaire est de **10 kW par unité** (155 kW pour le bâtiment).

Les rendements utilisés proviennent du logiciel PEB v16.0.2. Ils ne s'appliquent qu'à la production : la distribution dépend fortement de la longueur, de la localisation et de l'isolation des tuyauteries, et reste identique ou presque pour chaque source. Les coûts sont basés sur l'expérience et sur les moyennes des bases de données.

Résultats

Consommations d'énergie primaire et émissions totales de CO_2 associées :

Technologie	Générateurs	Prix d'achat / unité	Coût annuel / unité	Énergie primaire (bâtiment)	CO_2 / an
Technologie de base	15	11 584 €	763 €	102 466 kWh/an	32,24 t
Technologie de base avec ECS	15	8 927 €	934 €	120 744 kWh/an	37,34 t
Éclairage, appareils…	–	–	2 135 €	200 192 kWh/an	36,52 t

5. Technologies alternatives

Orientation du bâtiment et ensoleillement

Le bâtiment est orienté 6° Est.

La toiture est inclinée : l'orientation et l'inclinaison des versants influencent la production des panneaux solaires.

Le masque solaire est relevé sur site à l'aide d'une photo panoramique indiquant la course du soleil heure par heure. La photo étant prise du sol, un correctif est appliqué pour la hauteur de toiture (environ une hauteur par 10 m).

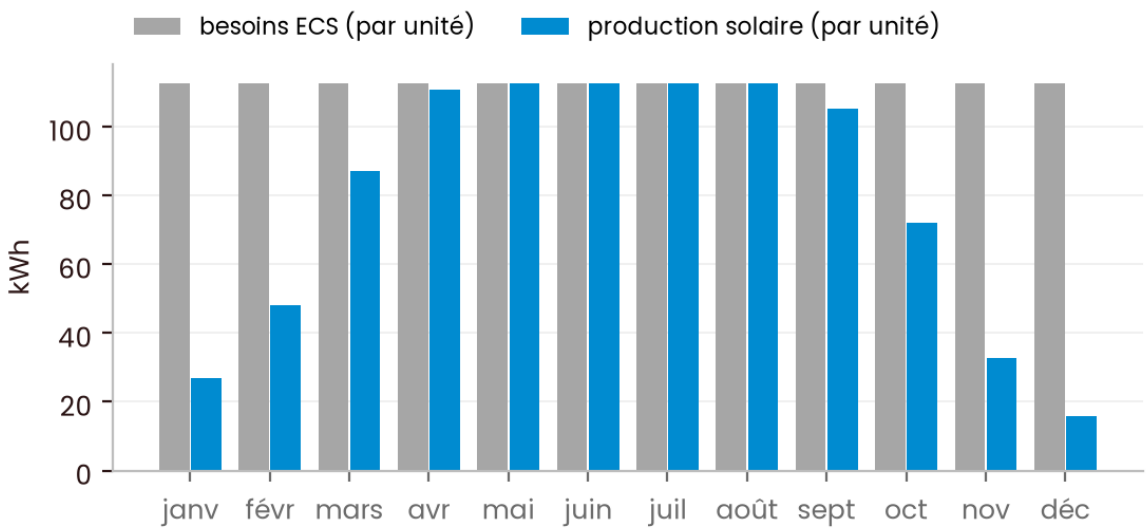
Les ombrages relevés sur la photo masquent le soleil en janvier à 8 h, 9 h et 16 h, en février de 8 h à 9 h, en mars à 7 h, en avril à 7 h, en mai à 6 h et en juin à 6 h (et aux périodes symétriques de l'année, la course du soleil étant la même de part et d'autre du solstice).

Il en résulte le schéma d'ensoleillement suivant (en jaune : heures ensoleillées, en gris : soleil masqué ou sous l'horizon) :

Heure	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
6 h												
7 h												
8 h												
9 h												
10 h												
11 h												
12 h												
13 h												
14 h												
15 h												
16 h												
17 h												
18 h												
19 h												
20 h												
21 h												
% soleil	**75**	**80**	**91**	**92**	**93**	**94**	**94**	**93**	**92**	**100**	**78**	**67**

Solaire thermique

La toiture permet de placer environ **30 panneaux solaires thermiques**. Il faut compter **1 panneau par unité** (2,4 m²) pour couvrir **70 % des besoins** en eau chaude sanitaire.



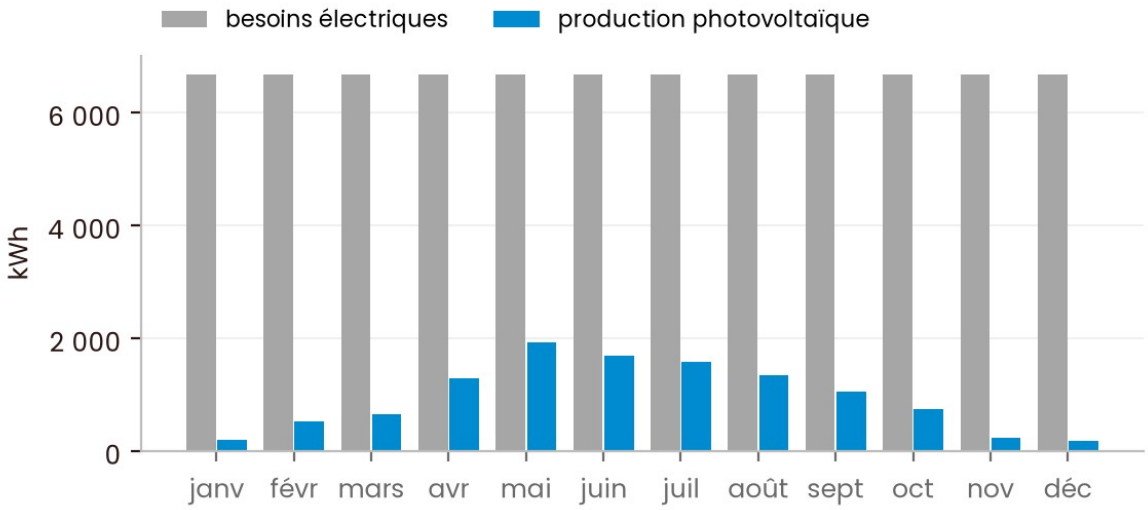
Mois	kWh/m² reçu	kWh/m² produit	Besoin ECS (kWh)	Produit réel (kWh)	Couverture	Économie
Janvier	30	11,3	113	27	24 %	2,97 €
Février	50	20,0	113	48	43 %	5,28 €
Mars	80	36,4	113	87	77 %	9,60 €
Avril	100	46,2	113	111	98 %	12,18 €
Mai	125	58,3	113	113	100 %	12,40 €
Juin	150	70,3	113	113	100 %	12,40 €
Juillet	140	65,6	113	113	100 %	12,40 €
Août	120	56,0	113	113	100 %	12,40 €
Septembre	95	43,8	113	105	93 %	11,58 €
Octobre	60	30,0	113	72	64 %	7,92 €
Novembre	35	13,6	113	33	29 %	3,59 €
Décembre	20	6,7	113	16	14 %	1,76 €
Total	**1 005**	**458,2**	**1 353**	**950**	**70 %**	**104,48 €**

Rentabilité : ECS solaire thermique (par unité)

Donnée	Valeur	Précision
kWh annuel produit	950 kWh	1 panneau par unité
Prime RW	750 €	Primes entreprises minimale 30%
Coût consommation	0 €	Aucune consommation, production sans combustible
Nombre d'années de service minimum	20 ans	
Prix d'achat	2 500 €	Tvac, posé
Gain annuel	116 €	Coût énergie base économisée + coût auxiliaire
VAN (20 ans)	1 534 €	Voir taux d'actualisation et d'inflation au 5.1
Temps de retour simple	15 ans	Achat - primes / gain annuel

Solaire photovoltaïque

La toiture permet de placer environ **36 panneaux photovoltaïques**. Nous retenons **36 panneaux de 400 Wc** (14,4 kWc), qui produisent **11 358 kWh/an**, soit **14 % des besoins électriques** du bâtiment.



Mois	kWh produit par kWc	Production (kWh)	Besoins (kWh)
Janvier	13,8	199	6 673
Février	36,1	520	6 673
Mars	44,3	638	6 673
Avril	89,4	1 288	6 673
Mai	133,5	1 923	6 673
Juin	117,1	1 687	6 673
Juillet	109,2	1 572	6 673
Août	93,0	1 339	6 673
Septembre	73,2	1 054	6 673
Octobre	50,9	732	6 673
Novembre	15,9	228	6 673
Décembre	12,3	177	6 673
Total	**788,8**	**11 358**	**80 077**

Répartition des panneaux entre les unités, au prorata des surfaces :

Unité	Surface chauffée	Part	Panneaux
APPT1	83,4 m²	7 %	2
APPT2	84,5 m²	7 %	2
APPT3	45,5 m²	4 %	1
APPT4	84,0 m²	7 %	2
APPT5	90,2 m²	7 %	3
APPT6	83,8 m²	7 %	2
APPT7	91,5 m²	7 %	3
APPT8	84,4 m²	7 %	2
APPT9	90,2 m²	7 %	3
APPT10	83,8 m²	7 %	2
APPT11	92,4 m²	8 %	3
APPT12	79,7 m²	6 %	2
APPT13	76,6 m²	6 %	2
APPT14	76,2 m²	6 %	2
APPT15	80,4 m²	7 %	2

Rentabilité : panneaux photovoltaïques (par unité)

Donnée	Valeur	Précision
Prix d'achat du kWh	0,04 €/kWh	
Auto-consommation	50 %	
kWh annuel produit	757 kWh	2 panneaux par unité
Prime RW	576 €	Primes entreprises minimale 30%
Coût consommation	0 €	Aucune consommation, production sans combustible
Nombre d'années de service minimum	20 ans	
Prix d'achat	1 920 €	2,00 €/Wc posé TVAC
Gain annuel	165 €	Coût énergie base économisée * coût au kWh - tarif prosumer
VAN (20 ans)	1 198 €	Voir taux d'actualisation et d'inflation au 5.1
Temps de retour simple	8 ans	Achat - primes / gain annuel

La toiture étant entièrement utilisée pour couvrir les besoins électriques, il ne reste pas de place pour couvrir les besoins de refroidissement (7 882 kWh/an).

La pompe à chaleur

Il existe deux grands systèmes de pompes à chaleur (PAC) de chauffage : aérothermiques et géothermiques. Les PAC aérothermiques et géothermiques présentent des rapports financiers comparables : l'aérothermique coûte moins cher mais offre un rendement moindre, la géothermique coûte davantage mais offre un meilleur rendement.

Le tableau de rentabilité ci-dessous est basé sur une PAC aérothermique air/air : une unité extérieure de 8,6 kW et 3 unités intérieures de 3,2 kW par unité. Dans le cas d'une PAC géothermique, il faut soit un forage d'environ 100 m de profondeur, soit un « tapis » de capteurs d'environ 2 453 m² enterré à 1 m de profondeur.

PAC chauffage (par unité)

Donnée	Valeur	Précision
Nombre d'unité logement	15	
Type	air/air	
Rendement	COP 3,8	
kWh annuel consommé	1 826 kWh	Puissance machine 9 kW
Prime RW	3 049 €	Primes entreprises minimale 30%
Coût consommation	730 €	Consommation * coût électricité
Nombre d'années de service minimum	20 ans	
Prix d'achat	10 162 €	Tvac, posé
Gain annuel (vs classique)	213 €	Coût énergie base - coût énergie alternative + coût des auxiliaires
VAN (20 ans)	7 033 €	Voir taux d'actualisation et d'inflation au 5.1
Temps de retour simple	33 ans	Achat - primes / gain annuel

PAC chauffage + ECS (par unité)

Donnée	Valeur	Précision
Nombre de générateur	15	
Type	air/eau W35	
Rendement	COP 3,3	
kWh annuel consommé	2 572 kWh	Puissance machine 15 kW
Prime RW	5 892 €	Primes entreprises minimale 30%
Coût consommation	1 029 €	Consommation * coût électricité
Nombre d'années de service minimum	20 ans	
Prix d'achat	19 641 €	Tvac, posé
Gain annuel (vs classique)	126 €	Coût énergie base - coût énergie alternative + coût des auxiliaires
VAN (20 ans)	−2 883 €	Voir taux d'actualisation et d'inflation au 5.1
Temps de retour simple	109 ans	Achat - primes / gain annuel

La biomasse

Il faut penser à l'approvisionnement, mais surtout à la zone de stockage : prévoir l'espace nécessaire à proximité de la chaudière ou du poêle, ainsi qu'un moyen de remplir le réservoir (silo ou pièce de réserve), par camion souffleur ou à la main. Dans le cas d'un silo, le raccord de remplissage doit se trouver à moins de

30 m de l'emplacement du camion, idéalement contre un mur extérieur ; à défaut, un tube de remplissage doit être prévu.

Quantités annuelles à prévoir : **1,34 tonnes** de pellets (≈ 3,1 m³) par unité avec un poêle de 9 kW, ou **24,68 tonnes** (≈ 57,0 m³) pour une chaudière centralisée de 64 kW. Le volume disponible détermine le nombre de recharges sur l'année.

Poêles à pellets (par unité)

Donnée	Valeur	Précision
Rendement	90 %	
kWh annuel consommé	6 723 kWh	
Prime RW	720 €	Primes entreprises minimale 30%
Coût consommation	634 €	Consommation * coût pellet (0,425€/kg et 1kg = 5 kWh)
Nombre d'années de service minimum	20 ans	
Prix d'achat	2 400 €	Tvac, posé
Gain annuel (vs classique)	129 €	Coût énergie base - coût énergie alternative
VAN (20 ans)	10 243 €	Voir taux d'actualisation et d'inflation au 5.1
Temps de retour simple	13 ans	Achat - primes / gain annuel

Chaudière à pellets centralisée

Donnée	Valeur	Précision
Rendement	90 %	
kWh annuel consommé	123 393 kWh	Puissance machine 149 kW
Prime RW	26 685 €	Primes entreprises minimale 30%
Coût consommation	11 642 €	Consommation * coût pellet (0,425€/kg et 1kg = 5 kWh)
Nombre d'années de service minimum	20 ans	
Prix d'achat	88 949 €	Tvac, posé
Gain annuel (vs classique)	2 364 €	Coût énergie base - coût énergie alternative
VAN (20 ans)	−16 853 €	Voir taux d'actualisation et d'inflation au 5.1
Temps de retour simple	26 ans	Achat - primes / gain annuel

Cogénération

La micro-cogénération (type Whispergen 1 kW) produit environ 20 000 kWh thermiques et 1 500 kWh électriques par an. Si le besoin de chaleur est inférieur à la capacité de production, la production électrique diminue, ce qui pèse fortement sur la rentabilité.

Micro-cogénération chauffage (par unité)

Donnée	Valeur	Précision
Nombre de cogénération	1	
Rendement	93 %	
kWh annuel consommé	6 506 kWh	14 kW th, 2200 jours, -10°c
Prime RW	4 995 €	Primes entreprises minimale 30%
Coût consommation	530 €	Consommation * coût gaz - électricité produite
Nombre d'années de service minimum	20 ans	
Prix d'achat	16 649 €	Tvac, posé
Gain annuel (vs classique)	148 €	Coût énergie base - coût énergie alternative - tarif prosumer
VAN (20 ans)	2 212 €	Voir taux d'actualisation et d'inflation au 5.1
Temps de retour simple	79 ans	Achat - primes / gain annuel

Ce qui couvre 100 % des besoins thermiques et 9 % des besoins électriques (465 kWh/an produits par unité).

Micro-cogénération chauffage + ECS (par unité)

Donnée	Valeur	Précision
Nombre de cogénération	1	
Rendement	93 %	
kWh annuel consommé	7 961 kWh	14 kW th, 2200 jours, -10°c
Prime RW	4 995 €	Primes entreprises minimale 30%
Coût consommation	648 €	Consommation * coût gaz - électricité produite
Nombre d'années de service minimum	20 ans	
Prix d'achat	16 649 €	Tvac, posé
Gain annuel (vs classique)	200 €	Coût énergie base - coût énergie alternative - tarif prosumer
VAN (20 ans)	360 €	Voir taux d'actualisation et d'inflation au 5.1
Temps de retour simple	58 ans	Achat - primes / gain annuel

Ce qui couvre 100 % des besoins thermiques et d'ECS, et 11 % des besoins électriques.

Éolien domestique

L'éolien domestique n'a pas été étudié pour ce projet.

Réseau de chaleur

Selon les données reçues, il ne semble pas y avoir de réseau de chaleur aux alentours.

6. Conclusions

Le tableau suivant résume tous les résultats énergétiques et économiques :

- La **VAN** (valeur actuelle nette) représente la capacité à rembourser l'achat et à dégager un profit. Une valeur positive signifie que l'achat est remboursé intégralement et qu'un profit en est tiré.
- Le **TRS** (temps de retour simple) ne tient compte que du coût de l'énergie, pas des frais annexes (achat, entretien, inflation…). « Pas de retour » signifie que le coût annuel de l'énergie est plus élevé qu'avec la technologie de base.
- L'**économie en énergie primaire** correspond à la quantité d'énergie primaire non consommée : une valeur positive indique une économie.

Technologie	Gén.	Prix d'achat / unité	Coût annuel / unité	VAN 20 ans	TRS	Énergie primaire	Économie Ep	CO_2 / an
Chauffage								
Technologie de base	**15**	**11 584 €**	**763 €**	–	–	**102 466 kWh**	–	**32,24 t**
Biomasse (poêle)	1	2 400 €	634 €	10 243 €	13 ans	100 849 kWh	1 617 kWh	0,00 t
Pompe à chaleur	15	10 162 €	730 €	7 033 €	33 ans	68 463 kWh	34 003 kWh	12,49 t
Réseau de chaleur	–	–	–	–	–	–	–	–
Micro-cogénération	15	16 649 €	530 €	2 212 €	79 ans	80 168 kWh	22 298 kWh	22,15 t
Eau chaude sanitaire								
Chauffe-eau (gaz)	15	1 500 €	149 €	–	–	23 262 kWh	–	6,49 t
Boiler électrique	15	1 500 €	541 €	–	–	50 723 kWh	–	9,25 t
ECS solaire thermique	15	2 500 €	0 €	1 534 €	15 ans	−950 kWh	950 kWh	−0,26 t
Combiné chauffage + ECS								
Technologie de base avec ECS	**15**	**8 927 €**	**934 €**	–	–	**120 744 kWh**	–	**37,34 t**
Biomasse avec ECS (centralisé)	3	5 930 €	776 €	−1 124 €	26 ans	123 393 kWh	−2 648 kWh	0,00 t
Pompe à chaleur avec ECS	15	19 641 €	1 029 €	−2 883 €	109 ans	96 459 kWh	24 286 kWh	17,59 t
Réseau de chaleur avec ECS	–	–	–	–	–	–	–	–
Micro-cogénération avec ECS	15	16 649 €	648 €	360 €	58 ans	98 089 kWh	22 656 kWh	27,10 t
Micro-cogén. + ECS (centralisé)	–	–	–	–	–	–	–	–
Électricité								
Éclairage, appareils…	–	–	2 135 €	–	–	200 192 kWh	–	36,52 t
Production électrique								
Panneaux photovoltaïques	–	1 920 €	0 €	1 198 €	8 ans	−28 395 kWh	28 395 kWh	−5,18 t
Éolien	–	–	–	–	–	–	–	–

Prix d'achat, coût annuel, VAN et TRS : par unité. Énergie primaire, économie et CO_2 : pour le bâtiment.

Sélection des technologies

Le niveau d'évaluation dépend de deux facteurs : la rentabilité et l'intérêt environnemental.

La rentabilité

Elle est comparée à un taux d'intérêt annuel, comme celui d'un compte bancaire :

Cote	Rendement annuel de l'investissement
★★★ bonne	5 % par an ou plus
★★☆ intéressante	entre 2 % et 5 % par an
★☆☆ minime	moins de 2 % par an
☆☆☆ négative	taux négatif

L'intérêt environnemental

Il reprend deux caractéristiques, la consommation d'énergie primaire et les rejets de CO_2, comparées à la technologie de base :

Cote	Consommation ou rejet par rapport à la technologie de base
★★★ bon	moins de 50 %
★★☆ intéressant	de 50 % à 80 %
★☆☆ minime	de 80 % à 100 %
☆☆☆ négatif	plus de 100 %

L'analyse

Toutes ces cotes sont reportées dans un tableau et donnent une cote finale, qui détermine le code couleur : vert pour les technologies intéressantes, orange pour celles qui peuvent l'être, rouge pour celles qui sont peu adaptées.

Technologie	Rentabilité (€)	CO_2	Énergie primaire	Cote finale	Appréciation
ECS solaire thermique	★★★	★★★	★★★	★★★	Rentabilité bonne, intérêt environnemental bon
Panneaux photovoltaïques	★★★	★★★	★★★	★★★	Rentabilité bonne, intérêt environnemental bon
Pompe à chaleur	★★★	★★★	★★☆	★★★	Rentabilité bonne, intérêt environnemental bon
Biomasse (poêle)	★★★	★★★	★☆☆	★★★	Rentabilité bonne, intérêt environnemental bon
Pompe à chaleur avec ECS	☆☆☆	★★★	★★☆	★★☆	Rentabilité négative, intérêt environnemental bon
Micro-cogénération	★☆☆	★★☆	★★☆	★★☆	Rentabilité minime, intérêt environnemental intéressant
Micro-cogénération avec ECS	★☆☆	★★☆	★☆☆	★★☆	Rentabilité minime, intérêt environnemental intéressant
Biomasse avec ECS (centralisé)	☆☆☆	★★★	☆☆☆	★☆☆	Rentabilité négative, intérêt environnemental bon

Comparatif final

Les technologies de chauffage et d'ECS sont à combiner entre elles pour être comparées à la technologie de base avec ECS. La technologie de base occupe logiquement la dernière place du classement financier, puisque la VAN est calculée par rapport à elle.

Rang	Énergie primaire	Rejets de CO_2	Financier (VAN)
1	Panneaux photovoltaïques (−28 395 kWh)	Panneaux photovoltaïques (−5,2 t)	Biomasse (poêle) (10 243 €)
2	ECS solaire thermique (−950 kWh)	ECS solaire thermique (−0,3 t)	Pompe à chaleur (7 033 €)
3	Chauffe-eau (gaz) (23 262 kWh)	Biomasse (poêle) (0,0 t)	Micro-cogénération (2 212 €)
4	Boiler électrique (50 723 kWh)	Biomasse avec ECS (centralisé) (0,0 t)	ECS solaire thermique (1 534 €)
5	Pompe à chaleur (68 463 kWh)	Chauffe-eau (gaz) (6,5 t)	Panneaux photovoltaïques (1 198 €)
6	Micro-cogénération (80 168 kWh)	Boiler électrique (9,3 t)	Micro-cogénération avec ECS (360 €)
7	Pompe à chaleur avec ECS (96 459 kWh)	Pompe à chaleur (12,5 t)	Biomasse avec ECS (centralisé) (−1 124 €)
8	Micro-cogénération avec ECS (98 089 kWh)	Pompe à chaleur avec ECS (17,6 t)	Pompe à chaleur avec ECS (−2 883 €)
9	Biomasse (poêle) (100 849 kWh)	Micro-cogénération (22,1 t)	
10	Technologie de base (102 466 kWh)	Micro-cogénération avec ECS (27,1 t)	
11	Technologie de base avec ECS (120 744 kWh)	Technologie de base (32,2 t)	
12	Biomasse avec ECS (centralisé) (123 393 kWh)	Technologie de base avec ECS (37,3 t)	

7. Information complémentaire

La toiture est entièrement utilisée pour couvrir les besoins du bâtiment : il ne reste pas de place pour des panneaux supplémentaires. Une voiture électrique, consommateur d'électricité appelé à devenir courant, serait donc rechargée sur le réseau. Une couverture photovoltaïque des places de parking (carport) ou un tracker solaire au sol pourrait apporter cette production complémentaire.

Véhicule de référence : **Tesla Model Y Propulsion**, 16,9 kWh/100 km en cycle WLTP (autonomie 600 km). La Tesla Model Y est la voiture électrique la plus immatriculée en Belgique tous profils d'acheteurs confondus (4 441 unités au premier semestre 2026) et figure en tête des flottes d'entreprise. Ce SUV familial compact est représentatif de l'usage électrique courant, davantage qu'une petite citadine ou qu'un modèle de niche.

km par an	kWh consommés	Recharge sur le réseau (0,40 €/kWh)
5 000	845 kWh	338 €
10 000	1 690 kWh	676 €
15 000	2 535 kWh	1 014 €
20 000	3 380 kWh	1 352 €
30 000	5 070 kWh	2 028 €

La consommation réelle dépasse souvent la valeur WLTP, surtout en hiver et sur autoroute.

Fait à Neufmaison, le 21 octobre 2026.

Bernard Christophe

Auteur d'étude de faisabilité agréé AEF-00117

Signature