

Alpha-jm

tél. : 04 75 56 10 79 - Fax : 04 75 55 12 58

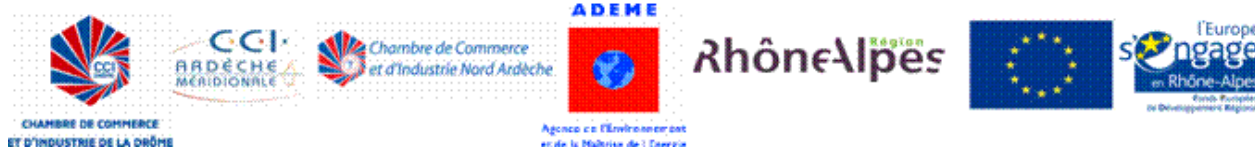
Email : alphajm@alphajm.com

CONSEILS et ETUDES pour l'OPTIMISATION de l'UTILISATION des ENERGIES

LE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE : UNE OPPORTUNITE POUR VOTRE ENTREPRISE ?

Mardi 27 octobre, de 9h à 11h à l'INEED

PREETUDE D'UNE FAISABILITE DE TOITURE PHOTOVOLTAIQUE



S.A. au Capital de 38 500 €

Siège Social : 84, route de Montélier – 26900 VALENCE

N° SIRET : 333 285 161 00019 – T.C. de Romans – Code A.P.E. 742 C – Banque : B.N.P. Valence n° 00020364716

1) PRINCIPE

Le solaire photovoltaïque est une technique prédominante de production d'énergie renouvelable. Il permet d'obtenir de l'électricité par la conversion directe du rayonnement solaire, à partir du moment où les photons (particules de lumière) mettent en mouvement les atomes de certains matériaux.

Les cellules photovoltaïques produisent du courant continu à partir des rayons du soleil.

Celles-ci sont rassemblées en modules solaires photovoltaïques, qui, à plusieurs forment une installation solaire ou une centrale solaire photovoltaïque injectant de l'énergie électrique sur un réseau de distribution.

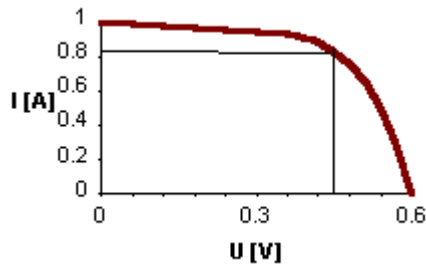
2) DIFFERENTES TECHNOLOGIES



La centrale photovoltaïque du Mont-Soleil

Le fonctionnement et les divers types de cellules

Les cellules actuellement commercialisées sont produites à partir de silicium. Ce composé, en tant que matière première, est disponible en quantités que l'on peut qualifier d'illimitées, et ce à bas prix. On l'utilise d'ailleurs couramment comme semi-conducteur dans l'électronique. Pour les applications photovoltaïques on a néanmoins besoin d'un silicium de haute pureté, et, malheureusement, le procédé de purification est cher. Une cellule photovoltaïque est constituée de deux couches de silicium cristallin, couches qui sont dopées afin de les polariser. Pour rendre l'une des couches positive, on lui incorporera un certain nombre d'atomes de bore, pour rendre l'autre couche négative on lui incorporera un certain nombre d'atomes de phosphore. On crée ainsi une barrière de potentiel. Lorsqu'un photon ayant suffisamment d'énergie est absorbé par ce semi-conducteur, il produit la rupture d'une liaison de valence et libère un électron, particule négative, ce qui crée un "trou", chargé positivement. C'est ce que l'on nomme l'*effet photovoltaïque* et qui crée une différence de potentiel entre les deux couches.



Caractéristique d'une cellule photovoltaïque avec P_{max} comme surface du rectangle

On peut dès lors utiliser cette différence de potentiel, sous forme de courant continu, en reliant un appareil aux bornes positive et négative de la cellule. La tension maximale par cellule est de l'ordre de 0.6 volt, à courant nul; de ce fait on la nomme tension à vide. Le courant maximal se produit lorsque l'on court-circuite les bornes de la cellule, ce que l'on peut faire sans risque dans le cas d'une cellule photovoltaïque. Entre ces deux extrêmes on trouve un optimum donnant la plus grande puissance, ou P_{max} , que l'on nomme couramment MPP (maximum power point). Dans le graphique ci-dessus, qui donne la courbe caractéristique d'une cellule solaire, P_{max} correspond à la surface du plus grand rectangle qu'on peut dessiner sous la courbe. Le rendement d'une cellule solaire dépend aussi de sa température: ce rendement baisse avec une élévation de la température. Il est donc important de veiller à ce que les cellules puissent se refroidir, par le moyen de l'air ambiant ou même par de l'eau: certaines expériences sont en cours, qui combinent cellules et capteurs thermiques: les cellules sont refroidies à l'aide d'un caloporteur qui servira à préparer de l'eau chaude.

L'effet photovoltaïque fut découvert en 1839 par le physicien français Edmond Becquerel, à l'aide d'un électrolyte et deux électrodes métalliques. La cellule en silicium par contre est encore relativement jeune: son premier usage fut la fourniture d'électricité aux satellites de la NASA. Ainsi le satellite *Vanguard* fut-il le premier à être équipé de telles cellules en 1959.



Façade photovoltaïque au Rothorn

C'est la *cellule monocristalline* qui s'approche le plus du modèle théorique: cette cellule est effectivement composée d'un seul cristal divisé en deux couches. Les matériaux de base pour de telles cellules sont d'énormes cristaux de silicium spécialement produits à cet effet, d'une taille d'environ 10 cm. Ces cristaux sont ensuite sciés en plaques ultra-fines, dopées et connectées. Les cellules monocristallines permettent d'obtenir de hauts rendements, de l'ordre de 15 à 22% (le rendement théorique maximal pour des cellules au silicium est de 40%, ce qui est dû au fait qu'une part du rayonnement solaire, celui situé dans le rouge et l'infrarouge, ne contient pas assez d'énergie pour provoquer un effet photovoltaïque). Ces cellules souffrent néanmoins de deux inconvénients: d'une part leur prix élevé, d'autre part une durée d'amortissement de l'investissement en énergie élevée. Cette durée d'amortissement est le temps durant lequel une cellule solaire doit produire de l'énergie pour "rembourser" l'énergie qui a été nécessaire à sa production. Cette durée peut aller jusqu'à 7 ans pour les cellules monocristallines, cellules qui sont néanmoins tout à fait appropriées pour des applications nécessitant de bonnes performances, tels que les véhicules électro-solaires.

Les cellules poly cristallines ressemblent aux cellules monocristallines, mais sont composées d'un agglomérat de cristaux. Elles aussi proviennent du sciage de blocs de cristaux, mais ces blocs sont coulés et sont dès lors hétérogènes. Les difficultés liées à la maîtrise de la croissance de grands cristaux sont ainsi évitées. Le rendement des cellules poly cristallines, de l'ordre de 10 à 15%, est un peu plus bas, mais cela est amplement compensé par un coût moindre. La production de telles cellules nécessite moins d'énergie. Certains fabricants, comme par exemple Solarex, recyclent pour ce faire les déchets de l'industrie électronique.

Les cellules amorphes ou à *couche mince* sont fondamentalement différentes. Le silicium ne se présente pas sous forme cristalline, bien qu'il ait des propriétés voisines du silicium cristallin. Les cellules sont composées d'un support en verre ou en matière synthétique sur lequel est déposé une fine couche de silicium, processus ne nécessitant que très peu d'énergie. Bien que le rendement de telles cellules soit plus bas que celui des cellules cristallines, de 5 à 10%, le courant produit est relativement bon marché. Ce type de cellules trouve ses applications principales dans de petits appareils tels les calculettes; par contre il est encore relativement peu utilisé dans le cadre d'installations solaires. Ce fait trouve probablement son origine dans les problèmes qu'ont connus les premiers modules de cette technologie encore relativement récente, modules qui présentaient des baisses de rendement importantes. Mais aujourd'hui l'on trouve sur le marché des produits muni d'une garantie de rendement de 10 ans.

3) COMPOSITION D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Une installation de production d'électricité d'origine photovoltaïque est composée :

- de capteurs implantés en toiture. L'orientation optimale étant le Sud, inclinée de 35° par rapport à l'horizontal,
- d'un coffret de coupure en monophasé pour isoler éventuellement les capteurs solaires,
- d'un onduleur / transformateur triphasé pour convertir l'électricité fournie en courant continu et très basse tension (24 ou 48 V) en un courant alternatif et basse tension (230 V),
- d'un deuxième coffret de coupure en triphasé
- d'un comptage pour la revente d'électricité sur le réseau

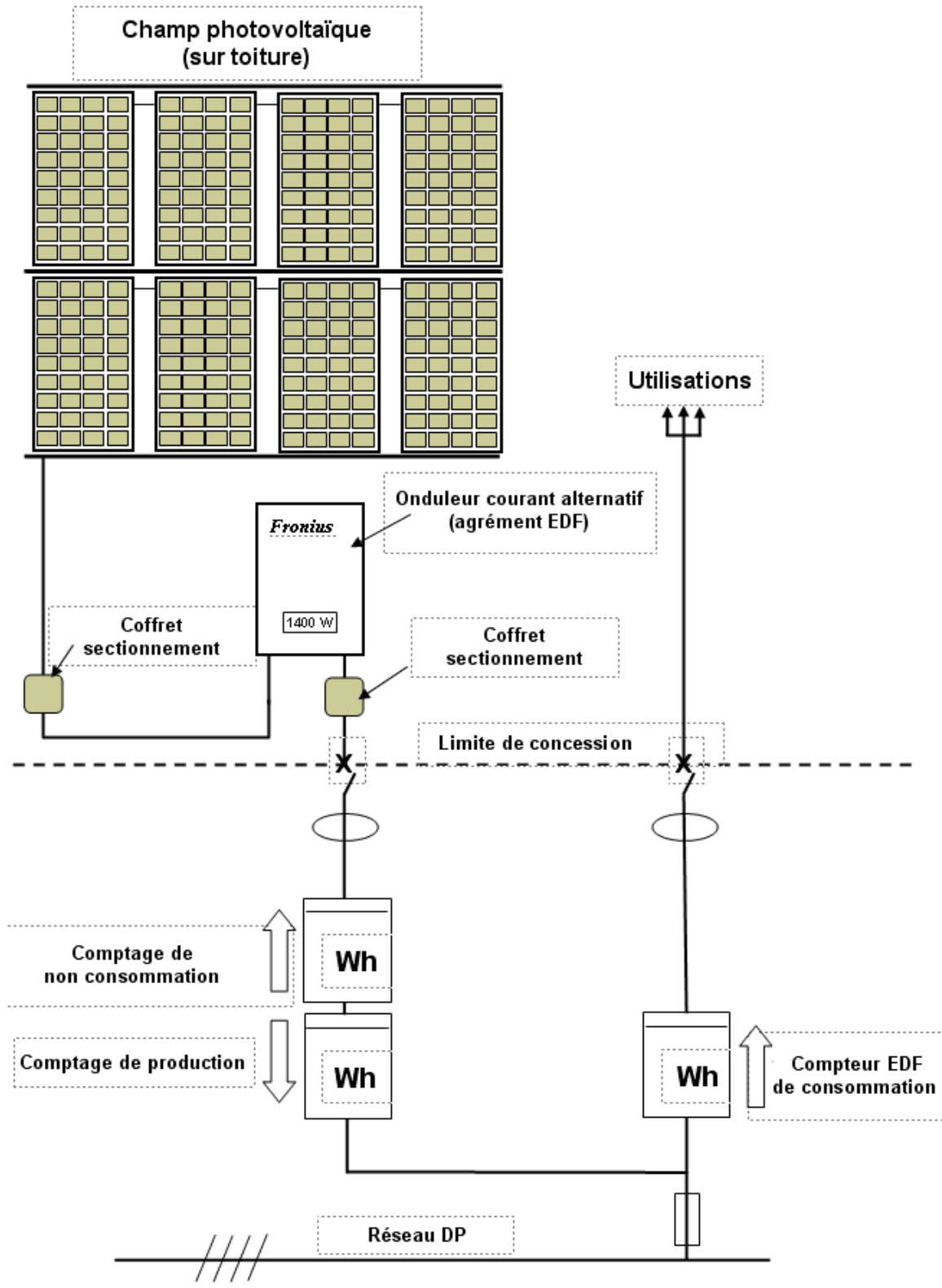
(voir schéma ci-dessous)

La mise en place de ce type d'installation nécessite un accès à un local technique accessible par le gestionnaire du réseau (ERDF).

Ce local peut être commun au compteur pour la revente et pour l'achat d'électricité du site.

Les onduleurs seront placés directement à l'extérieur pour des contraintes de dégagement de chaleur par effet Joules (pertes du réseau et de convertissement de la TBT à la BT).

Raccordement générateur solaire Vente de la totalité de la production



4) ETUDE DE 2 SOLUTIONS

Le tableau ci-joint permet de dresser une simulation technico-économique d'une installation photovoltaïque suivant les 2 types d'installation potentielle :

- les cellules polycristallines
- les cellules monocristallines

Les subventions pour ce type d'installation ne sont pas établis définitivement. Elles proviendront éventuellement de la Région Rhône Alpes et éventuellement du Conseil Général.

	Cellules polycristallines	Cellules monocristallines
Surface (m ²)	270	250
Puissance (W _{crête})	35 100	35 000
Rendement	13%	14%
Production électrique (kWh) - Champ à 25° - Sud	43 618	43 494
Investissement (€TTC)	245 700	245 000
Coût annuel (€TTC)	3 650	3 650
- accès au réseau	50	50
- entretien / maintenance	3600	3600
- Intérêt d'emprunts	0	0
Revenu - revente (€TTC) (60 cts / kWh)	26 171	26 096
Temps de retour (en année)	11	11
Bilan environnemental (kg / CO2 par an)	3 664	3 653

hypothèses :

Orientation Sud

1 Champ de capteurs inclinés à 25°

Suivant les dimensions des capteurs solaires et celles de la toiture, il sera possible d'avoir plusieurs propositions techniques telles que simulées ci-dessus.

En général, pour des toitures tuiles ou bac acier, il semble que la solution de capteurs photovoltaïques de type monocristallin ou polycristallin soit la solution la plus adaptée.

5) ILLUSTRATIONS

