

Analyse d'opportunité Solaire Photovoltaïque

Commune de Les Ormes



Contact et information :

Augustin BALLU – SDEY – Chargé de mission énergies renouvelables
a.ballu@sdey.fr – 03.86.52.30.14 – 06.30.03.40.14

Cadre de l'analyse

La présente note, réalisée dans le cadre du dispositif de Conseil en Énergie Partagé (CEP) au Syndicat Départemental d'Énergies de l'Yonne, est une étude d'opportunité constituant une première approche pour la mise en place de panneaux photovoltaïques sur la commune de Les Ormes.

Objectifs

- Constituer une **première approche technico-économique** devant permettre de fixer les enjeux, en termes de coûts d'investissement et d'exploitation de la future installation photovoltaïque.
- Utiliser une ressource renouvelable, locale, s'inscrire dans une démarche de développement durable et s'engager dans la transition énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) afin de stabiliser le changement climatique.

Avertissement

Cette analyse d'opportunité mentionne des coûts d'exploitation et d'investissement basés uniquement sur des ratios : aucun métrage n'a été réalisé sur les surfaces de toitures, aucun calepinage précis n'a été réalisé pour l'implantation des panneaux photovoltaïques.

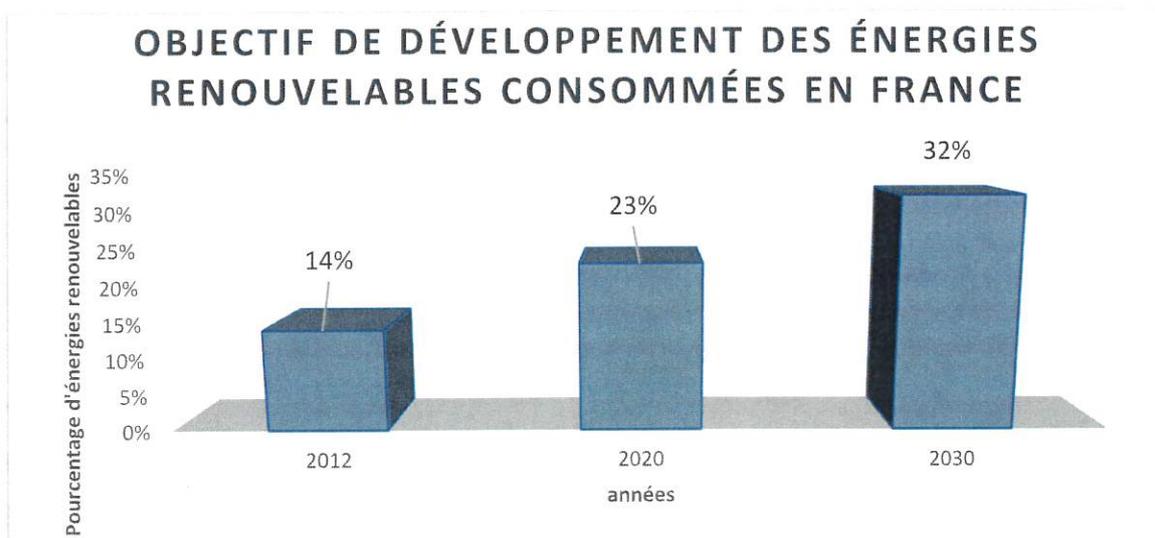
A ce stade, aucune consultation auprès d'installateurs photovoltaïques, de fournisseurs ou de constructeurs de panneaux n'a été faite. Toutes les données techniques (puissance, productivité...) sont basées sur des valeurs moyennes. Celles-ci varient suivant les caractéristiques des matériels choisis (modules photovoltaïques, onduleurs...).

Table des matières

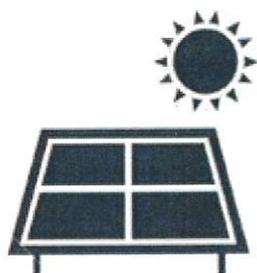
Analyse d'opportunité	1
Solaire Photovoltaïque	1
Cadre de l'analyse	2
Objectifs	2
Avertissement	2
Contexte de l'étude	4
Le solaire photovoltaïque	5
Principe de l'installation	5
L'onduleur.....	5
Que faire de la production d'électricité ?	6
Injection sur le réseau avec vente de l'électricité en totalité.....	6
Ensoleillement en France.....	6
Raccordement au réseau.....	7
Descriptif du projet	8
Salle des fêtes	8
Choix du système d'intégration des panneaux.....	8
Investissements	10
Bilan environnemental	11
Bilan technico-économique	11
Conclusion	12
Annexe	13
Production et cycle de vie d'un module photovoltaïque.....	13
Le recyclage d'un module photovoltaïque	13
Faire un projet citoyen ?	14
Qu'est-ce qu'un projet citoyen ?.....	14
Quel rôle des collectivités ?	14

Contexte de l'étude

La loi Transition Énergétique pour la Croissance Verte (loi TECV), promulguée le 17 août 2015, fixe les grands objectifs du nouveau modèle énergétique français.



À leur échelle, les collectivités territoriales ont un rôle majeur à jouer dans la promotion de la maîtrise de l'énergie et le développement des énergies renouvelables. Elles peuvent notamment s'orienter vers l'installation de systèmes photovoltaïques en équipant certaines toitures de leur patrimoine bâti. Les avantages de ces installations au sein d'une collectivité sont multiples : elles lui permettent de contribuer à sa propre consommation d'énergie via une production directe et locale d'électricité d'origine renouvelable, de communiquer sur son engagement dans le développement durable ou encore d'entretenir une politique locale de production d'énergie impliquant des acteurs locaux.



Le photovoltaïque c'est 18% du parc électrique renouvelable en Bourgogne Franche-Comté en 2020

C'est aussi 25% de croissance de la production entre 2018 et 2020 en BFC

Source : Observ'ER « Le baromètre 2020 des énergies renouvelables électriques en France »

Le solaire photovoltaïque

Principe de l'installation

Les panneaux solaires photovoltaïques sont composés de plusieurs cellules photovoltaïques capables de convertir le rayonnement solaire, gratuit et renouvelable, en électricité. Ils sont caractérisés par leur puissance crête, c'est-à-dire la puissance maximale qu'ils peuvent délivrer dans certaines conditions d'ensoleillement et de température. Celle-ci s'exprime en kWc.

Le courant continu produit est ensuite acheminé vers un ensemble de composants qui forment un "système photovoltaïque", conçu et dimensionné en fonction de l'application et de l'usage qui est fait de l'électricité produite. Ainsi, une installation photovoltaïque (pour une revente en totalité de l'électricité produite) se compose en général des éléments suivants :

- Panneaux, ou modules, photovoltaïques ;
- Structure porteuse ou fixations, suivant le type d'intégration choisi ;
- Câbles, connectiques, protections, pour faire circuler le courant et protéger le circuit ;
- Un ou plusieurs onduleurs ;
- Un compteur de production

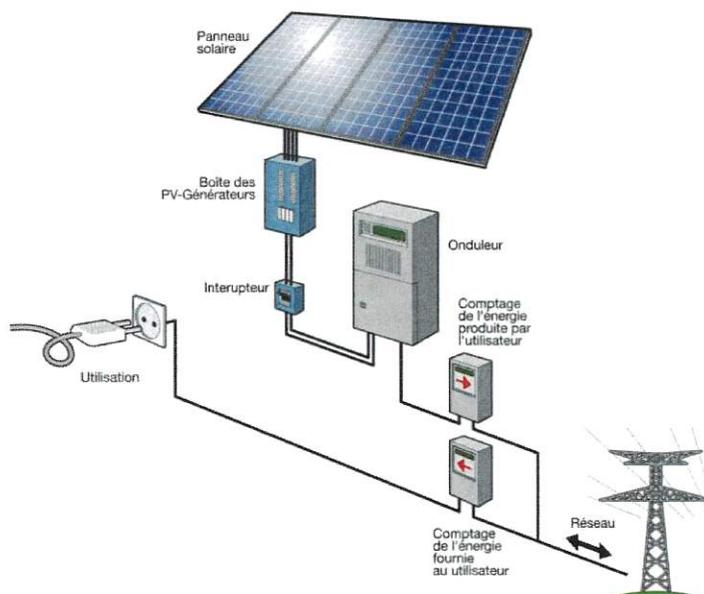


Figure 1 : Schéma de principe d'une installation photovoltaïque en vente totale

L'onduleur

L'onduleur permet de convertir le courant continu en courant alternatif identique à celui du réseau de distribution publique d'électricité. C'est lui qui permet d'injecter l'électricité adéquate sur le réseau public.

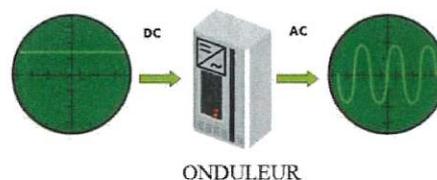


Figure 2 : Schéma de principe du fonctionnement d'un onduleur

Que faire de la production d'électricité ?

Le courant produit par l'installation photovoltaïque peut ensuite être soit injecté sur le réseau public de distribution d'électricité soit être auto-consommé en tout ou partie sur le site où il est produit.

Injection sur le réseau avec vente de l'électricité en totalité

Il est possible d'injecter l'électricité produite sur le réseau et de la vendre. Un compteur enregistre la production afin de procéder à la vente d'électricité.

Historiquement, seul EDF-OA (EDF Obligation d'Achat) pouvait acheter l'électricité dans le cadre de ces dispositifs de soutien. Depuis l'ouverture à la concurrence, il est maintenant possible que ce contrat d'achat soit cédé à un organisme agréé afin que le producteur vende son électricité à un autre acheteur. Par exemple Enercoop, Hydronext, Direct Energie... Pour l'instant, ces fournisseurs ont la possibilité de gérer un nombre restreint de contrats d'obligation d'achat.



L'autoconsommation nécessite d'avoir des besoins en consommation électrique forts. Il faut aussi faire correspondre à chaque instant la production des panneaux solaires avec ces besoins.

Ensoleillement en France

En France métropolitaine, l'orientation privilégiée est plein sud. Selon l'orientation du toit déjà existant, on peut s'en écarter légèrement. Pour ne pas avoir une perte de production trop importante, il faut également prêter attention aux masques (ombres) que peuvent créer des éléments à proximité (bâtiments, arbres...) ou plus lointains (relief...). La productivité globale pendant l'année va varier suivant l'inclinaison et l'orientation des modules.

En France, l'ensoleillement annuel moyen est compris entre 1000 kWh/m² au nord et 1900 kWh/m² au sud. Dans l'Yonne, avec les conditions optimales d'orientation (plein sud) et d'inclinaison (de 30 à 40°), un système photovoltaïque avec une puissance de 1 kWc (de 4 à 6 m² de modules) produit 1100 kWh par an.

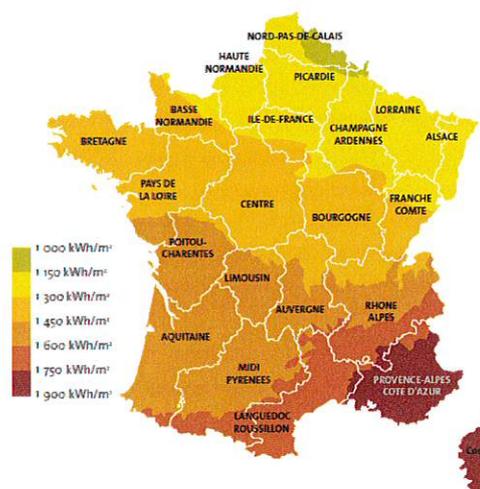


Figure 3: Carte d'ensoleillement moyen annuel en France

Raccordement au réseau

La commune doit adresser une demande de raccordement auprès du gestionnaire de réseau de distribution (en France, c'est principalement Enedis qui le gère)¹. C'est la date de demande complète de raccordement qui détermine le trimestre dans lequel est fixé le tarif d'achat (ces tarifs sont revus chaque trimestre). Une fois sécurisé, le tarif d'achat d'un projet n'est plus affecté par la dégressivité trimestrielle. Il est néanmoins indexé chaque année par un coefficient.

Tableau 1: Tarif d'achat de l'électricité du 1^{er} août au 31 octobre 2022

Tarif d'achat d'électricité - Vente totale	
Puissance installée	Prix d'achat
≤ 3 kWc	20,22 cts €/kWh
> 3 et ≤ 9 kWc	17,18 cts €/kWh
> 9 et ≤ 36 kWc	12,31 cts €/kWh
> 36 et ≤ 100 kWc	10,70 cts €/kWh
> 100 et ≤ 500 kWc (jusqu'à 1100 kWh/kWc)	10,68 cts €/kWh
> 100 et ≤ 500 kWc (Après 1100 kWh/kWc)	5 cts€/kWh

Fourchettes de puissances du projet actuel

A ce jour, les tarifs d'achat de l'électricité connus sont les tarifs datés du 1^{er} août au 31 octobre 2022. Ils ont été précisés dans l'arrêté du 6 octobre 2021, appelé aussi arrêté « S21 », relatif aux conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie solaire photovoltaïque d'une puissance inférieure ou égale à 500 kWc.

La Proposition De Raccordement (PDR) est constituée d'une proposition technique et d'un devis de raccordement au réseau. Les coûts de raccordement peuvent parfois être très élevés, notamment si la puissance totale de l'installation est supérieure à 18 kVA ou si celle-ci se situe à plus de 250 m d'un poste de transformation électrique. Il est fortement conseillé à la commune d'attendre la réception de la PDR avant de finaliser son plan de financement avec les organismes concernés (banques ou autres partenaires financiers) et de débiter les travaux.

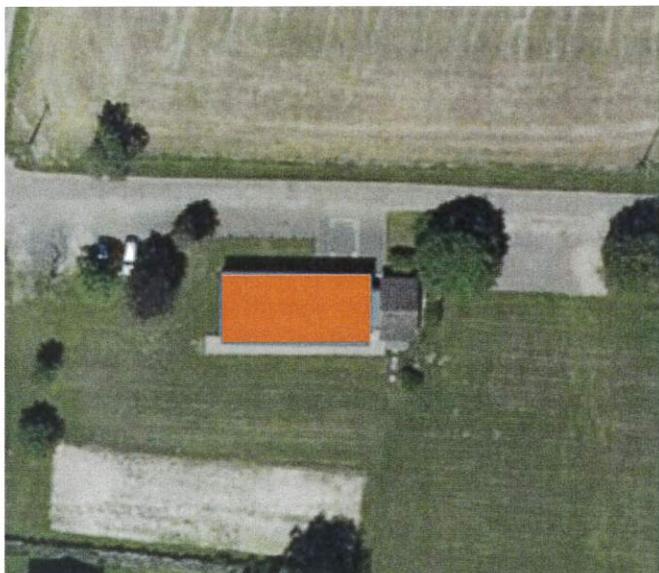
Attention : Si l'installation n'est pas mise en service dans les 24 mois après la demande complète de raccordement, la durée du contrat d'achat sera réduite de la durée de dépassement.

¹ Informations sur le raccordement sur www.enedis.fr/raccordement

Descriptif du projet

Salle des fêtes

Le projet solaire photovoltaïque concerne le bâtiment salle des fêtes de la commune de Les Ormes.



Le bâtiment n'ayant pas d'occupation régulière et de consommation importante, le projet est étudié en vente totale de la production d'électricité photovoltaïque.

La toiture du bâtiment est en bonne état. Elle est constituée d'un bac acier.

La toiture sud est inclinée de 25° environ et est orientée plein sud (à 0° par rapport au sud).

Il n'y a aucun obstacle autour du bâtiment qui ferait de l'ombre sur la toiture.

La toiture peut accueillir une puissance solaire photovoltaïque de 24 kWc (avec des modules de 400 Wc unitaire), soit 60 modules photovoltaïques.

Choix du système d'intégration des panneaux

Il existe différentes techniques d'intégration des panneaux photovoltaïques en toiture des bâtiments.

La solution technique retenue serait de l'intégration en surimposition.

Les panneaux seraient accrochés à des rails qui seraient fixés sur la toiture. La toiture aura toujours le rôle d'étanchéité du bâtiment.

Cette solution ajouterait néanmoins du poids supplémentaire (des panneaux photovoltaïques) sur la structure porteuse du bâtiment.

Il serait opportun de contacter Les charpentiers du Gatinais qui ont travaillé sur la rénovation du bâtiment en 2016.



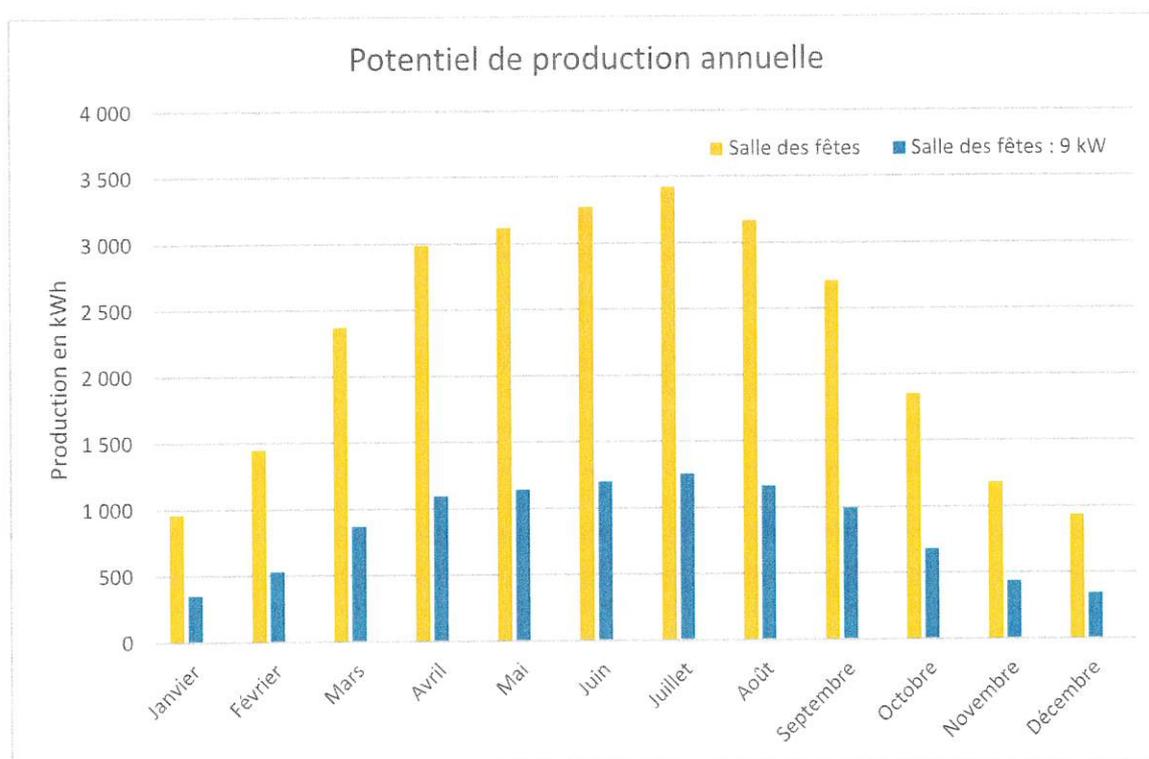
Nous allons étudier deux scénarios de projet solaire photovoltaïques, le premier avec la plus grosse puissance photovoltaïque que la toiture permet. Le deuxième projet sera d'une puissance de moins de 9 kWc. Cela permettra de bénéficier d'un meilleur tarif de vente de l'électricité (17,18 cts €/kWh pour une puissance de 3 à 9 kWc).

Scénario 1 : 24 kWc

La toiture permet d'avoir 6 rangées de 10 panneaux photovoltaïques (si les panneaux sont placés en paysage ou « allongés » sur la toiture), donc 60 panneaux. Ce qui représente une puissance totale de 24 kWc.

Scénario 2 : 9 kWc

Une installation de 2 rangées de 11 panneaux (placés en mode portrait ou « debout ») permettrait d'avoir une puissance de moins de 9 kWc (soit 8,8 kWc).



Scénario 1 : 27 483 kWh/an

Scénario 2 : 10 077 kWh/an

Les charges annuelles d'exploitation

Il est nécessaire de prévoir des charges d'exploitations annuelles tout au long des 20 ans du contrat d'obligation d'achat.

Les charges d'exploitation comprennent les assurances, l'entretien de toute l'installation photovoltaïque, des taxes et des provisions pour le remplacement de l'onduleur.

En effet, la durée de vie d'un onduleur est d'environ 10 ans. Il faudra nécessairement le changer pendant la période d'exploitation de l'installation solaire photovoltaïque.



534 € HT/an

391 € HT/an

Investissements

Pour que le projet soit rentable économiquement, il est nécessaire de demander l'obligation d'achat, auprès d'EDF Obligation d'Achat, acheteur de référence de l'électricité produite par une centrale photovoltaïque.

	Scénario 1	Scénario 2
Coût installation PV (€ HT)	28 800,00	13 500
Coût raccordement (€ TTC) ²	5 000	500
Coût total d'investissement (€ HT)	33 800,00	14 000

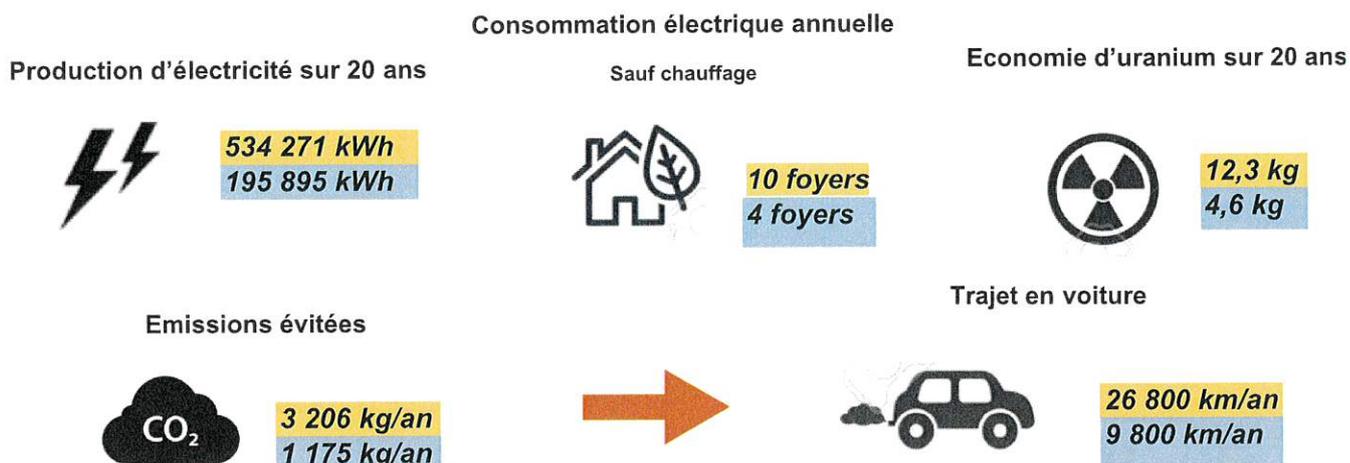
Suite à la publication de l'arrêté ministériel « S21 » du 6 octobre 2021, les possibilités de financement des projets photovoltaïques ont évolué. Il est renseigné à l'article 13 de cet arrêté : « **Le producteur ne peut pas cumuler pour une même installation les primes et tarifs prévus à l'article 8 avec un autre soutien public financier à la production d'électricité, provenant d'un régime d'aides local, régional, national ou de l'Union européenne.** » Ainsi, il n'est plus autorisé de cumuler les tarifs d'achat provenant d'un contrat avec EDF OA avec tout autre subvention publique. Par conséquent, le financement décrit ici n'inclut pas de dispositif d'aide complémentaire tel que la DETR.

Toutefois, il existe des acheteurs alternatifs d'électricité pouvant proposer des contrats sur la même durée qu'EDF OA et qui ne s'inscrivent pas dans l'article 13 cité plus haut. Un financement avec un acheteur alternatif permettrait donc d'obtenir une ou plusieurs subventions locales pour ce projet photovoltaïque. Ce système a une rentabilité moindre puisque le tarif d'achat est environ de **4 cts d'€/kWh**.

² Ce coût de raccordement correspond au montant estimé avec la simulation de raccordement. Il est donné à titre indicatif, il aura seulement un caractère définitif sur la proposition de raccordement transmise par Enedis.

Le scénario 1 prévoit un raccordement à 5000 € car le raccordement d'une telle puissance sur le réseau pourra entraîner des travaux.

Bilan environnemental



Bilan technico-économique

En synthèse, les données techniques et économiques du projet sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

		SCENARIO :	
		24 kWc	9 kWc
DONNEES TECHNIQUES	Orientation	0 °/Sud	0 °/Sud
	Inclinaison	25 °	25 °
	Surface installée	122 m ²	49 m ²
	Nombre de panneaux	60	22
	Puissance installée	24,00 kWc	8,80 kWc
	Production annuelle initiale	27 483 kWh	10 077 kWh
	Productivité annuelle	1 145 kWh/kWc	1 145 kWh/kWc
	Production sur 20 ans	534 271 kWh	195 895 kWh
VENTE D'ELECTRICITE	Chiffre d'affaires annuel <i>moyenne sur 20 ans</i>	3 443 € HT	1 766 € HT
BILAN	Temps de retour Brut TRB	11,9 ans	10,6 ans

Conclusion

Le projet solaire photovoltaïque du bâtiment salle des fêtes semble intéressant.

Il n'y a pas d'obstacle autour du bâtiment qui ferait de l'ombrage sur la toiture. La toiture est de grande taille et mono-pente avec une orientation idéale.

Le scénario que choisira la commune dépendra de l'investissement qu'elle souhaite porter pour ce projet.

Le scénario 1, nous semble plus intéressant pour la commune. Elle bénéficie d'environ 3 500 € par an de vente de l'électricité.

Ce scénario a néanmoins plusieurs points d'attention :

- Vérifier avec les charpentiers qui ont travaillé sur le bâtiment en 2016, si la structure pourrait supporter l'installation photovoltaïque
- Le coût et les travaux pour le raccordement de l'installation devra être chiffré par Enedis.

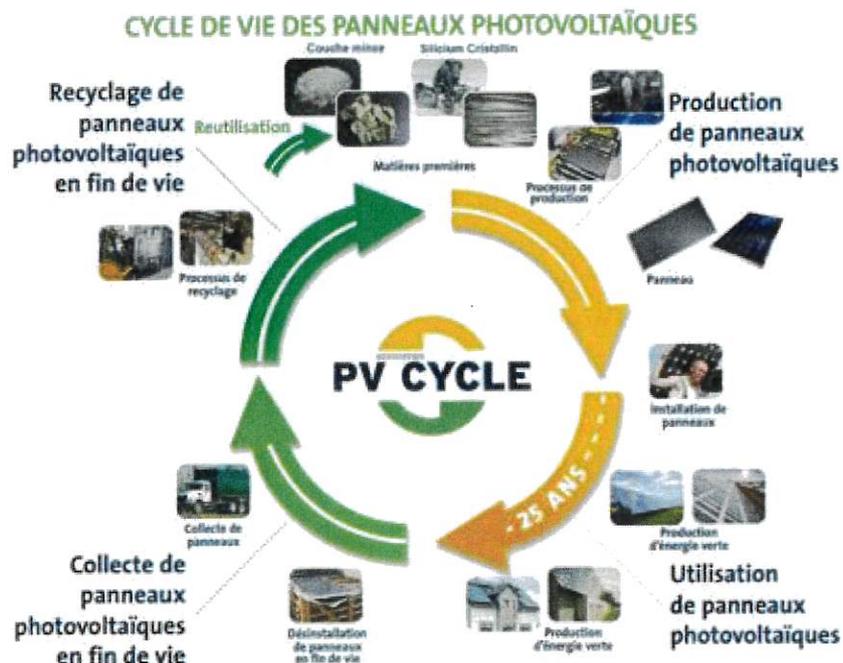
Le SDEY peut vous transmettre la liste des installateurs solaires photovoltaïques qui ont la certification RGE, dans l'Yonne et départements limitrophes.

Annexe



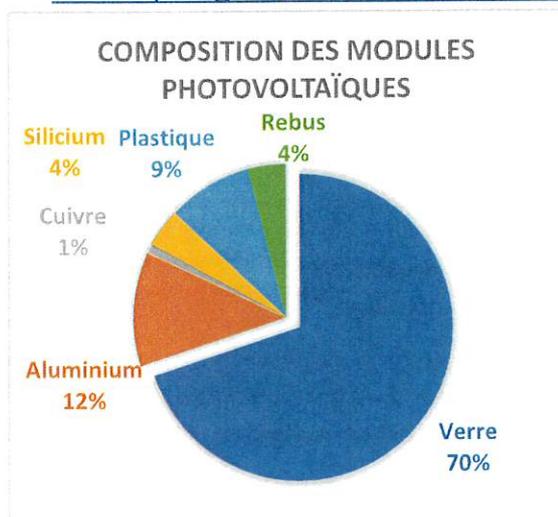
Production et cycle de vie d'un module photovoltaïque

Un module photovoltaïque met 3 à 4 ans de sa production à rattraper l'énergie utilisée pour sa fabrication.



Concernant le recyclage de l'installation photovoltaïque, une démarche de collecte des vieux panneaux a été créée. Celle-ci est portée par une association européenne PV Cycle³.

Le recyclage d'un module photovoltaïque



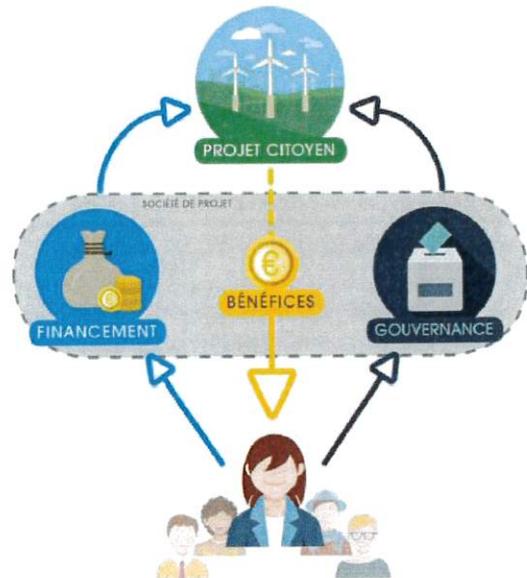
Le module photovoltaïque est constitué à 70% de verre. 87 % du panneau pourra être recyclé, 9% sera incinéré et sera valorisé énergétiquement ; le reste sera du rebus.

Au final c'est 96% du panneau qui est valorisé en fin de vie (réutilisation matières + valorisation énergétique).

³ Vous pouvez retrouver toutes les informations sur le www.pvcycle.fr

Faire un projet citoyen ?

Partout en France, des habitants, collectivités et acteurs locaux se rassemblent pour produire ensemble une énergie renouvelable. Tournés vers l'intérêt général avant tout, ils ouvrent le financement et la gouvernance des projets aux citoyens qui souhaitent s'y investir.



Qu'est-ce qu'un projet citoyen ?

On appelle « citoyen » un projet de production d'énergie renouvelable qui ouvre majoritairement son capital au financement et son pilotage aux acteurs locaux, dans l'intérêt du territoire et de ses habitants.

ANCRAGE LOCAL

La maîtrise du projet reste aux mains des collectivités et habitants du territoire.

GOUVERNANCE OUVERTE

Toutes les décisions au sein de la société de projet sont prises de façon démocratique et transparente.

DÉMARCHE NON SPÉCULATIVE

Les bénéfices réalisés sont réinvestis dans de nouveaux projets et des actions de sensibilisation.

EXIGENCE ÉCOLOGIQUE

Le projet de production s'inscrit durablement dans une démarche de respect de l'environnement et de réduction des consommations d'énergie.

Ces projets occasionnent des retombées économiques directes et indirectes qui renforcent l'emploi local et dynamisent le territoire.

Quel rôle des collectivités ?

Les collectivités peuvent jouer un rôle majeur pour développer les énergies renouvelables citoyennes sur leur territoire :

- En investissant dans les projets locaux de production d'énergie, par le biais de sociétés de production locale.
- En facilitant les conditions d'émergence de projets portés par les acteurs locaux (adaptation de l'urbanisme, soutien financier, mise à disposition de foncier ou de locaux).

PROPOSEZ OU REJOIGNEZ

un projet d'énergie renouvelable
ou d'économie d'énergie
près de chez vous.
Parlez en autour de vous
à vos amis, à vos élus !

Monsieur le maire !!
Ça tombe bien que je vous croise
en pleine campagne électorale,
j'ai un projet de panneaux
solaires sur l'école
à vous soumettre !

