



Construction Descriptifs Diagnostic
Etudes AMO Quantitatifs
Economie Accessibilité
Chantier **BIM** Expertise
AlyoS Ingénierie
Conseil OPC Conception
Optimisation Service Projet
Modélisation Compétences
Management BIM GEM

RAPPORT D'ETUDE D'OPPORTUNITE SOLAIRE POUR LE SITE DE CONFREVILLE-L'ORCHER

SOMMAIRE :

1.	OBJET DU DOCUMENT	1
2.	OBJECTIFS	2
3.	CARACTERISTIQUE DU SITE	2
3.1.	LOCALISATION	2
3.2.	USAGE	3
3.3.	CONSOMMATION	3
3.4.	ENVIRONNEMENT	4
3.5.	ENSOLEILLEMENT	5
4.	RESULTATS DES ETUDES	6
4.6.	POSITIONNEMENT	6
4.1.	ETUDE 1 : AUTOCONSOMMATION SANS BATTERIE EN PANNEAUX FIXES	8
4.1.1	CONFIGURATION	8
4.1.2	PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ENERGIE	8
4.1.3	COÛTS	9
4.1.4	RETOUR SUR INVESTISSEMENT	9
4.2.	ETUDE 2 : AUTOCONSOMMATION AVEC BATTERIE EN PANNEAUX FIXES.....	9
4.2.1	CONFIGURATION	9
4.2.2	PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ENERGIE	10
4.2.3	COÛTS	10
4.2.4	RETOUR SUR INVESTISSEMENT	10
4.3.	ETUDE 3 : AUTOCONSOMMATION SANS BATTERIE EN PANNEAUX AVEC TRACKER....	12
4.3.1	CONFIGURATION	12
4.3.2	PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ENERGIE	12
4.3.3	COÛTS	13
4.3.4	RETOUR SUR INVESTISSEMENT	13
4.4.	ETUDE 4 : AUTOCONSOMMATION AVEC BATTERIE EN PANNEAUX AVEC TRACKER	13
4.4.1	CONFIGURATION	13
4.4.2	PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ENERGIE	13
4.4.3	COÛTS	14
4.4.4	RETOUR SUR INVESTISSEMENT	14
5.	BILAN ET PRECONISATIONS :.....	15

1. OBJET DU DOCUMENT

Ce rapport présente les méthodologies des différentes missions proposées en mettant en évidence les différentes phases de notre approche ainsi que les livrables attendus.

2. OBJECTIFS

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les possibilités de production d'électricité à partir de l'énergie solaire. Les coûts en électricité s'élèvent actuellement de 500€ à 2 000€ par mois selon la consommation et les fluctuations du marché.

Produire sa propre électricité permettrait de :

- De réduire les coûts annuels en électricité de la base vie ;
- D'être moins dépendant du marché de l'électricité.

3. CARACTERISTIQUE DU SITE

3.1. LOCALISATION

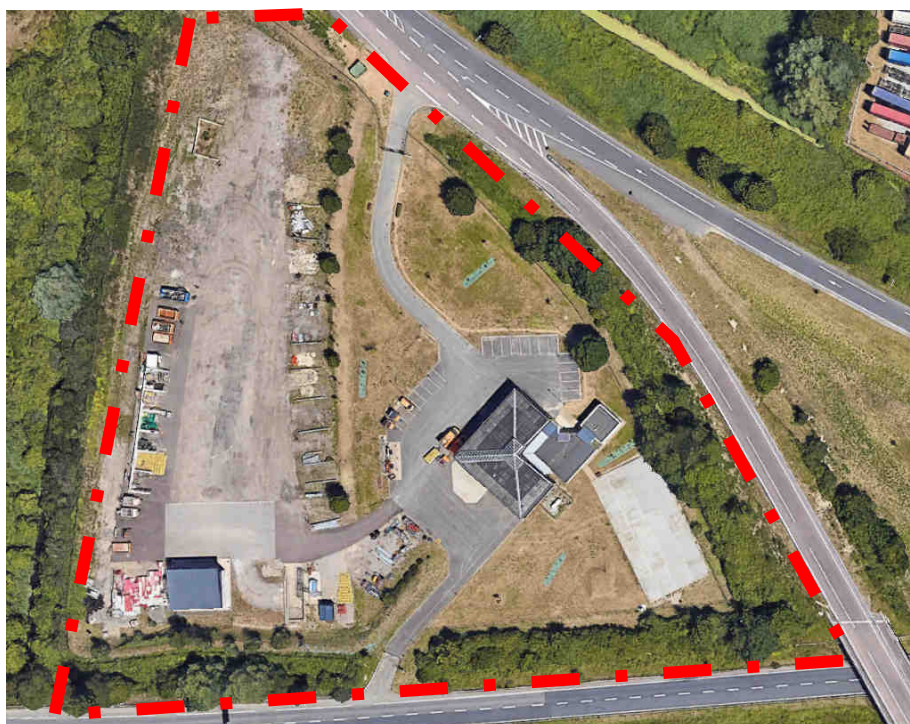


Figure 1 : Image Satellite du site

Caractéristique de la localisation :	
Adresse :	Lieu-dit Les Pâturages 76700 Gonfreville-L'Orcher
Orientations principales :	SO / NE
Latitude :	49°29'58"N
Longitude :	0°12'58"E
Altitude :	Environ 10m

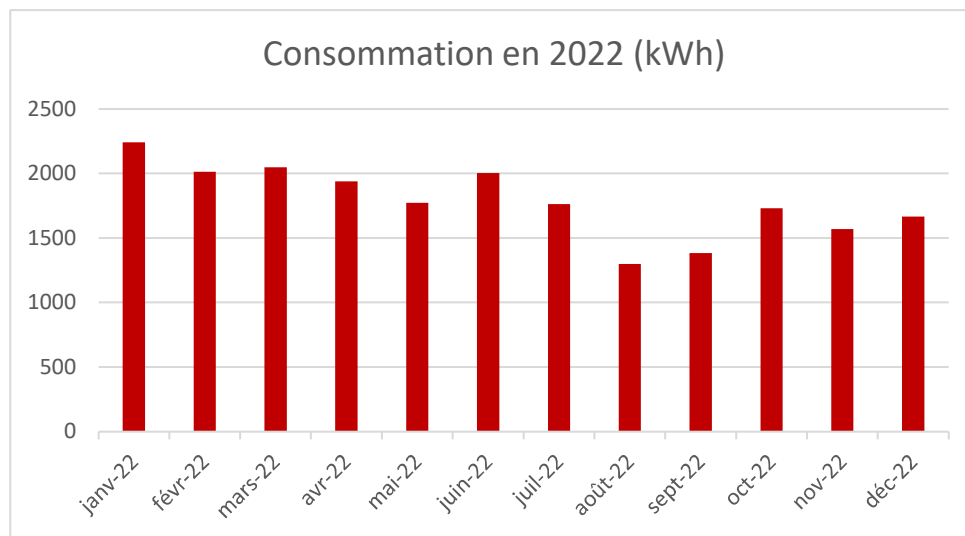
3.2. USAGE

L'électricité est principalement consommée à des fins de recharge des panneaux signalétiques routiers ainsi que la consommation liée aux activités sur site (éclairage, ordinateurs...). Le mode de chauffage est un chauffage au gaz et n'a pas d'impact sur la consommation globale d'électricité.

La période d'usage du site est la suivante : du lundi au vendredi de 08h à 12h et de 13h30 à 17h15.

Les horaires de pointe se situent entre 11h30 et 13h45, puis entre 16h30 et 17h15.

3.3. CONSOMMATION



A première vue, il ne semble pas y avoir de saisonnalité. La consommation est à peu près équivalente chaque mois avec une baisse de la consommation sur les mois d'août et septembre ainsi qu'une hausse de la consommation en hiver.

Consommation annuelle :	21419 kWh
Consommation mensuelle maximale :	2240 kWh
Puissance maximale :	15 kW

Le système installé doit fournir 15kWc (dans les conditions optimales de production) pour subvenir aux besoins lors des pics de consommation.

3.4. ENVIRONNEMENT

L'environnement du site est relativement dégagé. Les arbres ne projettent pas d'ombre importante, ni sur la toiture, ni sur le site. Il n'y a pas de bâtiment aux alentours.



A l'ouest la vue est la plus dégagée. Aucune ombre ne sera projetée sur le bâtiment durant la période d'usage.



A l'Est la colline de Gonfreville projette une ombre importante surtout le matin en été.



3.5. ENSOLEILLEMENT

A partir du logiciel Shadowmap qui permet de projeter les ombres des éléments du relief, nous avons rectifié les heures du lever du soleil sur site, influencées du fait de la présence de la colline à l'est :

Jour (environ)	Lever du soleil théorique	Lever du soleil sur site	Durée du jour théorique	Durée du jour sur site
Solstice d'hiver	08:53	08:53	08:08	08:08
Equinoxe de printemps	07:04	07:24	12:07	11:47
Solstice d'été	05:53	06:50	16:17	15:20
Equinoxe d'automne	07:47	08:07	12:11	11:51

A partir de ces valeurs, nous avons calculé la moyenne de perte d'ensoleillement du site selon la saison :

Saison	Moyenne de perte d'ensoleillement	
	en journée	sur la période d'usage
Hiver	1%	0%
Printemps	4%	0%
Eté	4%	0%
Automne	1%	0,75%

Nous avons soustrait la perte des heures d'ensoleillement aux heures d'ensoleillement théorique (moyennes mensuelles issues de la station météo du Havre-Octeville).

Mois	Heure d'ensoleillement (h)	
	Théorique	Site
Janvier	65	64
Février	90	89
Mars	135	133
Avril	180	172
Mai	215	206
Juin	225	215
Juillet	240	230
Août	220	211
Septembre	170	163
Octobre	125	123
Novembre	75	74
Décembre	55	54

4. RESULTATS DES ETUDES

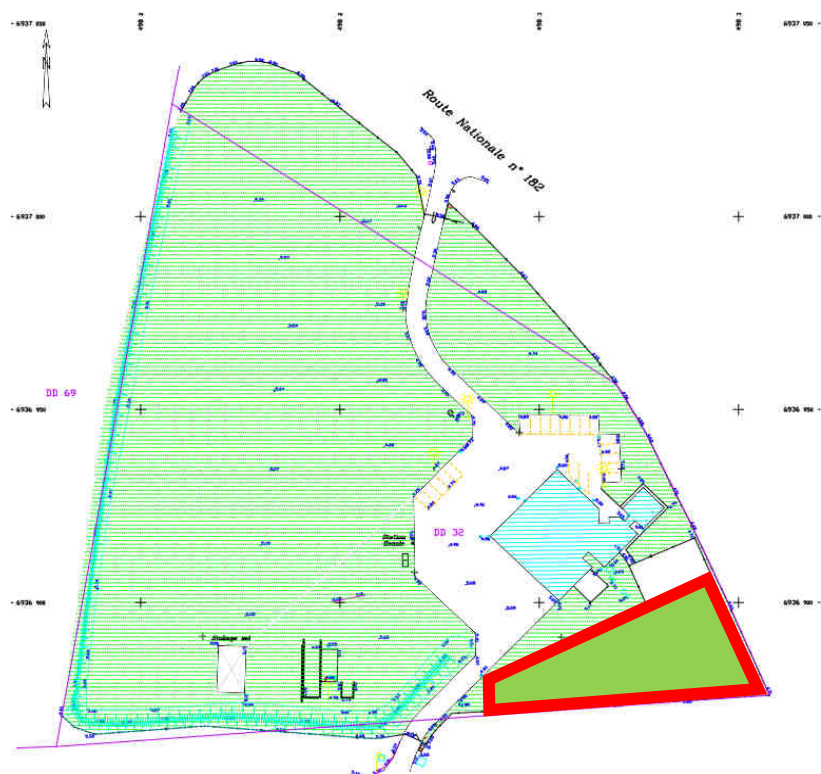
4.6. POSITIONNEMENT

Voici les positionnements envisagés :

- Pour les études 1 et 2 : en toiture sur le versant orienté Sud-Ouest (ou sur le versant le plus efficient de la future toiture après rénovation) :



- Pour les études 1, 2, 3 et 4 : sur terrain au Sud-Est de la parcelle :



Selon le positionnement sélectionné, il faut tenir compte des remarques suivantes :

- Sur la toiture :
 - o La fixation des panneaux photovoltaïques crée des percements dans l'étanchéité ce qui peut provoquer des infiltrations d'eau ;
 - o Il faut vérifier que la toiture peut supporter les charges supplémentaires liées au poids des panneaux et de leur entretien ;
 - o Il est préférable d'avoir un accès sécurisé à la toiture pour faciliter l'installation et l'entretien des panneaux ;
 - o Afin de favoriser la production des panneaux, il est préférable de les positionner sur un revêtement dont l'albedo est important (peinture blanche...).
- Sur le terrain :
 - o La température des panneaux photovoltaïques peut atteindre aisément les 80°C, il faut donc assurer que l'emplacement des panneaux soit sécurisé (barrière de sécurité, affiche d'avertissements, consignes...) ;
 - o Afin de favoriser la production des panneaux, il est préférable de les positionner sur un revêtement dont l'albedo est important (peinture blanche...) ;
 - o Etant donné les travaux supplémentaires à faire dans le cadre d'un positionnement sur terrain (terrassement, tranchées, raccords...), il faut compter environ 40 000€ de plus sur l'ensemble des estimations données.

4.1. HYPOTHESES DES CALCULS

Voici les hypothèses utilisées lors des calculs :

- L'autoconsommation directe est calculée à partir des heures d'ensoleillement sur la période d'usage ;
- L'autoconsommation depuis la batterie est calculée à partir de la capacité de la batterie et du nombre d'heures d'ensoleillement en dehors de la période d'usage ;
- Les heures d'ensoleillement sont considérées comme des heures où les panneaux sont au maximum de leur productivité ;
- Le tarif de rachat est considéré fixe à 0,13€ du kWh ;
- L'hypothèse la plus favorable correspond à une augmentation du coût de l'électricité de 50 % d'ici 2030 ;
- L'hypothèse la moins favorable correspond à une augmentation habituelle du coût de l'électricité (2 à 3% par an).

4.2. ETUDE 1 : AUTOCONSOMMATION SANS BATTERIE EN PANNEAUX FIXES

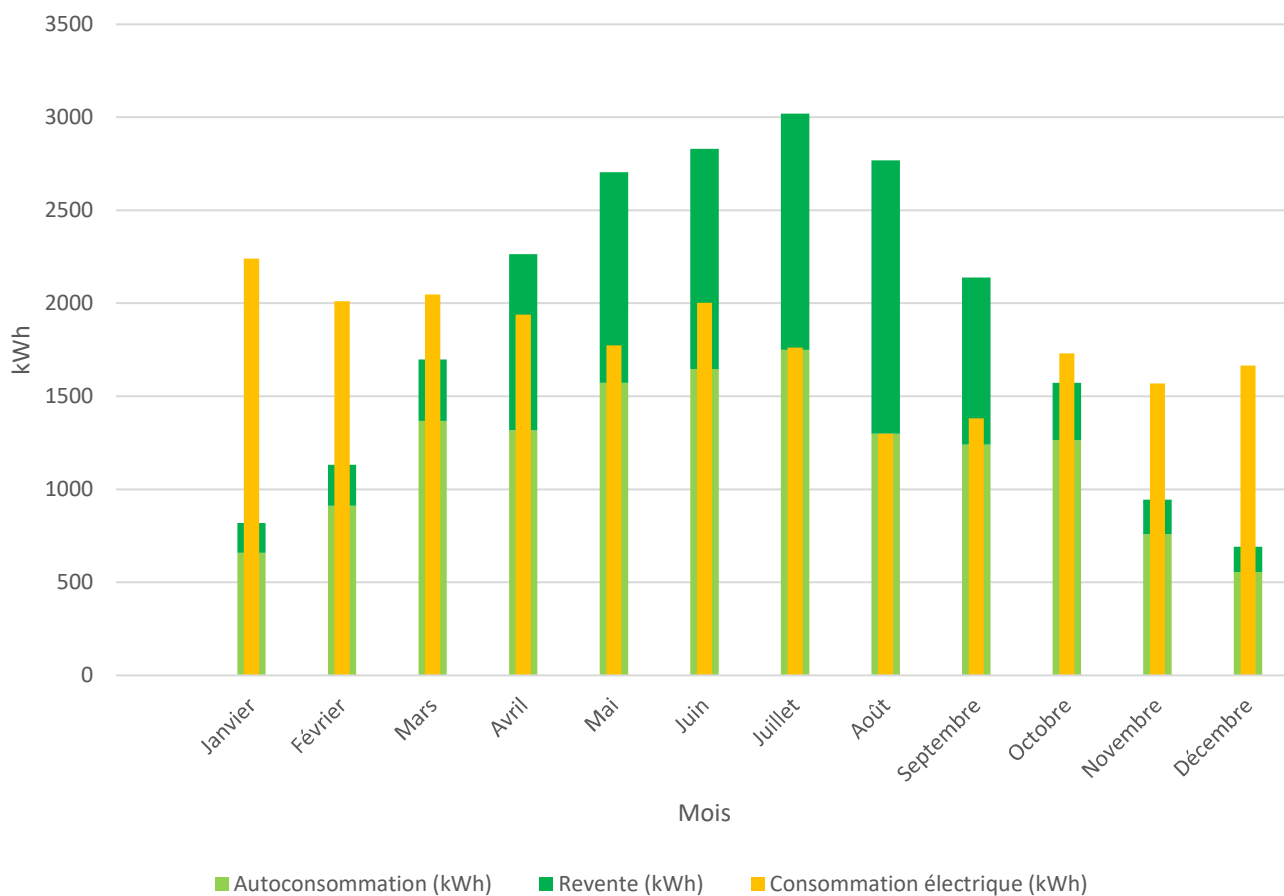
4.2.1 CONFIGURATION

Installation de 37 panneaux photovoltaïques fixes avec une inclinaison de 30° de 400Wc de puissance orientés Sud ou Sud-Ouest pour un total de puissance installée de 15kWc.

4.2.2 PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ENERGIE

Mois	Heure d'ensoleillement (h)	Heure d'ensoleillement sur période d'usage (h)	Production photovoltaïque totale (kWh)	Consommation électrique (kWh)	Autoconsommation (kWh)	Revente (kWh)	Part d'autoconsommation sur la consommation :	Parte de revente sur la production :
Janvier	65	52	818	2240	658	159	29%	19%
Février	90	72	1132	2012	912	220	45%	19%
Mars	135	109	1698	2048	1368	331	67%	19%
Avril	180	105	2264	1939	1317	947	68%	42%
Mai	215	125	2705	1773	1573	1132	89%	42%
Juin	225	131	2831	2002	1646	1184	82%	42%
Juillet	240	139	3019	1761	1750	1269	99%	42%
Août	220	128	2768	1298	1298	1470	100%	53%
Septembre	170	99	2139	1382	1240	899	90%	42%
Octobre	125	100	1573	1730	1263	309	73%	20%
Novembre	75	60	944	1569	758	185	48%	20%
Décembre	55	44	692	1665	556	136	33%	20%
MOYENNE :	150	97	1882	1785	1195	687	69%	32%
TOTAL	1795	1164	22581	21419	14339	8242		

Exemple de production solaire sur une année type (2022)



Dans cette configuration la moyenne d'autoconsommation à l'année est de 69%, et la moyenne de la part de revente/rejet sur l'ensemble de la production est de 32%.

4.2.3 COÛTS

L'investissement initial de cette configuration atteignent les 28 000€ TTC en toiture et 68 000€ TTC sur terrain.

4.2.4 RETOUR SUR INVESTISSEMENT

Les retours sur investissement sont les suivants :

En toiture :

- Hypothèse plus favorable (forte augmentation des coûts de l'électricité) :
 - o Sans revente : 6 ans
 - o Avec revente : 5 ans
- Hypothèse moins favorable (augmentation habituelle des coûts de l'électricité) :
 - o Sans revente : 7 ans ½
 - o Avec revente : 6 ans

Sur terrain :

- Hypothèse plus favorable (forte augmentation des coûts de l'électricité) :
 - o Sans revente : 11 ans ½
 - o Avec revente : 10 ans
- Hypothèse moins favorable (augmentation habituelle des coûts de l'électricité) :
 - o Sans revente : 16 ans ½
 - o Avec revente : 13 ans ½

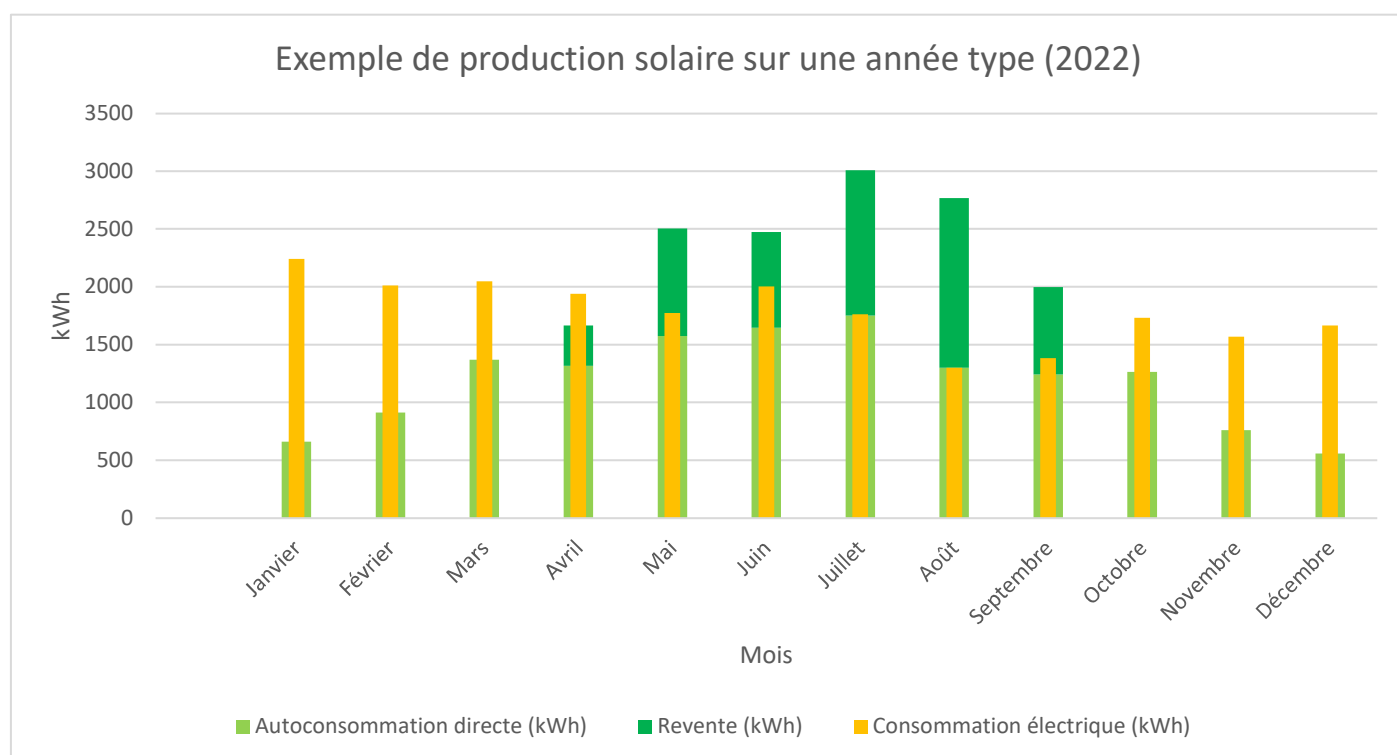
4.3. ETUDE 2 : AUTOCONSOMMATION AVEC BATTERIE EN PANNEAUX FIXES

4.3.1 CONFIGURATION

Installation de 37 panneaux photovoltaïques fixes avec une inclinaison de 30° de 400Wc de puissance orientés Sud ou Sud-Ouest pour un total de puissance installée de 15kWc avec 1 batterie de 15kWh et 1 batterie de 5kWh. Dans le cadre de cette configuration, il faut s'assurer d'avoir l'emplacement nécessaire pour stocker les batteries. (Le coût de construction d'un local de 5 m² est d'environ 10 000€)

4.3.2 PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ENERGIE

Mois	Heure d'ensoleillement (h)	Heure d'ensoleillement sur période d'usage (h)	Production photovoltaïque totale (kWh)	Consommation électrique (kWh)	Autoconsommation directe (kWh)	Autoconsommation depuis la batterie (kWh)	Autoconsommation totale (kWh)	Revente (kWh)	Part d'autoconsommation sur la consommation :	Parte de revente sur la production :
Janvier	65	52	818	2240	658	159	818	0	37%	0%
Février	90	72	1132	2012	912	220	1132	0	56%	0%
Mars	135	109	1698	2048	1368	331	1698	0	83%	0%
Avril	180	105	2264	1939	1317	600	1917	347	99%	15%
Mai	215	125	2705	1773	1573	200	1773	932	100%	34%
Juin	225	131	2831	2002	1646	356	2002	828	100%	29%
Juillet	240	139	3019	1761	1750	11	1761	1258	100%	42%
Août	220	128	2768	1298	1298	0	1298	1470	100%	53%
Septembre	170	99	2139	1382	1240	142	1382	757	100%	35%
Octobre	125	100	1573	1730	1263	309	1573	0	91%	0%
Novembre	75	60	944	1569	758	185	944	0	60%	0%
Décembre	55	44	692	1665	556	136	692	0	42%	0%
MOYENNE :	150	97	1882	1785	1195	221	1416	466	81%	17%
TOTAL	1795	1164	22581	21419	14339	2650	16989	5592		



Dans cette configuration la moyenne d'autoconsommation à l'année est de 81%, et la moyenne de la part de revente/rejet sur l'ensemble de la production est de 17%.

4.3.3 COÛTS

L'investissement initial de cette configuration atteignent les 50 000€ TTC en toiture et 90 000€ TTC sur terrain.

4.3.4 RETOUR SUR INVESTISSEMENT

Les retours sur investissement sont les suivants :

- Hypothèse plus favorable (forte augmentation des coûts de l'électricité) :

- Sans revente : 8 ans ½
 - Avec revente : 7 ans ½
- Hypothèse moins favorable (augmentation habituelle des coûts de l'électricité) :
 - Sans revente : 9 ans ½
 - Avec revente : 11 ans

Sur terrain :

- Hypothèse plus favorable (forte augmentation des coûts de l'électricité) :
 - Sans revente : 12 ans
 - Avec revente : 11 ans ½
- Hypothèse moins favorable (augmentation habituelle des coûts de l'électricité) :
 - Sans revente : 16 ans
 - Avec revente : 18 ans

4.4. ETUDE 3 : AUTOCONSOMMATION SANS BATTERIE EN PANNEAUX AVEC TRACKER

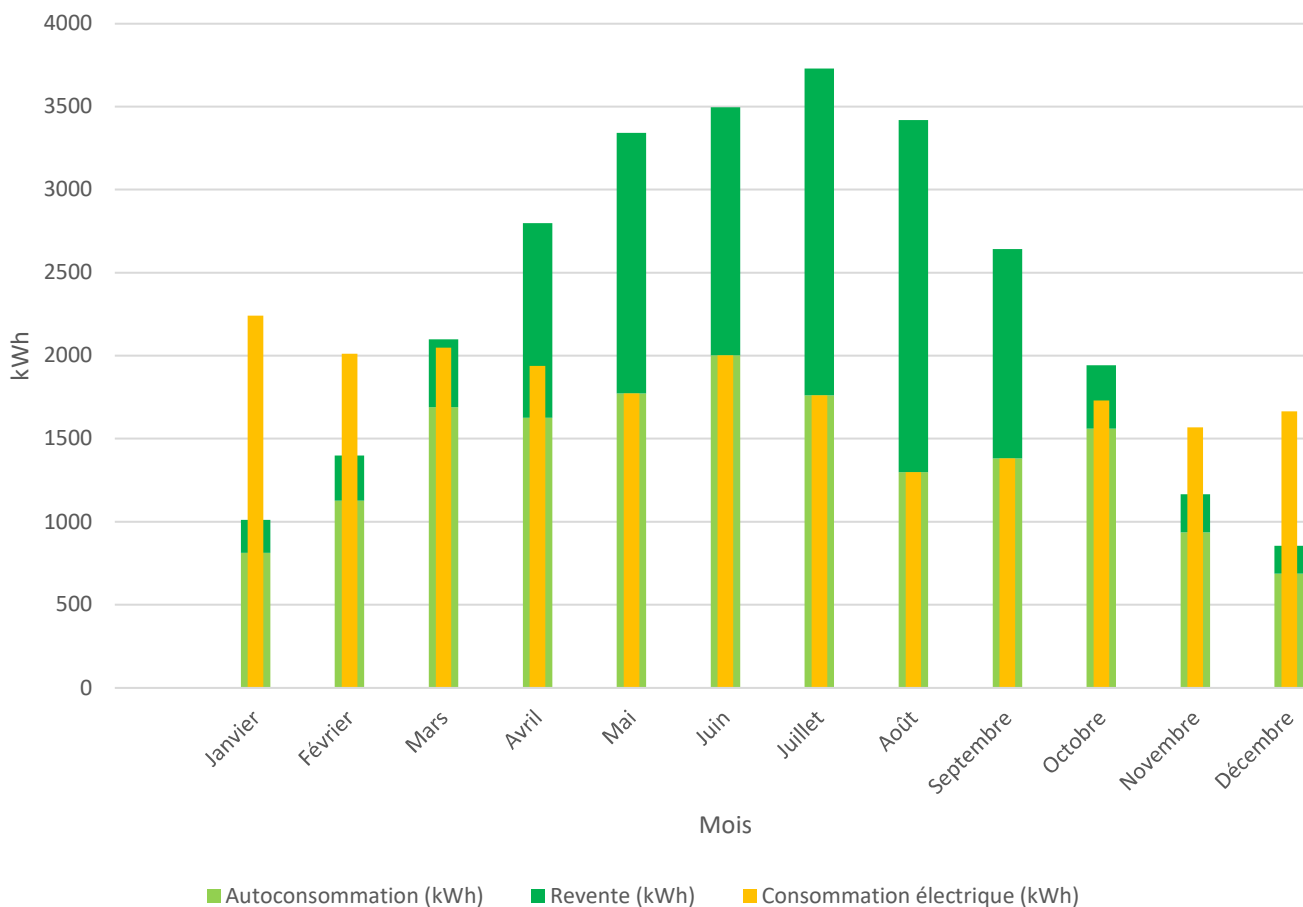
4.4.1 CONFIGURATION

Installation de 37 panneaux photovoltaïques sur tracker de 400Wc de puissance pour un total de puissance installée de 15kWc.

4.4.2 PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ENERGIE

Mois	Heure d'ensoleillement (h)	Heure d'ensoleillement sur période d'usage (h)	Production photovoltaïque totale (kWh)	Consommation électrique (kWh)	Autoconsommation (kWh)	Revente (kWh)	Part d'autoconsommation sur la consommation :	Parte de revente sur la production :
Janvier	65	52	1010	2240	813	197	36%	19%
Février	90	72	1399	2012	1126	272	56%	19%
Mars	135	109	2098	2048	1689	408	82%	19%
Avril	180	105	2797	1939	1627	1170	84%	42%
Mai	215	125	3341	1773	1773	1568	100%	47%
Juin	225	131	3497	2002	2002	1494	100%	43%
Juillet	240	139	3730	1761	1761	1969	100%	53%
Août	220	128	3419	1298	1298	2121	100%	62%
Septembre	170	99	2642	1382	1382	1260	100%	48%
Octobre	125	100	1943	1730	1561	382	90%	20%
Novembre	75	60	1166	1569	936	229	60%	20%
Décembre	55	44	855	1665	687	168	41%	20%
MOYENNE :	150	97	2325	1785	1388	937	79%	34%
TOTAL	1795	1164	27894	21419	16656	11238		

Exemple de production solaire sur une année type (2022)



Dans cette configuration la moyenne d'autoconsommation à l'année est de 79%, et la part de revente/rejet sur l'ensemble de la production est de 34%.

4.5.3 COÛTS

L'investissement initial de cette configuration atteignent les 86 000€ TTC.

4.5.4 RETOUR SUR INVESTISSEMENT

Les retours sur investissement sont les suivantes :

- Hypothèse plus favorable (forte augmentation des coûts de l'électricité) :
 - o Sans revente : 11 ans ½
 - o Avec revente : 10 ans ½
- Hypothèse moins favorable (augmentation habituelle des coûts de l'électricité) :
 - o Sans revente : 17 ans ½
 - o Avec revente : 13 ans ½

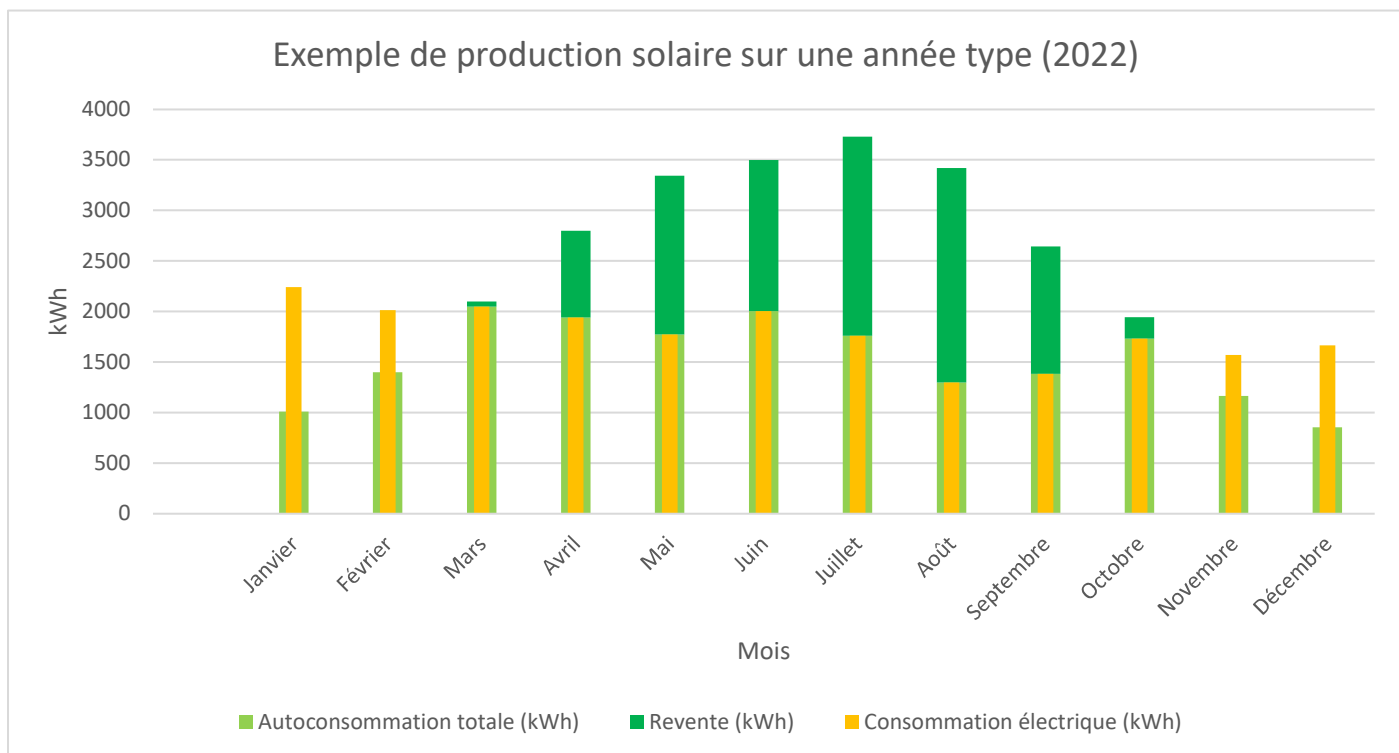
4.6. ETUDE 4 : AUTOCONSOMMATION AVEC BATTERIE EN PANNEAUX AVEC TRACKER

4.6.1 CONFIGURATION

Installation de 37 panneaux photovoltaïques sur tracker de 400Wc de puissance pour un total de puissance installée de 15kWc avec 1 batterie de 15kWh. Dans le cadre de cette configuration, il faut s'assurer d'avoir l'emplacement nécessaire pour stocker les batteries. (Le coût de construction d'un local de 5 m² est d'environ 10 000€).

4.6.2 PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ENERGIE

Mois	Heure d'ensoleillement (h)	Heure d'ensoleillement sur période d'usage (h)	Production photovoltaïque totale (kWh)	Consommation électrique (kWh)	Autoconsommation (kWh)	Autoconsommation depuis la batterie (kWh)	Autoconsommation totale (kWh)	Revente (kWh)	Part d'autoconsommation sur la consommation :	Parte de revente sur la production :
Janvier	65	52	1010	2240	813	197	1010	0	45%	0%
Février	90	72	1399	2012	1126	272	1399	0	70%	0%
Mars	135	109	2098	2048	1689	359	2048	50	100%	2%
Avril	180	105	2797	1939	1627	312	1939	858	100%	31%
Mai	215	125	3341	1773	1773	0	1773	1568	100%	47%
Juin	225	131	3497	2002	2002	0	2002	1494	100%	43%
Juillet	240	139	3730	1761	1761	0	1761	1969	100%	53%
Août	220	128	3419	1298	1298	0	1298	2121	100%	62%
Septembre	170	99	2642	1382	1382	0	1382	1260	100%	48%
Octobre	125	100	1943	1730	1561	169	1730	213	100%	11%
Novembre	75	60	1166	1569	936	229	1166	0	74%	0%
Décembre	55	44	855	1665	687	168	855	0	51%	0%
MOYENNE :	150	97	2325	1785	1388	142	1530	794	87%	25%
TOTAL	1795	1164	27894	21419	16656	1706	18362	9532		



Dans cette configuration la moyenne d'autoconsommation à l'année est de 87%, et la part de revente/rejet sur l'ensemble de la production est de 25%.

4.6.3 COÛTS

L'investissement initial de cette configuration atteignent les 102 000€ TTC.

4.6.4 RETOUR SUR INVESTISSEMENT

Les retours sur investissement sont les suivantes :

- Hypothèse plus favorable (forte augmentation des coûts de l'électricité) :
 - o Sans revente : 12 ans ½
 - o Avec revente : 11 ans ½
- Hypothèse moins favorable (augmentation habituelle des coûts de l'électricité) :
 - o Sans revente : 18 ans ½
 - o Avec revente : 16 ans

5. BILAN ET PRECONISATIONS :

OPTION	CONFIGURATION	INVESTISSEMENT	RETOUR SUR INVESTISSEMENT	AUTOCONSOMMATION	REVENTE/REJET
ETUDE 1 SANS REVENTE EN TOITURE	PANNEAUX FIXES SANS BATTERIE	28 000,00 €	6 à 7 ans 1/2	69%	32%
ETUDE 1 AVEC REVENTE EN TOITURE		28 000,00 €	5 à 6 ans	69%	32%
ETUDE 1 SANS REVENTE SUR TERRAIN		68 000,00 €	11 ans 1/2 à 16 ans 1/2	69%	32%
ETUDE 1 AVEC REVENTE SUR TERRAIN		68 000,00 €	10 ans à 13 ans 1/2	69%	32%
ETUDE 2 SANS REVENTE EN TOITURE	PANNEAUX FIXES AVEC BATTERIE	50 000,00 €	7 à 8 ans 1/2	81%	17%
ETUDE 2 AVEC REVENTE EN TOITURE		50 000,00 €	6 ans 1/2 à 7 ans 1/2	81%	17%
ETUDE 2 SANS REVENTE SUR TERRAIN		90 000,00 €	12 ans à 16 ans	81%	17%
ETUDE 2 AVEC REVENTE SUR TERRAIN		90 000,00 €	11 ans 1/2 à 18 ans	81%	17%
ETUDE 3 SANS REVENTE	PANNEAUX SUR TRACKER SANS BATTERIE	86 000,00 €	11 ans 1/2 à 17 ans 1/2	79%	34%
ETUDE 3 AVEC REVENTE		86 000,00 €	10 ans 1/2 à 13 ans 1/2	79%	34%
ETUDE 4 SANS REVENTE	PANNEAUX SUR TRACKER AVEC BATTERIE	102 000,00 €	12 ans 1/2 à 18 ans 1/2	87%	25%
ETUDE 4 AVEC REVENTE		102 000,00 €	11 ans 1/2 à 16 ans	87%	25%

Nous obtenons les scores et le classement suivants :

OPTION	INVESTISSEMENT	RETOUR SUR INVESTISSEMENT	AUTOCONSOMMATION	REVENTE/REJET	CLASSEMENT
ETUDE 1 AVEC REVENTE EN TOITURE	1	1	4	2	1
ETUDE 2 AVEC REVENTE EN TOITURE	2	3	2	4	2
ETUDE 2 SANS REVENTE EN TOITURE	2	4	2	5	3
ETUDE 1 SANS REVENTE EN TOITURE	1	2	4	7	4
ETUDE 1 AVEC REVENTE SUR TERRAIN	3	5	4	2	5
ETUDE 3 AVEC REVENTE	4	6	3	1	6
ETUDE 4 AVEC REVENTE	6	7	1	3	7
ETUDE 2 SANS REVENTE SUR TERRAIN	5	9	2	5	8
ETUDE 1 SANS REVENTE SUR TERRAIN	3	8	4	7	9
ETUDE 2 AVEC REVENTE SUR TERRAIN	5	11	2	4	10
ETUDE 3 SANS REVENTE	4	10	3	8	11
ETUDE 4 SANS REVENTE	6	12	1	6	12

La configuration de l'étude 1 avec revente semble la configuration la plus favorable de façon générale. Peu importe la configuration, il est préférable d'avoir une revente afin de diminuer un maximum la durée de retour sur investissement. D'un point de vue investissement, il est préférable de privilégier un positionnement sur toiture pour un petit budget, et le terrain dans le cadre d'un budget plus important afin de favoriser l'entretien sur le long terme.

Si vous souhaitez favoriser l'autoconsommation, nous vous recommandons la configuration de l'étude 2 sur toiture qui permet un bon rapport entre l'investissement initiale et le retour sur investissement.