

# E.R.M

Niveau de formation visée :

Brevet de Technicien Supérieur Electrotechnique ; Référentiel 2006

Thématique proposée :

# Énergies renouvelables

## Énergies solaire et photovoltaïque

### Installation connectée au réseau

Étude du champ solaire et des capteurs  
Durée globale 10 à 12h

Étude du champ solaire  
Première partie

L'ensemble des documents est fourni sous forme numérique et constitue une base de données à exploiter, de plus de nombreux liens avec les sites Internet des constructeurs sont fournis.

**Activité n°1**

Période : Première année du cycle,

Nature des enseignements visés :

- essais de systèmes,
- génie électrique,
  - cours associés

**Description sommaire de l'étude :**

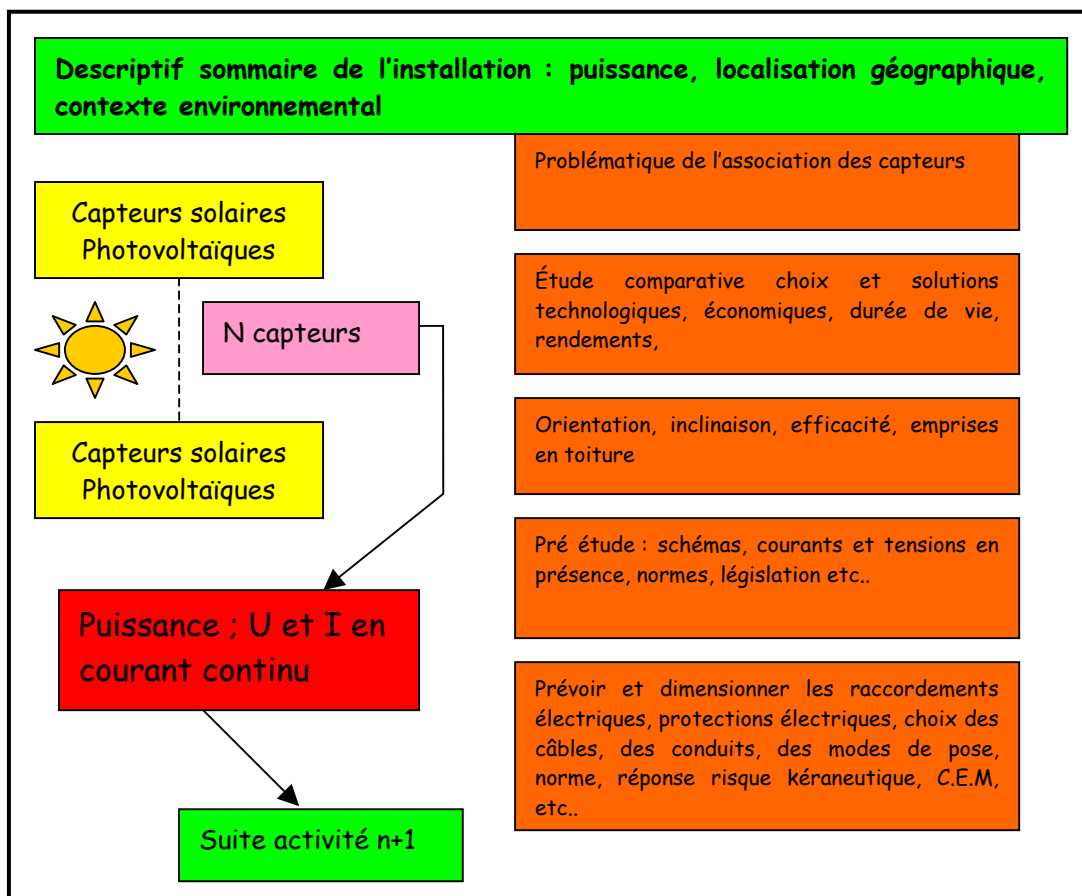
Entreprise agricole dont le propriétaire s'inscrit dans une stratégie de revente globale ou partielle de l'énergie électrique produite par son installation. Localisation département 42.

Installation photovoltaïque de 4kW connecté réseau.

Conversion d'énergie continu/alternatif par onduleur(s)

Acquisition et surveillances des paramètres de fonctionnement de l'installation

Comptage d'énergie utilisateur et comptage énergie vendue à E.D.F. Réseau monophasé 230V, régime de neutre TT.

**Descriptif des activités pédagogiques :** première partie

## Positionnement par rapport au référentiel de formation :

Compétences visées : (surlignées) référentiel B.T.S électrotechnique 2006

- C01 Analyser un dossier*
- C02 Choisir une solution technique*
- C03 Analyser une solution technique*
- C04 Rédiger un document de synthèse*
- C05 Déterminer les ressources et les contraintes*
- C06 Respecter une procédure*
- C07 Argumenter sur la solution technique retenue*
- C08 Concevoir une solution technique*
- C09 Élaborer les dossiers techniques*
- C10 Réaliser les représentations graphiques nécessaires*
- C11 Estimer les coûts prévisionnels*
- C12 Concevoir une procédure*
- C13 Appliquer les normes*
- C14 Analyser les causes de dysfonctionnement*
- C15 Estimer les délais de réalisation*
- C16 Élaborer un support de formation*
- C17 Mettre en œuvre des moyens de mesurage*
- C18 Interpréter des indicateurs, des résultats de mesure et d'essais*
- C19 Identifier les paramètres de réglage*
- C20 Régler les paramètres*
- C21 Réaliser un ouvrage, un équipement ou un produit*
- C22 Déterminer les différentes tâches*
- C23 Planifier les tâches*
- C24 Suivre la réalisation*
- C25 Analyser un planning*
- C26 Contrôler la conformité d'un produit*
- C27 Estimer les délais d'approvisionnement*
- C28 Communiquer de façon adaptée à la situation*
- C29 Exercer une responsabilité hiérarchique*
- C30 Ordonnancer des opérations de maintenance*
- C31 Intervenir sur une installation*
- C32 Interpréter la demande du client*
- C33 Animer une réunion*

## Tâches envisagées

- T1.1 Analyser les cahiers des charges et les appels d'offre*
- T1.3 Concevoir des solutions techniques et des processus de fabrication dans le respect du cahier des charges et des contraintes imposées par le procédé*
- T1.4 Réaliser les dossiers techniques de fabrication et d'exécution de chantier*
- T1.5 Élaborer une offre adaptée (chiffrage et devis) au cahier des charges en déterminant les moyens d'exécution prévisionnels*
- T1.6 Analyser les causes d'un dysfonctionnement et faire évoluer les solutions techniques*
- T1.8 Répondre à un besoin de formation*
- T2.2 Adapter des solutions techniques y compris dans le cadre d'une prestation de service*
- T2.3 Pour la partie électrique, régler les paramètres des procédés et mettre au point le processus de fabrication*
- T2.4 Proposer des améliorations de procédé et d'organisation*
- T2.5 Réaliser un ouvrage, un équipement ou un produit en suivant un dossier de fabrication ou d'exécution de chantier*
- T2.6 Appliquer les textes administratifs et réglementaires*

- T3.1 Programmer et assurer le suivi de la réalisation de prototypes et d'essais
- T3.2 Assurer le suivi de l'ensemble du cycle achat-vente, depuis la prescription jusqu'à la facturation
- T3.3 Organiser l'ordonnancement, la logistique et la gestion des flux de matière d'œuvre, à partir des prévisions de commande et des moyens matériels disponibles
- T3.4 Préparer, planifier l'intervention sur un chantier, une installation ou un équipement
- T3.5 Suivre les coûts, les délais et la qualité de réalisation, dans le cadre d'une gestion de projet
- T3.6 Rechercher et décider du recours à la sous-traitance
- T3.7 Fournir un appui technique aux opérateurs de fabrication

- T4.1 Assurer une responsabilité hiérarchique dans le cadre d'un projet ou d'une réalisation
- T4.2 Assurer une gestion des ressources humaines dans le cadre de la responsabilité hiérarchique
- T4.3 Animer des groupes de travail dans le cadre d'une procédure « qualité »
- T4.4 Accueillir les intervenants sur le chantier en présentant les règles d'hygiène et de sécurité

- T5.1 Contrôler la conformité d'un produit ou d'un travail réalisé et mettre en place des actions correctives
- T5.2 Suivre les indicateurs d'assurance « qualité » d'un approvisionnement de composants ou de

**T5.3 Réaliser les essais et les mesures nécessaires à la qualification d'un ouvrage, d'un équipement, d'un produit ou d'un moyen de production**

- T5.4 Effectuer la mise en service dans le respect des règles de sécurité
- T5.5 Procéder à la réception avec le client

- T6.1 Organiser des interventions de maintenance, locales ou à distance
- T6.2 Réaliser les réglages, corrections, expertises et dépannages sur une installation

**T7.1 Conseiller techniquement le client ou l'orienter vers l'interlocuteur approprié**

- T7.4 Informer le client sur l'état d'avancement des travaux
- T7.5 Former le client à la prise en main et au dépannage de premier niveau de son installation
- T7.6 Animer des réunions ou intervenir dans des conférences techniques

**Base des ressources souhaitables :**

- Documentations constructeurs panneaux photovoltaïques
  - Mise en œuvre et installation des panneaux solaires ; orientation, inclinaison
  - Problème de connectique et de câblage, association en série et en parallèle
  - Convertisseur d'énergie continu alternatif (onduleur)
- Dossier de demande d'ouvrage
- Dossier EDF vente énergie
- Kit de base chargeur solaire
- Moyens informatiques avec accès à Internet, kit logiciel : suite bureautique classique, Adobe Reader, tracé de schémas électriques
- Tarification d'énergie
- Problématiques de revente d'énergie

**Mesurages :**

- Voltmètre
- Ampèremètre
- Luxmètre
- Boussole

**Référent Normatif:**

C 15 100

**Liens référents** : (cités comme exemples mais non exhaustif)

<http://www.bpsolar.fr/solaire/societe/chiffre.php>

<http://www.ciele.org/>

<http://www.photowatt.com/>

[http://www.solarcomlyon.fr/solarcomlyon\\_sites\\_isoles.htm](http://www.solarcomlyon.fr/solarcomlyon_sites_isoles.htm)

<http://perso.wanadoo.fr/cross-technologies/cadres/crosssolair.html>

<http://www.solargie.com>

<http://www.meteofrance.com/FR/>

**Mots clés** :

Albédo, azimut

**ETUDE DE BASE SUR LE CHAMP SOLAIRE - Première partie**  
**(Durée conseillée 4 / 6 heures)**

A partir des différentes technologies de cellules photovoltaïques et à partir d'une stratégie de mesurage que vous préciserez : faire le relevé des caractéristiques  $V_f = f(I_f)$  et comparer les résultats pour les régimes identiques suivants :

Ensoleillement identique, direction émission par rapport au plan normal de la cellule : 0, 30, 45, 60 et 90°, une mesure par le biais d'un système d'acquisition peut se révéler intéressant.

Vous êtes invités à parcourir avant tout les documents annexés dans les répertoires :

**Partie 1 / documents techniques,**

**Partie 1 / informations**

1) Étude des différentes technologies de cellule :

- i) En déduire pour chaque technologie de cellule du marché le modèle équivalent électrique et la valeur des paramètres :  $V_0$  et  $R_i$  de chaque type de cellule.
- ii) Comparez vos résultats avec ceux que l'on peut trouver dans les documents ressources annexés.

- iii) On s'intéresse maintenant à la cellule 125\*125 de chez photowatt (On utilise la documentation technique située dans le répertoire: \ **partie 1\documentation technique\ cellule photowatt 125.125.pdf**)

Les valeurs suivantes pour un ensoleillement de  $1000\text{W/m}^2$  on prendra par exemple le module de classe **Ah**.

- La valeur de la tension à vide  $V_{f0}$ ,
- La résistance interne  $R_f$  de la cellule,
- La Puissance solaire reçue,
- La valeur du courant de court circuit de la cellule,
- Le rendement solaire-électrique cellule pour la puissance maximale de la cellule,
- Les pertes Joule dans la cellule pour la puissance maximale de la cellule,
- Le rendement solaire-utile pour la puissance maximale de la cellule
- la valeur de la résistance en régime inverse de la cellule.

2) On exploite maintenant les documents constructeurs suivants :

Déterminer pour la cellule 125\*125 de chez photowatt (On utilise la documentation technique située dans le répertoire: \ **partie 1\documentation technique\**

**Panneaux solaires polycristallin photowatt doc technique.pdf**

Le panneau de base est équipé de quatre rangées de 9 cellules solaires de  $5\text{ pouces}^2$  de surface, pour une tension nominale annoncée de 12V ; donnez le schéma équivalent interne de couplage des différentes cellules du panneau.

En admettant que le régime de fonctionnement soit le suivant : puissance typique 80W, irradiance (ensoleillement) 1000W/m<sup>2</sup>, température 25°C.

- i. La valeur minimale de la puissance obtenue,
  - ii. La tension aux bornes du panneau à la puissance indiquée,
  - iii. Le courant débité,
  - iv. Le courant de court circuit,
  - v. La tension en circuit ouvert,
  - vi. La résistance interne équivalente du panneau,
  - vii. Faire le schéma équivalent de couplage des différentes cellules du panneau,
  - viii. Le rendement global du panneau
- 
- ix. Que deviendrait le fonctionnement global d'un panneau en cas de panne d'une ou plusieurs cellules ?
    - Que devient alors le fonctionnement général de l'installation ?
    - Des dispositifs internes de protection vous paraissent ils prévus ou à prévoir ?
  - x. Comment se comporterait un panneau, puis l'ensemble de l'installation, en cas d'occultation partielle ou totale d'un ou de plusieurs panneaux ?
    - Quelles pourraient être les conditions naturelles ou extérieures amenant ce type de dysfonctionnement ?
  - xi. Connaissant maintenant les éléments caractéristiques des panneaux, déterminez la puissance dissipée par effet Joule en fonctionnement par cellule et ensuite pour l'ensemble du panneau solaire photovoltaïque. Quelles incidences sur le fonctionnement sont à prévoir ?
  - xii. Une augmentation de température sera à envisager au sein même du panneau solaire photovoltaïque ; que se passera t'il au niveau de la tension, du courant de sortie pour chaque panneau ? Quels sont les paramètres constructeurs qui traduisent ces évolutions ?
  - xiii. Faire l'application numérique en admettant que la température de l'ensemble panneau solaire photovoltaïque passe de 25°C à 60°C, quel est des paramètres étudiés celui qui vous apparaît comme le plus influent ?
  - xiv. Vous paraît-il important de suivre l'évolution de température du panneau photovoltaïque ? que pourriez-vous proposer comme solution technique pour détecter celle ci?
  - xv. On analyse le plan  $I = f. (V)$  du panneau solaire, la charge reliée au panneau est  $R = 4,5$  ohms, déterminez le point de fonctionnement graphiquement. Quelles solutions pouvez vous préconiser pour obtenir le maximum de puissance produite. (Vous

préciserez si un point de fonctionnement particulier est à privilégier et comment d'un plan pratique l'obtenir, pour ce point on envisagera l'installation dans sa globalité)

- xvi. Les panneaux solaires photovoltaïques sont donc des générateurs polarisés et seront éventuellement associés à des batteries d'accumulateur ou couplés à un onduleur en vue d'obtenir un courant alternatif couplable ou non au réseau, faut il prévoir des dispositifs de protection particuliers (problèmes : de liaison, d'échanges d'énergie, de couplage onduleur, synchronisation etc.)
- xvii. On admet dans un premier temps que l'ensemble des panneaux est maintenant en fonctionnement dans des conditions identiques à celles de départ ; quel sera le nombre de panneaux nécessaires pour obtenir la puissance globale souhaitée ?
- xviii. Quelle est la surface nécessaire en toiture pour l'implantation si l'on admet un coefficient de foisonnement de 1,04 ? La masse totale ramenée en toiture en négligeant les fixations et autres accessoires.
- xix. Dans la configuration actuelle, quelle serait la valeur du courant continu global permettant d'obtenir la puissance souhaitée ? Cette solution vous paraît elle judicieuse ou devrait on envisager une autre solution, si oui laquelle proposeriez vous par exemple ? (voir les valeurs de courant, les sections de câbles, les chutes de tension etc.)
- xx. Quelle est la durée de vie annoncée par le constructeur d'un panneau solaire photovoltaïque ? la pérennité des performances ?

#### **COMMUNICATION :**

- xxi. Prévoir maintenant un exposé de synthèse analysant ce contexte, un compte rendu général incluant un ciblage du coût des capteurs et de la pose en toiture. Cet exposé sera d'une durée de 20 minutes maximum permettant de faire la synthèse des questions posées ci-dessus tout en faisant part de vos réflexions et suggestions.

**Vous utiliserez les supports de communication les plus adaptés à cette présentation.**