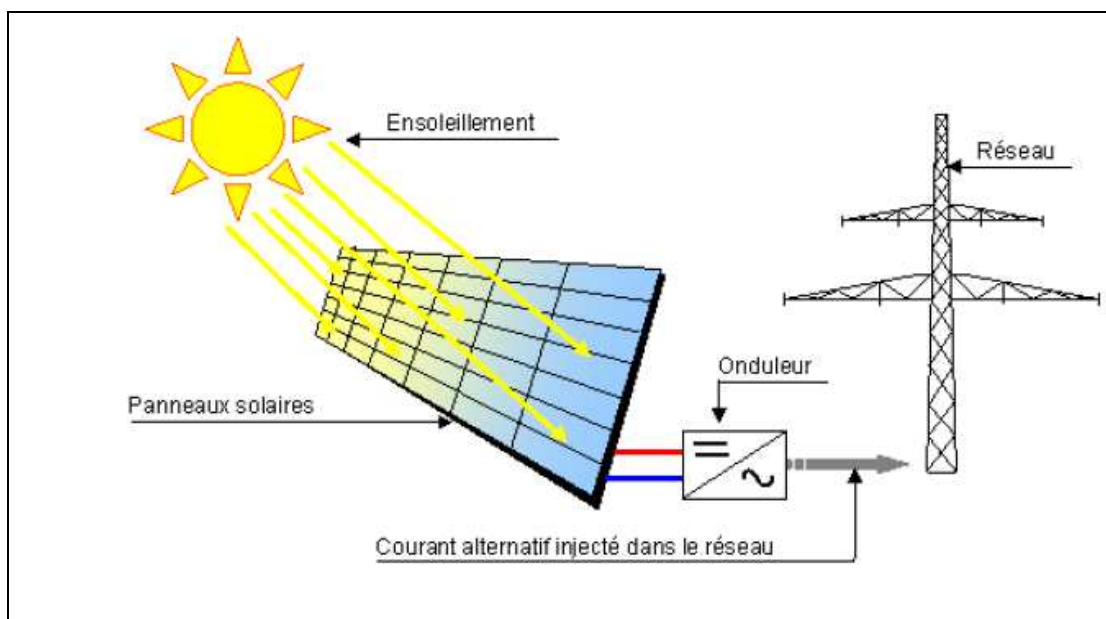


Le solaire photovoltaïque

Principe de fonctionnement d'une centrale photovoltaïque

Les capteurs photovoltaïques (modules) transforment la lumière (photons) en électricité (électrons) grâce à des cellules semi-conductrices généralement constituées de silicium. La source de lumière peut provenir de différentes directions que l'on classe en rayonnement diffus ou direct. La somme de ces deux rayonnements qui parviennent au capteur participe à la production d'électricité. Le courant produit est continu. Pour être injecté sur le réseau, il doit être transformé en courant alternatif via un onduleur.



La puissance des installations photovoltaïques est mesurée en Watt crête (Wc). C'est une unité normée.

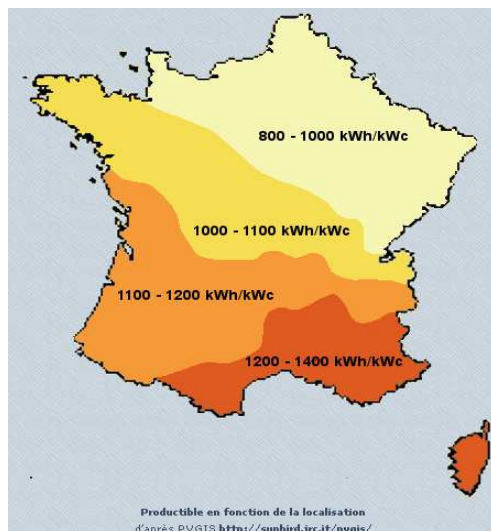
La surface nécessaire pour obtenir la puissance nominale désirée est variable en fonction des technologies et des marques.

Pour comparer les systèmes entre eux, l'unité de référence est bien le Wc et non pas le m².

Cette puissance nominale fournira plus ou moins d'électricité commercialisable (KWh) en fonction de la conjugaison de plusieurs facteurs :

1. La situation géographique

La production électrique d'un site photovoltaïque peut être déterminée par les données météorologiques d'ensoleillement annuel du site.



2. L'orientation et l'inclinaison

Le meilleur compromis pour une installation fixe est une inclinaison à 30° (ou 58 %) et une orientation plein Sud. Le potentiel est alors de 1. Le tableau ci-joint corrige ce potentiel en fonction des variations par rapport à cette situation optimum.

Rendement de l'installation en fonction de l'orientation du bâtiment et de la pente de toiture

INCLINAISON \ ORIENTATION		0°	15°	30°	60°	90°
		0°	15°	30°	60°	90°
Est		0,93	0,84	0,90	0,78	0,55
Sud-Est		0,93	0,92	0,96	0,88	0,66
Sud		0,93	0,96	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest		0,93	0,92	0,96	0,88	0,66
Ouest		0,93	0,84	0,90	0,78	0,55




3. Les ombrages éventuels

Un ombrage sur les capteurs peut avoir des origines diverses : arbre, bâtiment, relief naturel, lignes électriques, ... Selon la taille de l'obstacle et surtout sa hauteur, l'impact de l'ombrage peut entraîner une perte de production plus ou moins importante, c'est pourquoi il vaut mieux le quantifier avant d'investir, une étude d'ensoleillement est possible pour établir une estimation de la production la plus proche de la production réelle.

4. La conception de l'installation

★ Les panneaux :

Le matériau de base de la cellule est le silicium. Il existe actuellement deux grandes familles de technologies : les mono et polycristallin (85 % du marché mondial) et les couches minces dites amorphes.

		Rendement maximum	Productivité Wc/m ²
Capteurs amorphes <i>"Idéal pour les faibles éclairages"</i>		7 %	70
Capteurs silicium poly-cristallin <i>"Le plus courant"</i>		12 %	130
Capteurs silicium mono-cristallin <i>"Le plus performant"</i>		16 %	160

- le silicium mono-cristallin : c'est la technologie la plus productive actuellement sur le marché.
- le silicium poly-cristallin : c'est la technologie la plus répandue pour les projets agricoles (grandes surfaces) qui a le meilleur rapport qualité prix.
- le silicium amorphe ou « couche mince » : capteur solaire souple. Cette technologie est plutôt utilisée sur les bâtiments industriels ayant des toitures de très grande surface avec peu de pente. Cette technologie est la moins coûteuse et la moins productive du marché.

★ Les onduleurs :

Le choix des onduleurs doit se faire par rapport à leur rendement (maximal, européen).

Il est chargé de transformer le courant continu en courant alternatif et de synchroniser la fréquence du courant électrique de l'installation avec celle du réseau, l'onduleur s'arrête automatiquement évitant les accidents pour les personnes intervenant sur la ligne EDF. Il est important de rappeler qu'au delà de 18 KW le raccordement sera en triphasé.

Il existe trois types d'onduleurs :

- les onduleurs modules, on relie chaque panneau à un onduleur, la centrale est moins sensible aux ombrages.
- les onduleurs directs ou onduleurs chaînes, on relie chaque « string » de modules à un onduleur, multiplication des onduleurs, cablage plus long, mais production optimisée si un onduleur ne fonctionne plus.

- les onduleurs centraux, on relie tous les « strings » de modules à un seul onduleur, câblage plus simple, place réduite, mais si il y a un problème sur l'onduleur toute la centrale ne produit plus.

Il faut éviter les distances de câblage trop importantes en courant continu, les onduleurs doivent être le plus proche des panneaux.

★ Les compteurs et les disjoncteurs :

Ils sont installés par EDF pour la protection des biens et des personnes.

- pour l'autoconsommation : 1 compteur de production et un compteur de consommation,
- pour la revente totale de l'électricité produite : 1 compteur supplémentaire de « non-consommation » (pour vérifier que vous ne consommez pas ce que vous produisez.).

★ Le réseau de distribution électrique ou les batteries :

Le réseau a pour rôle de distribuer le courant. Le raccordement de l'installation photovoltaïque sur le réseau électrique se fait par un transformateur de tension.

Il est possible de réaliser des installations avec un parc de batteries permettant de maintenir une alimentation électrique pour quelques appareils spécifiques. Cette solution n'est conseillée que pour les sites isolés du réseau électrique du fait du prix des batteries, de leur renouvellement fréquent et de leur recyclage limité. L'autoconsommation ne présente pas d'intérêt économique.

La vente de l'électricité produite

La publication au journal officiel du nouvel arrêté tarifaire sorti le 12 janvier 2010 prévoit quatre tarifs selon les caractéristiques des projets photovoltaïques.

Un premier tarif de 58 c€/KWh est maintenu pour les installations avec « intégration au bâti », lorsqu'elles sont intégrées à des bâtiments d'habitation, d'enseignement ou de santé.

Un tarif de 50 c€/KWh concerne les installations sur les autres bâtiments (bureaux, industriels, agricoles, ...). Le bâtiment doit être clos (sur ses quatre faces latérales) et couvert.

Le système photovoltaïque doit être installé au moins deux ans après la date d'achèvement du bâtiment, et le démontage du module PV ne peut se faire sans nuire à la fonction d'étanchéité du bâtiment.

Un tarif de 42 c€/KWh concerne les installations ne remplissant pas les conditions déjà cités, on parle alors « d'intégration simplifiée au bâti », les systèmes avec sous-couches sont concernés par ce tarif ainsi que toutes les constructions neuves.

Enfin, un dernier tarif à 31,4 c€/KWh est applicable pour les centrales au sol.

Tous ces tarifs continuent d'être indexés durant les 20 ans du contrat d'achat.

Ce nouveau dispositif tarifaire s'applique uniquement aux nouveaux projets et jusqu'au 31 décembre 2011, par la suite il est prévu une dégressivité de 10% / an pour les nouveaux contrats sur tous les tarifs à compter de 2012, le 1^{er} janvier de chaque année.

L'intégration

Dans le choix du système d'intégration, il faut aussi prendre en compte les contraintes inhérentes à l'usage du bâtiment (ventilation, émanation, condensation, lumière, poussière,...). Le bâtiment en lui-même a aussi des répercussions sur le système d'intégration (pente, résistance de la charpente, écartement des pannes).

Différents types de système existent :

- le système « rails » : des rails aluminium font office de châssis et sont installés dans la largeur de la toiture en fonction des dimensions des panneaux. Ces derniers sont fixés sur ces rails et possèdent des joints d'étanchéité. Ce sont les panneaux qui assurent la totalité de la fonction de couverture. Peu de restrictions vis à vis de la structure du bâtiment. Les faibles pentes sont possibles et le poids est limité, possibilité d'insérer des points translucides.
- Les systèmes sous-couches : une couche de protection est posée sur la toiture sur laquelle sont fixés les rails supportant les panneaux photovoltaïques. Ces derniers peuvent être posés de manière jointive ou non, dans ce cas c'est la sous-couche qui assure l'étanchéité. Cette sous-couche peut être en PEHD ou en PVTEC, en aluminium ou en tôles galvanisées. Une attention particulière est à porter vis-à-vis de la structure du bâtiment. Le surpoids incite à vérifier la capacité du bâtiment à supporter l'installation. Ce système assure une protection de la face intérieure des panneaux, limite les phénomènes de condensation mais pas de plaques translucides possibles.
- Les systèmes intégrés : les cellules photovoltaïques sont intégrées à la matière qui sert de couverture. Pour le milieu agricole, il y a deux matières : les bacs en acier ou la plaque fibro-ciment. La simplicité d'installation et la connaissance des comportements de ce type de produit sont bien adaptées aux bâtiments d'élevages (fibro) ou aux stockages (bacs en acier).

Les charges opérationnelles

★ Les assurances :

Il y a 3 niveaux de risque à couvrir :

- La responsabilité civile « producteur d'énergie » qui couvre les risques liés à l'exploitation d'une installation d'électricité (surtension, injection sur un réseau connecté, ...). Elle est différente de la responsabilité civile de l'exploitation agricole.
- Le dommage destruction qui couvre les risques liés à la dégradation partielle ou totale de l'installation suite à un incendie par exemple, ou une intempérie.

- La perte d'exploitation liée à cette destruction.

★ Les contrats de maintenance :

Beaucoup d'installateurs proposent un contrat de maintenance. Il comprend des visites périodiques sur l'année pour vérifier le bon état général de l'installation et une télésurveillance des anomalies éventuelles de fonctionnement.

★ Le coût de raccordement :

Cette charge est à payer une fois. Son coût est très variable car il est propre à chaque projet et dépend du transformateur sur lequel vous devez vous raccorder et de la disponibilité du réseau pour accueillir l'électricité produite. Par contre, il existe un abonnement pour l'utilisation du réseau (ERDF)

- Installation de 0 à 18 KVA = 47,64 €/ an

- Installation de 18 à 36 KVA = 51,12 €/ an

- Installation de 36 à 250 KVA = 550 €/ an

★ Les provisions pour le changement d'onduleur :

Une garantie de 5 à 20 ans est proposée par les installateurs. Dans la plupart des cas, il faut prévoir de changer une fois l'onduleur durant la vie de l'installation.

Les démarches administratives

★ 1^{ère} Etape : la demande de permis de construire ou de déclaration de travaux. Le remplacement de couverture est soumis à la déclaration de travaux. Lorsqu'il y a une construction, il faut déposer un permis de construire qui bien entendu mentionne la toiture photovoltaïque. Cette étape doit être réalisée dès le départ afin de connaître la possibilité ou non d'une installation de ce type.

★ 2^{ème} Etape : la demande d'un devis de raccordement auprès du gestionnaire du réseau : ERDF.

★ 3^{ème} Etape : se déclarer comme producteur d'énergie auprès de la DIDEME. Celle-ci a mis en place un portail Internet sur lequel il est possible de remplir sa déclaration d'exploiter : <https://ampere.industrie.gouv.fr>

★ 4^{ème} Etape : Demande de contrat d'achat de l'électricité à EDF-AOA après acceptation du devis de raccordement (ERDF).

Champs magnétiques

Contrairement aux idées reçues, il n'existe aucun risque de création de champs électromagnétiques par les panneaux en toiture (courant continu et faible voltage).

Par contre, les onduleurs qui transforment le courant continu en courant alternatif à 220 V ou 380 V, génèrent des champs électromagnétiques qui présentent un risque pour les animaux et les équipements électroniques.

En conséquence, il convient d'installer les onduleurs dans un local spécifique isolé à l'extérieur du bâtiment, non contigu au logement des animaux et au bloc traite.

Service Agronomie, Territoire et Equipement

Chambre d'Agriculture de l'Allier

Le Plan de Performance Energétique (PPE)

Ce plan en faveur des économies d'énergies et de la production d'énergies renouvelables lancé par le Ministre de l'Agriculture et de la Pêche le 3 février 2009, vise à soutenir la réalisation d'actions et d'investissements spécifiques permettant aux exploitations agricoles de mieux répondre aux exigences environnementales et aux orientations du Grenelle de l'Environnement.

Pour ce faire, les agriculteurs se verront proposer la réalisation d'un diagnostic énergétique complet de l'exploitation. Ce diagnostic portera aussi sur l'identification d'actions à engager pour diminuer la facture énergétique.

Le diagnostic énergétique est un préalable pour pouvoir prétendre aux subventions sur les investissements. Eligible au PPE, il est financé sur la base d'un coût plafond de 1 000 € pris en charge à hauteur de 40 %, porté à 50 % pour un jeune agriculteur et majorée de 10 %, pour les exploitations dont le siège social est en zone défavorisée. Les investissements éligibles sont définis dans une liste nationale. Le Préfet de Région, en concertation avec les autres partenaires, peut fixer des actions prioritaires en fonction des spécificités locales.

L'accompagnement des investissements portera notamment sur :

- des équipements d'économie d'énergies (matériaux d'isolation, récupération de chaleur, échangeurs thermiques,...),
- des équipements de production d'énergies renouvelables (chauffe-eau solaire, séchage solaire des fourrages, chaudière à biomasse, pompes à chaleur,...),
- les bancs d'essai tracteur,
- les unités de méthanisation.

Tous les exploitants, quel que soit le statut de l'exploitation, sont concernés par ce plan, les Cuma sont également éligibles.

Montant des taux et plafond pour les investissements matériels

Montant de l'investissement	Type de bénéficiaire	Montant subventionnable maximum	Taux maximal de subvention (tous financeurs confondus)
Hors zone défavorisée			
Minimum 2 000 €	Exploitations agricoles	40 000 €	40 %
	CUMA	150 000 €	
Zone défavorisée			
Minimum 2 000 €	Exploitations agricoles	40 000 €	50 %
	CUMA	150 000 €	

Les taux sont majorés de 10 % pour les jeunes agriculteurs et pour les Gaec, le montant maximum subventionnable peut être multiplié dans la limite de trois.

Taux et plafond maximum pour les projets relevant du volet « national »

Type d'investissement Volet national	Montant subventionnable maximum	Taux maximal de subvention (tous financeurs confondus)			
Bancs d'essais moteurs	250 000 €	75 %			
		ZD		HZD	
Méthanisation porteur de projet individuel	500 000 €	50 %	60 % si JA	40 %	50 % si JA
Méthanisation projet collectif	500 000 €	75 %			

Les taux affichés sont des taux maximaux et tous financeurs confondus. L'aide de l'Etat dépendra du niveau d'intervention des autres financeurs (collectivités, ADEME...).

Les équipements liés à la production d'énergie (panneaux photovoltaïques, éolienne, ...) ne sont pas éligibles s'ils sont connectés au réseau d'alimentation électrique (contrat de revente avec EDF par exemple).

Pour tout renseignement, contactez Jérôme Jolibois - Service Agronomie, Territoire et Equipement de la Chambre d'Agriculture de l'Allier 04 70 48 42 42.

Service Agronomie, Territoire et Equipement
Chambre d'Agriculture de l'Allier

Le switchgrass

Le switchgrass (*Panicum virgatum*, qui se traduit par panic érigé) est une graminée pérenne (au moins 10 ans) originaire d'Amérique du Nord. La plante mesure 40 à 90 cm en première année et jusqu'à 3 mètres en deuxième année. Issue d'une graine, elle développe un rhizome.

Choix du site

La graine du switchgrass étant de petite taille, évitez les terres très motteuses. Elle s'adapte à tous types de sols mais préfère les sols sablo-limoneux. Par précaution, évitez également les terres drainées car l'enracinement est très profond, souvent supérieur à 2 mètres.

Semis

Tout d'abord, il est préférable de réaliser un désherbage chimique complet pour éviter la concurrence des adventices à laquelle le switchgrass est sensible.

Préparer le lit de semences sur 3 cm de profondeur et semer de 1 à 2 cm sur un sol réchauffé (avril à juin) avec un semoir à céréales à 10 kg/ha. Enfin un roulage permettra de tasser le semis pour que la graine ait un bon contact avec le sol, et ainsi puiser l'eau nécessaire à sa germination.

Fertilisation

Aucun apport d'azote la première année. A partir de la deuxième année, un apport de 50 unités peut être envisagé au printemps. Les besoins en phosphore et potasse sont également faibles.

Désherbage

A l'heure actuelle, aucun produit commercial n'est homologué pour un usage sur switchgrass. A partir de la deuxième année, un switchgrass bien implanté ne devrait pas être sensible à la concurrence des adventices.

Maladie

Le risque de maladie est globalement faible.

Récolte, rendement

La première récolte n'intervient qu'au cours du deuxième hiver, on récolte alors un produit sec (80 % de MS) avec un rendement autour de 10 à 15 tMS/ha.

Différents modes de récolte peuvent être envisagés :

- ensilage (comme pour un maïs) avec une ensileuse équipée d'un bec de type Kemper soit en vrac, soit mis en andain et pressage pour résoudre les problèmes de transport et de stockage.
- Fauchage et bottelage.

Le pouvoir calorifique du switchgrass est de 18 500 kJ/kg MS.

Utilisation

Valorisation énergétique

- chauffage
- électricité
- biocarburant de seconde génération

Valorisation non énergétiques

- litières pour animaux
- paillage des plantes d'ornement
- isolation, mur anti-bruit

Le Miscanthus

Le miscanthus est une graminée pérenne (au moins 15 ans) originaire d'Asie du sud-est. Il existe actuellement de nombreuses espèces de miscanthus, principalement utilisées comme plante ornementale. Celle cultivé pour sa biomasse est le Miscanthus giganteus, hybride stérile, également appelé « roseau de chine ». La hauteur est de 2 à 3 mètres.

Choix du site

Le miscanthus n'est pas adapté aux sols légers, superficiels ou inondables. La plante a besoin de sols profonds et bien pourvus en eau (500-600 mm de précipitations nécessaires d'avril à novembre). Le miscanthus est très sensible au stress hydrique de juin à septembre mais aussi aux excès d'eau hivernaux, il supporte mal en effet l'eau stagnante. Privilégier des bonnes terres limono-argileuses.

Plantation

Tout d'abord, il est préférable de réaliser un désherbage chimique complet pour éviter la concurrence des adventices à laquelle le miscanthus est sensible. Ensuite, on préconise un travail du sol meuble et aéré sur une profondeur de 15-20 cm et le rhizome est planté à 12-15 cm. La plantation ne doit pas être trop précoce car le rhizome est sensible au gel. Elle a donc lieu entre début avril et fin mai lorsque la température du sol a atteint 10°C.

La densité de plantation préconisée est en général de 15 à 20 000 rhizomes/ha pour un objectif de levée de 12 à 15 000 pieds/ha (environ 75 % de levée constaté sur les parcelles d'essais) Les rhizomes sont donc plantés avec un écartement de 80 cm en tous sens.

Fertilisation

Aucun apport d'azote la première année. A partir de la deuxième année, un apport de 50 unités peut être envisagé au printemps. Les besoins en phosphore et potasse sont également faibles. Les apports maximum que l'on peut envisager à partir de la deuxième année sont de 50 unités de P et 100 unités de K.

Désherbage

A l'heure actuelle, aucun produit commercial n'est homologué pour un usage sur miscanthus. Le désherbage mécanique doit être envisagé pour maintenir la parcelle propre. A partir de la troisième année, la végétation devient abondante et le rang se ferme progressivement. Les feuilles tombées au sol pendant l'hiver créent un véritable couvert végétal qui empêche la concurrence des adventices.

Maladie et ravageurs

Le risque de maladie est globalement faible, mais la faune sauvage peut provoquer des dégâts importants (lapins, sanglier).

Récolte, rendement

La première récolte n'intervient qu'au cours du deuxième hiver, on récolte alors un produit sec (80 % de MS) avec un rendement autour de 15 à 20 tMS/ha.

Différents modes de récolte peuvent être envisagés :

- ensilage (comme pour un maïs) avec une ensileuse équipée d'un bec de type Kemper soit en vrac, soit mis en andain et pressage pour résoudre les problèmes de transport et de stockage.
- Fauchage et bottelage.

Le pouvoir calorifique du miscanthus est de 17 900 kJ/kg MS, la densité du produit est de 80 kg/m³.

Utilisation

Valorisation énergétique

- chauffage
- électricité
- biocarburant de seconde génération

Valorisation non énergétiques

- litières pour animaux
- paillage des plantes d'ornement
- isolation, mur anti-bruit

