

POURQUOI UTILISER L'ÉNERGIE SOLAIRE ?

Cette énergie est disponible partout, gratuite et facile à transformer. C'est l'énergie renouvelable la plus facilement utilisable par les particuliers. Le solaire photovoltaïque produit de l'électricité à partir de la lumière du soleil. L'augmentation du prix de l'énergie ainsi que la préservation de l'environnement sont des éléments moteurs pour investir dans l'énergie solaire.

LES AVANTAGES DE L'ÉNERGIE SOLAIRE



Réduction des impacts environnementaux

Une production de 1 mégawattheure ou MWh permet de substituer 0,086 TEP d'énergie et d'éviter l'émission de 120 kg de CO₂. Il n'y a pas de pièce en mouvement, ni de bruit et pas de production de polluant.



Une production d'électricité décentralisée

Le principe est de produire l'électricité au plus près des points de consommation.



Un temps de retour énergétique intéressant

La fabrication de 1 kWc de cellules photovoltaïques nécessite environ 3 000 kWh d'énergie. Dans les conditions optimales, 1 kWc produit 1 000 kWh/an. Par conséquent, le temps de retour énergétique est de 3 à 5 ans (y compris support, cadres et câbles) et sans prendre le transport en fonction des performances énergétiques du générateur.

UNE RÉFLEXION AU PRÉALABLE

Avant d'envisager une installation photovoltaïque, il est recommandé :

- ◆ d'avoir une vision globale de la consommation énergétique de l'exploitation agricole (bâtiments, tous types d'énergies et tous usages confondus, utilisation d'engrais et de matériels agricoles adaptés à ses besoins...),
- ◆ d'évaluer les solutions de maîtrise de la demande d'électricité pour améliorer la consommation électrique sur les différents postes (la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire pour le bloc traite,...
- ◆ d'évaluer de la pertinence d'une installation d'un générateur photovoltaïque raccordé au réseau.

« L'énergie la moins chère et la moins polluante est celle qui n'est pas consommée »

COMMENT ÇA MARCHE ?

La lumière du soleil est transformée en électricité par l'intermédiaire d'un module photovoltaïque. Ce module photovoltaïque est composé, le plus souvent, de cellules de silicium connectées entre elles et encapsulées sous une plaque de verre.

Qu'est-ce qu'un module ?

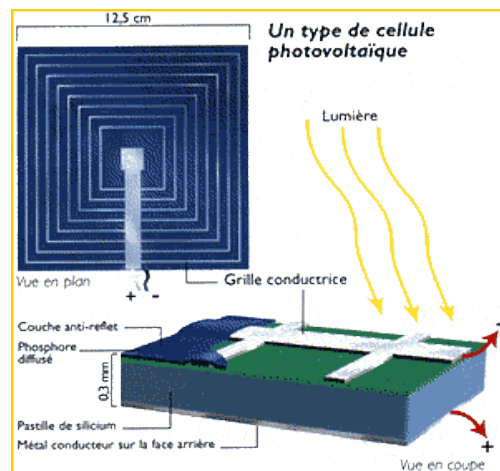


Un module est considéré comme un générateur de courant continu, sous une tension de 12 à 24 Volts. La puissance d'un module oscille entre 100 et 300 Wc⁽¹⁾, en fonction des modèles.

Les fabricants garantissent leurs produits de 2 à 5 ans ainsi que le rendement du module à savoir 90% de rendement garanti à 10 ans et 80% garanti à 20 ans voire 25 ans selon les fabricants

La puissance d'un module varie en fonction de l'éclairement du soleil et de la température de cellule (plus la cellule sera froide, meilleur sera le rendement). Attention aux phénomènes d'ombre, de masques proches ou lointains (arbre, bâtiment,...) car la puissance peut diminuer fortement pour une faible surface d'ombre.

Les modules sont ensuite assemblés en série ou en parallèle pour constituer un champ photovoltaïque. La puissance du champ correspond au nombre de modules multiplié par la puissance unitaire d'un module et est exprimé en Wc ou kWc⁽²⁾.



Source Ademe

Il existe trois technologies de cellules photovoltaïques pouvant composer un module :

- ◆ les cellules au silicium *monocristallin* (bleues nuit ou noires) qui ont un rendement moyen de 15%. La puissance installée en *monocristallin* par m² est un peu plus importante qu'avec le *poly-cristallin*. La puissance installée est de 110 à 150 Wc/m².
- ◆ les cellules au silicium *poly-cristallin* (bleues foncées avec un aspect de cristaux non uniformes et des reflets) qui ont un rendement de 13%. Ce sont les cellules les plus répandues sur le marché car celles-ci sont un peu moins chères que les cellules *monocristallin*. La puissance installée est de 110 à 150 Wc/m².
- ◆ les cellules au silicium amorphe (violettes sombres voire bleues nuit ou noires), cette technologie offre un excellent rendu visuel avec un rendement de conversion d'environ 6% en début de vie pour diminuer et se stabiliser dans le temps. Les cellules étant flexibles, cette technologie peut être mise en œuvre facilement dans les éléments de construction du bâtiment (profilé métallique, membrane d'étanchéité,...). Cette technologie est à privilégier pour de grande surface du fait de la faible puissance installée par m² qui est de l'ordre

Qu'est-ce qu'un onduleur ?

L'onduleur est l'appareil qui transforme le courant continu (DC) produit par les modules en courant alternatif (AC) selon les caractéristiques requises par le réseau.

Le dimensionnement de l'onduleur doit être réalisé en adéquation avec la puissance du champ photovoltaïque et doit être compris entre 0,7 et 1 fois la puissance du champ photovoltaïque.

Le rendement de l'onduleur est de 97 à 99%, et le rendement de conversion DC/AC est de 92 à 96%.

La « garantie produit » d'un onduleur est de 5 ans mais il est possible de trouver des garanties de 10 ans voire 20 ans.



Onduleurs EARL. SOMMANT, Lamargelle (21) Source ADEME



L'onduleur doit être installé dans un local ventilé (le rendement diminuera en fonction de la chaleur), facile d'accès pour la maintenance et proche du champ photovoltaïque pour limiter les pertes en lignes. En fonction du bâtiment, il faudra privilégier soit des onduleurs intérieurs soit des onduleurs extérieurs.

En sortie de l'onduleur, la puissance est exprimée en Volt-Ampère ou VA (oukVA), il s'agit de la puissance d'injection.

Onduleurs, SCEA des Chapoutins, Essert (21) Source ADEME

COMMENT EST UTILISÉE L'ÉLECTRICITÉ PRODUITE ?



Chez Monsieur BERLAND



Chez Monsieur TERRAND

L'électricité produite peut:

- ◆ être utilisée sur place, en site isolé, pour éviter d'amener le réseau électrique sur le site (ex: pompage solaire pour abreuvement des animaux, batterie solaire pour l'alimentation de clôture électrique). Si, l'énergie doit être disponible à toute heure, les modules photovoltaïques alimentent des batteries.
- ◆ être injectée via un onduleur (qui transforme le courant continu produit en courant alternatif) sur le réseau électrique quand celui-ci existe à proximité.



Source La buvette

Le suivi des performances

Un suivi des performances du générateur est à préconiser par l'intermédiaire d'un enregistreur et transmetteur de données relié ou non à une connexion Internet pour faire du suivi à distance, permettre l'affichage sur un site Internet ou sur un panneau de communication. Les informations peuvent être envoyées par courriels ou SMS pour avertir des données de production journalière voire de pannes sur le générateur.

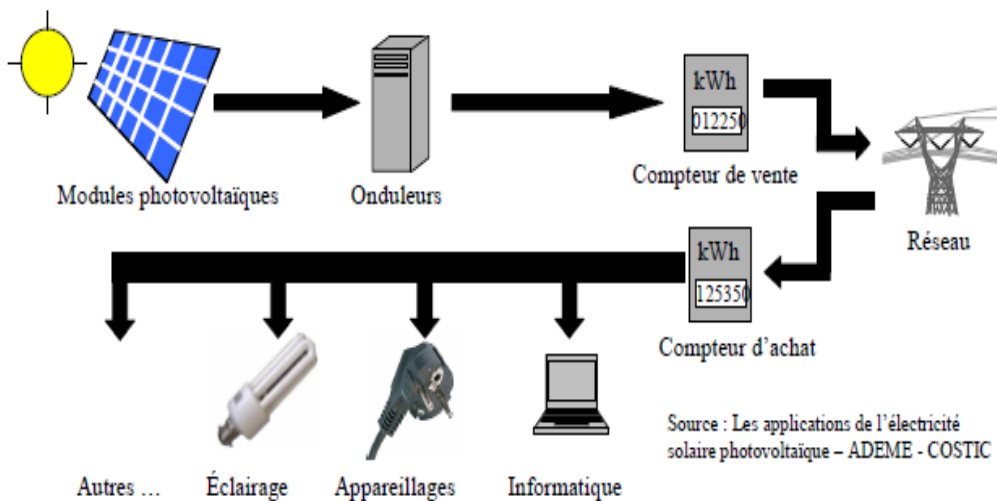
L'affichage

Il peut se faire par l'intermédiaire d'un panneau de communication permettant de renseigner sur la puissance d'injection, la productible totale voire journalière injectée dans le réseau et l'évitement d'émission de CO₂. Il est à installer dans certains cas en fonction du bâtiment, et de la volonté du maître d'ouvrage de communiquer sur son activité de production d'électricité.



Afficheur, Domaine Trapet, Gevrey-Chambertin (21), Ademe

Schéma de principe d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau avec vente de la totalité de la production



Compteurs de production et de non consommation
GAEC de Vernotte à St Pierre de Varennes (71) Source ADEME

Définitions

- (1) **Le Watt-crête (Wc)** : Le watt-crête est la puissance d'un module (d'une cellule) photovoltaïque correspondant à la puissance d'1 W délivré sous des conditions optimales. Ces conditions optimales sont :

Plein Sud et inclinaison d'environ 30° par rapport à l'horizontal,	Eclairement de 1000 W/m ² ,
Température de cellule de 25°,	Un nombre d'air masse de 1,5 correspondant à la répartition spectrale de cet éclairement.

- (2) **1 kiloWatt-crête (kWc)**
= 1000 Watt-crête (Wc)



L'ENERGIE SOLAIRE EN BOURGOGNE

POUR LA BOURGOGNE : 1000 KWH / KWC DANS LES CONDITIONS OPTIMALES

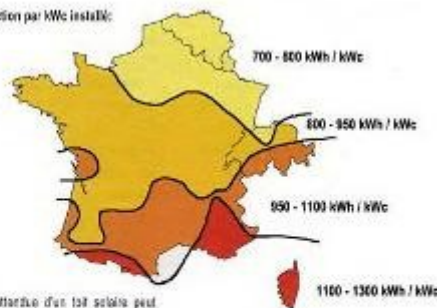


EARL Yverneau à Bazarnes—Source Ademe



GAEC Vernotte, Saint Pierre de Varennes (71)
Source ADEME—Les arbres faisant ombre, ont été éliminés depuis la prise de vue

Carte de production par kWc installé:



La production attendue d'un toit solaire peut être rapportée à la consommation du lieu (maison ou atelier) et s'exprimer en pourcentage des besoins. Par exemple, 10 m² en France pouvant produire de 30 à 50 % de la consommation spécifique (hors chauffage électrique) d'une maison.

d'après MétéoCom



GAEC SOMMANT à Lamargelle (21)
Source ADEME

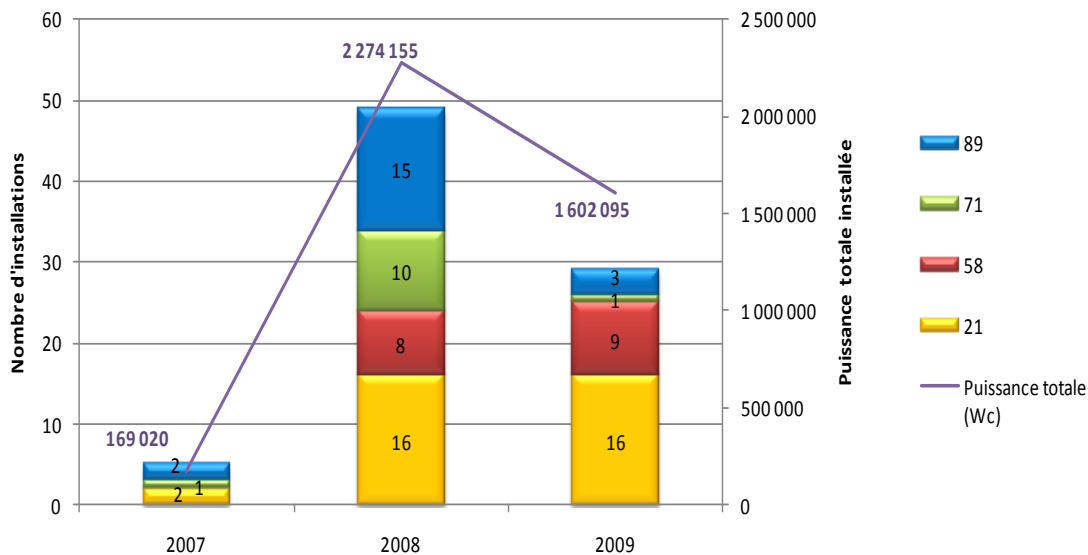


SCEA Chapoutins à Essert (89)
Source ADEME

LES AGRICULTEURS BOURGUIGNONS SÉDUITS PAR LE SOLAIRE

Le solaire séduit chaque année davantage de bourguignons. Ces installations solaires permettent d'économiser de l'énergie qui aurait été fournie par une autre source non renouvelable, productrice de gaz à effet de serre. Chaque mètre carré installé permet ainsi d'éviter le rejet dans l'atmosphère d'environ 250 kilogrammes de gaz carbonique par an.

Nombre de dossiers de demande de subvention passés en Comité de Gestion du Programme Energie Climat Bourgogne (PECB) de janvier 2007 à avril 2009



Pour information, certains de ces dossiers sont dans l'attente de validation définitive par les élus du Conseil régional de Bourgogne.

CONTACTER LES RELAIS AGRI ENERGIE

Les Relais Agri Energie en Bourgogne sont un réseau de conseillers à votre service pour vous aider à maîtriser vos consommations d'énergie et vous accompagner dans la production d'énergie renouvelable.

Chambre d'Agriculture Côte d'Or : Sylvie LEMAIRE, tél : 03 80 28 81 38 ; sylvie.lemaire@cote-dor.chambagri.fr

Chambre d'Agriculture Nièvre : Vivien VACHER, tél : 03 86 93 40 59 ; vivien.vacher@nievre.chambagri.fr

FDCUMA de la Nièvre : Etienne BOURGY, tél : 03 86 93 40 25 ; ebourgry@club-internet.fr

Chambre d'Agriculture Saône et Loire : Etienne LALANNE, tél : 03 85 29 56 20 ; elalanne@sl.chambagri.fr

Chambre d'Agriculture Yonne : Vincent GALLOIS, tél : 03 86 94 26 34 ; v.gallois@yonne.chambagri.fr



LA FAISABILITÉ TECHNIQUE

Pour évaluer la faisabilité technique d'une installation de panneaux solaires, il est nécessaire de prendre en compte les points suivants :

L'orientation et l'inclinaison de la toiture de votre / vos bâtiments



L'orientation optimale est plein Sud et l'inclinaison optimale est de 30° par rapport à l'horizontale. En fonction des produits photovoltaïques, les fabricants préconisent une pente minimale afin d'éviter la stagnation d'eau. Il faut se renseigner auprès des fabricants des produits (exemple: 3° de pente minimale pour de la membrane d'étanchéité, 4° de pente minimale pour du bac acier). Attention, ne pas confondre une pente en degré et une pente en pourcentage (une pente de 7% est équivalent à une pente de 4°). Attention aux masques proches et lointains (arbres, bâtiments,...).

La structure du bâtiments

Il est nécessaire de s'assurer que la structure du bâtiment est bien dimensionnée pour accueillir une installation photovoltaïque soit en vous rapprochant d'un constructeur du bâtiment ou d'un bureau d'études structure. En fonction du type de produits photovoltaïques, le poids peut varier de 5 kg/m² pour de la membrane étanche photovoltaïque à 15/20 kg/m² pour du profilé métallique. Il faut prendre en compte éventuellement les phénomènes de condensation ou d'autres phénomènes en fonction des spécificités du bâtiment et trouver une solution technique pour traiter ces phénomènes.

Les pertes de performances

Une perte de performance maximale de 20% pour une installation en toiture et de 50% pour une installation verticale en façade par rapport à la solution optimale (plein Sud et inclinaison de 30°) sera tolérée pour l'éligibilité des dossiers à une prime à l'investissement dans le cadre du Programme Energie Climat Bourgogne.

Facteurs de corrections pour une inclinaison et une orientation données				
	0° / horizontale	30° / horizontale	60° / horizontale	90° / horizontale
Est	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud - Est	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud - Ouest	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest	0,93	0,90	0,78	0,55

Source: Guide PERSEUS, octobre 2007, édité par HESPUL.

Le tableau ci-dessus permet de connaître le facteur de correction et par conséquent la perte de performances en fonction de l'orientation et de l'inclinaison de la toiture du bâtiment. Ces chiffres n'incluent pas les éventuels masques qui pourraient atténuer la production annuelle.

Le raccordement au réseau

En fonction de la puissance du générateur, le raccordement se fera soit en basse tension jusqu'à 250 kVa soit en haute tension à partir de 250 kVa et en fonction de la proximité de telle ou telle ligne électrique. Néanmoins, il faut s'assurer que la ligne électrique puisse accepter la centrale photovoltaïque sans créer de renforcement de réseau sur une ligne en contrainte. Une étude peut être demandée à ERDF pour vérifier la faisabilité du raccordement. Celui-ci s'effectue en monophasé jusqu'à 18 kVa de puissance d'injection et en triphasé à partir de 18 kVa.

Attention, pour un bâtiment situé en bout de réseau électrique, le coût de raccordement peut être élevé de fait de travaux de création d'un nouveau poste de transformation, renforcement du réseau voire création de nouveau réseau.



LE TARIF D'ACHAT DE L'ÉLECTRICITÉ PHOTOVOLTAÏQUE

Pour une demande d'installation en 2009 :

32,823 c€ / kWh hors TVA en tarif de base.

60,176 c€ / kWh hors TVA quand les équipements sont intégrés au bâti.



L'ANALYSE ECONOMIQUE

L'investissement



Pour un investissement dans une installation de panneaux solaires, il est nécessaire de consulter plusieurs entreprises pour comparer les offres techniques et économiques (cf. www.qualipv.org).

Le coût de raccordement diffère en fonction de la puissance d'injection du générateur envisagée et du type de ligne (basse tension ou haute tension) sur laquelle le raccordement sera réalisé. Les travaux sont à la charge du maître d'ouvrage.

Enfin, pour bénéficier des aides à l'investissement, il faut déposer un dossier de demande de subvention en vérifiant que le dossier puisse être éligible (selon les critères de performance).

Le chiffre d'affaires

L'intégration ou non des panneaux solaires au bâti a une très forte incidence sur la rentabilité du système de même que l'orientation et l'inclinaison. En fonction de la puissance d'injection, la facturation sera soit annuelle entre 0 et 250 kVa soit mensuelle pour une puissance supérieure à 250 kVa. Les producteurs ayant un compte TVA facturent en TTC par l'ajout d'une taxe de 19,6% pour la reverser ensuite.

Les charges annuelles

L'intégration ou non des panneaux solaires au bâti a une très forte incidence sur la rentabilité du système, de même que l'orientation et l'inclinaison. En fonction de la puissance d'injection, la facturation sera soit annuelle entre 0 et 250 kVa soit mensuelle pour une puissance supérieure à 250 kVa. Les producteurs ayant un compte TVA facturent en TTC par l'ajout d'une taxe de 19,6% pour la reverser ensuite.

◆ Le remboursement d'emprunt : emprunt long terme et emprunt court terme pour l'avance de TVA et de subvention. Un différé de remboursement sur l'emprunt long terme peut être pris en calant le remboursement sur la facturation.

◆ Le Tarif d'Utilisation du Réseau Public de distribution d'électricité (TURP) : le TURP est facturé au producteur par ERDF chaque année en novembre. Le TURP est différent selon le type de ligne et la puissance d'injection. Pour un raccordement en haute tension, il pourra y avoir une composante annuelle des injections (dépend de l'énergie active injectée au point de livraison). Cette dernière est de 0 c€ / MWh pour un raccordement en basse tension.

Ligne	Basse tension			Haute tension
Puissance d'injection	P<18 kVA	De 18 à 36 kVA	P>36 kVA	Quelque soit la puissance
Composante annuelle de gestion	30 € HT		300 € HT	622 € HT
Redevance de location et d'entretien	8,88 € HT	12,72 € HT	147 € HT	311,64 € HT
Redevance de contrôle	0,72 € HT		10,8 € HT	17,04 € HT
Redevance de relève	5,88 € HT		117 € HT	
Redevance de profilage	1,2 € HT			
Total	46,68 € HT	50,52 € HT	576 € HT	1 068,88 € HT

◆ L'assurance : l'activité de production d'électricité photovoltaïque raccordée au réseau doit être couverte obligatoirement par une assurance responsabilité civile mentionnant l'activité de production d'électricité photovoltaïque raccordée au réseau. Vous pouvez également prendre une assurance dommages aux biens (matériels), ...

◆ Entretien, maintenance et provision pour le remplacement des onduleurs : environ 1% du montant de l'investissement HT. Dans les premières années de production, vous pouvez éventuellement placer le montant de la provision. Cette provision viendra également diminuer votre bilan comptable. Attention à la durée de garantie des

onduleurs, il ne faut pas prendre une durée trop importante pour pouvoir provisionner.

◆ Amortissement dégressif ou amortissement exceptionnel: vous avez la possibilité d'amortir le matériel acheté de manière exceptionnelle c'est-à-dire sur 12 mois, ou dégressive. La réalisation du prévisionnel d'exploitation avec un comptable permettra de déterminer la durée d'amortissement dégressif.

◆ Fiscalité, cotisations sociales, taxe professionnelle et taxe sur le foncier bâti : le revenu issu de la vente d'électricité est imposable, il s'agit d'un Bénéfice Industriel et Commercial (BIC). L'article 75-A du Code Général des Im-

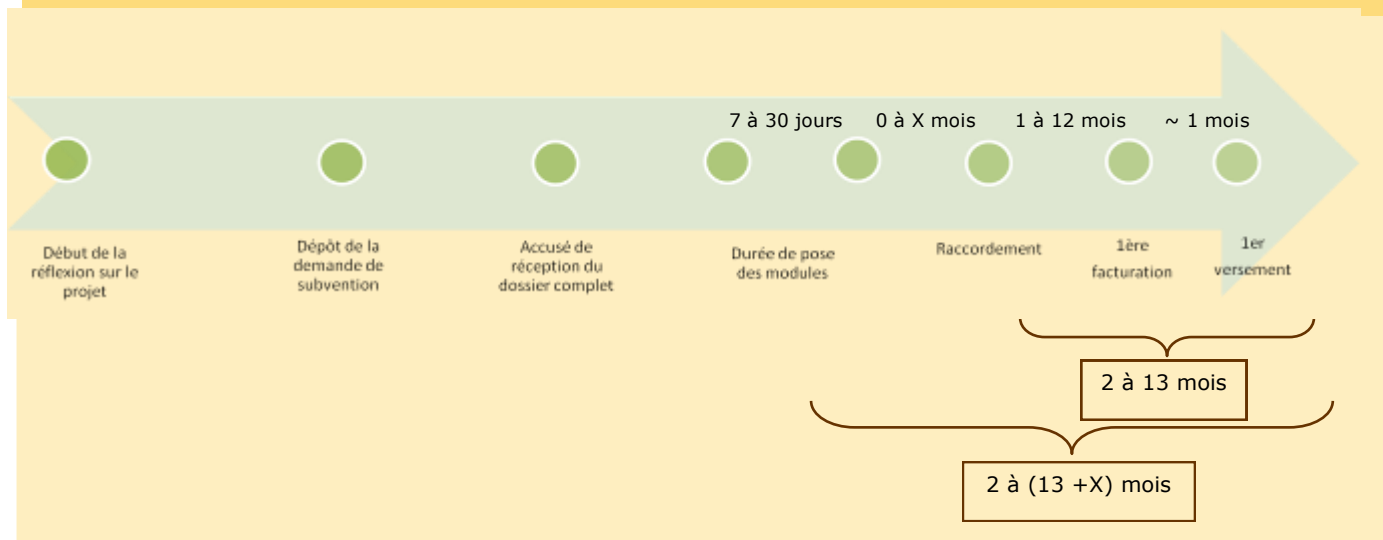
pôts prévoit le rattachement aux bénéfices agricoles des recettes tirées de la production d'électricité d'origine photovoltaïque réalisées par un exploitant agricole soumis à un régime réel d'imposition dès lors que leur montant, majoré des autres recettes accessoires, n'excède ni 50% des recettes tirées de l'activité agricole, ni 100 000 € (art. 24, II). Il convient de préciser que le respect des seuils des articles 75 et 75 A s'apprécie de manière autonome mais le seuil 75 A prend en compte l'ensemble des activités accessoires (cf. Circulaire SG/DAFL/SDFA/C2008-1504 du 28 janvier 2008). Pour plus de renseignements sur les dispositions fiscales, renseignez-vous auprès de votre comptable ou votre centre d'impôt.



- ◆ Les autres frais: location, frais annuels de comptabilité...

Un bilan prévisionnel d'exploitation sur 20 ans doit être réalisé avec l'aide de votre comptable en tenant compte de la perte de rendement annuel, de l'indexation du tarif d'achat (environ 1%/an) et des diverses charges annuelles. Il faut toujours se placer dans une situation défavorable pour juger de la rentabilité. Il faut prévoir également du besoin en fonds de roulement pour faire face au première échéance de remboursement entre la pose des modules et le versement de la première facture. Le remboursement des emprunts peut être calé en fonction des périodes de versement des factures, à négocier avec votre banque. Attention de ne pas mettre votre entreprise en difficulté financière.

Les délais à prendre en compte depuis le début de la pose des modules



LES DÉMARCHES ADMINISTRATIVES

Vous souhaitez réaliser une installation photovoltaïque et devenir producteur d'électricité. De nombreuses démarches administratives seront à réaliser pour vous raccorder au réseau et ainsi pouvoir injecter l'électricité produite pour la vendre à EDF.

Avant toute installation :

- ◆ pour un bâtiment existant, il faut effectuer une déclaration de travaux pour la pose de panneaux solaires photovoltaïque auprès des services municipaux (article L 422-2 du code de l'urbanisme),
- ◆ pour tout projet nécessitant un permis de construire (bâtiment neuf, ...), la demande de permis de construire doit inclure les panneaux solaires photovoltaïque (article L 421-1 du code de l'urbanisme). Si la demande initiale de permis de construire n'inclut pas la pose de panneaux solaires, il faudra déposer

une demande de permis modificatif.

Dans le cas où le bâtiment est situé dans le périmètre des 500 m d'un site classé, monument historique ou secteur sauvegardé, il faut contacter le Service Départemental de l'Architecture et du Patrimoine. Le choix d'une couleur, d'une technologie de cellules ou d'un type de matériel peut avoir une incidence sur la décision que pourra émettre l'Architecte des Bâtiments de France (ABF). Il faut contacter le plus en amont possible l'ABF pour trouver la solution d'intégration architecturale pouvant le mieux convenir. Une fois la déclaration de travaux ou le permis de construire déposé, l'ABF va émettre soit un avis simple (favorable ou défavorable) soit un avis conforme (favorable ou défavorable). Dans le cas d'un avis simple, le maire peut suivre ou non l'ABF. Dans le cas d'un avis conforme, le maire est tenu de suivre l'avis de l'ABF.

LE CADRE JURIDIQUE

En fonction de la structure voulant faire l'investissement et du propriétaire, il faudra réaliser un contrat de location entre les deux structures et prendre toutes les garanties, précautions et assurance(s) couvrant divers risques (fuite, bris de matériel, ...). Il faut bien déterminer également la forme juridique la plus avantageuse pour réaliser l'investissement. Votre comptable, conseiller de gestion voire juriste pourra vous aider à faire le bon choix de la structure juridique portant l'investissement photovoltaïque.



LA METHODOLOGIE POUR UN PROJET EN ENTREPRISE

1ère étape: Rencontrer le/la chargé(e) de mission d'animation du **Relais Agri-Energie** de votre

2ème étape: Consulter et choisir plusieurs installateurs QUALIPV: www.qualipv.org

3ème étape: Réaliser le prévisionnel d'exploitation avec l'aide de votre comptable en prenant en compte une baisse de production de 0,8 % par an et une indexation du tarif d'achat de 1% par an

4ème étape: Prendre la décision d'investir ou de s'arrêter à ce stade

5ème étape: Commencer les démarches administratives pour obtenir les contrat de raccordement et le contrat d'achat

6ème étape: Déposer la demande de subvention en version papier en prenant contact avec le Conseil Régional de Bourgogne ou l'ADEME. Votre installateur peut vous accompagner pour les renseignements techniques mais c'est à vous de renseigner le dossier

7ème étape: Attendre l'accusé de réception avant de commencer les travaux. Attention aux délais d'instruction des dossiers

8ème étape: Début des travaux de mise en œuvre du générateur photovoltaïque. Il faut réaliser les travaux au plus près de la date de raccordement prévue par ERDF pour éviter des délais très important, c'est pourquoi il faut commencer les démarches administratives suffisamment tôt pour prévoir la date de raccordement (5 à 6 mois dans certain cas)

9ème étape: Raccordement du générateur photovoltaïque au réseau. Votre exploitation agricole est productrice d'électricité

Dans le cadre d'un éventuel arrêt des subventions régionales, les étapes 6 et 7 ne seront pas à réaliser

QUELQUES SITES INTERNET UTILES

www.ademe.fr
www.cr-bourgogne.fr
www.qualipv.org
www.hespul.org/-Publications-photovoltaiques-.html
www.edf.fr

www.erdfdistribution.fr
www.enr.fr
<http://www.francetech.gouv.fr/energie/electric/pdf/radiative06-condgales-partic.pdf> (contrat d'achat)
<http://www.industrie.gouv.fr/energie/electric/pdf/guide-integration.pdf> (critères d'intégration au bâti)

