



**ENERGIE SOLAIRE  
FORMATION A DISTANCE  
Module Photovoltaïque**

**PROGRAMME**

**FORMATEUR :**

TECSOL Siège  
105, rue Alfred Kastler  
BP 51008  
66101 PERPIGNAN Cedex  
Tél. : 04.68.68.16.40

**ORGANISME ENREGISTRE  
SOUS LE NUMERO**

**91660077166**



## QUELQUES CONSEILS PREALABLES

---

- ✓ La formation à distance proposée par Tecsol se déroule sur la plateforme Zoom
- ✓ Avant le début de la session de formation vous recevrez un lien de connexion qui sera valable pour l'ensemble des modules. Veillez à ne pas égarer ce lien.
- ✓ Afin d'être admis facilement dans la salle de cours, veillez à vous identifier par vos nom et prénom et non par votre pseudo ou nom de PC/tablette. **Pour cela passer la souris sur votre nom, cliquez sur Plus puis Renommer.**
- ✓ Equipez-vous d'un casque ou de hauts parleurs pour une meilleure qualité du son
- ✓ Si dans la salle de formation, votre micro n'est pas coupé, cliquez sur le bouton Audio et passez en mode muet pour le confort de tous
- ✓ Dans la mesure du possible, fermez les applications de votre PC qui consomment de la bande passante
- ✓ Pour garantir une présentation plus fluide, utilisez l'option **converser** pour poser vos questions en indiquant le **numéro de la diapositive** concernée, le formateur vous apportera une réponse
- ✓ N'oubliez pas de répondre aux différents **quizz d'évaluation proposés** durant la formation, les réponses étant demandés par les **opérateurs de compétences (OPCO)** qui peuvent prendre en **charge financièrement votre formation.**

# PROGRAMME

**Durée** 18 heures réparties sur 5 ou 6 jours à raison de 2 ou 3 sessions de 1 heure 30 par jour

En tant qu'acteur spécialisé dans l'ingénierie des projets solaires depuis plus de 35 ans, Tecsol a élaboré un programme de formation basé sur son expérience acquise sur ses nombreux chantiers.

**Objectifs** : connaître les enjeux et le contexte général, évaluer la pertinence des projets photovoltaïques raccordés au réseau en France. Connaître les écueils techniques, administratifs et financiers des projets photovoltaïques raccordés au réseau pour autoconsommation. En comprendre les paramètres économiques (coûts, indicateurs). Connaître tous les paramètres menant au dimensionnement des générateurs réseau et à leur exploitation.

**Public** : maîtres d'ouvrages et/ou leurs services, financeurs, institutionnels, fonctionnels des entreprises, gestionnaires de parcs immobiliers, représentants des Syndics, ... Services techniques des maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, opérationnels des entreprises et des exploitants,

**Prérequis** : bases en énergétique et économie. Bases techniques, électricité et physique.

**Déroulé** :

## Session 1-1 (1h30)

### 1. RGE études

- présentation, contenu, objectifs

### 2. Aperçu des marchés et de leur évolution

- marchés mondial, européen, français et local. Perspectives. Innovations

### 3. Technique et matériels (1/3)

- Limites du PV et contraintes du réseau

- Le rayonnement solaire

- Bases de données météo disponibles, gratuites ou payantes
- Impact de l'inclinaison et de l'orientation,
- Ombrages proches et lointains, méthodes de relevé, impacts réels

## Session 1-2 (1h30)

### 1. Technique et matériels (2/3)

- Cellules et modules

- Présentation des différentes technologies et méthodes de fabrication,
- Caractéristiques électriques des modules selon technologie, cristallin et couches minces
- Courbes  $I=f(V)$  et  $P=f(V)$

- Matériels typiques disponibles sur le marché, applications courantes (toitures, verrières, ...)
- Normes modules NF EN 61215, NF EN 61646, NF EN 61730,...
- Contenu énergétique, recyclage
- Critères de choix des modules

### Session 2-1 (1h30)

#### 1. Technique et matériels (3/3)

##### - Onduleurs et transformateurs

- Principes onduleurs micro-, string, multi-string et centraux,
- Rendements, MPPT, ...
- Produits existants, du micro-onduleur à l'onduleur central
- Normes appliquées : DIN VDE 0126-1-1,...
- Critères de choix des onduleurs

#### 2. Configurations électriques

- Inventaire des schémas électriques utilisés
- Guides UTE C15-712-1, -2 et -3 : Schémathèque selon puissances et usages
  - Schémas typiques BT, HTA
- Sécurité : éléments essentiels
  - Câbles, connecteurs, fusibles
  - Références NF C15-100, guides UTE C32-502, ...
  - Protections de découplage, protection contre la foudre

### Session 2-2 (1h30)

#### 1. Mises en œuvre

- Exemples en toitures
- Exemples en ombrières, pare-soleil
- Exemples au sol

#### 2. Retours d'expérience des chantiers

- Incidents, risques du chantier
- Travail en hauteur
- Défauts à éviter

### Session 3-1 (1h30)

#### 1. Définitions et règles pour l'AC (1/2)

- Questions et principes. Parité réseau et parité tarifaire
- Configurations types.
- Autoconsommations individuelle et collective, schémas et comptages, blockchain
- Particularités du dimensionnement, données à collecter, outils disponibles

## Session 3-2 (1h30)

### 1. Définitions et règles pour l'AC (2/2)

- Données économiques, identification des cas et contextes déjà favorables
- Cahier des charges de l'ADEME
- Exemples : BPS, CTM Perpignan, Prémian
- Quelques éléments sur les batteries : types, coûts,
- Le stockage et ses options.

## Session 4-1 (1h30)

### 1. Réglementations applicables (1/2)

- Contraintes bâtiment, construction, ombrières, ...
- Normes en vigueur, guides électriques
- Raccordement au réseau, TURPE,
- Démarches et conventions Enedis,
- Contexte législatif, textes en vigueur et en préparation (ordonnances, décrets, loi de ratification)
- Conditions tarifaires (vente totale, surplus, autoconsommation)
- Appels d'offres réseau, et spécifiques autoconsommation (Spécifique de la CRE, Régions)

## Session 4-2 (1h30)

### 1. Réglementations applicables (2/2)

- Règlements spécifiques bâtiment
- Règlements spécifiques centrales au sol

### 2. Économie des projets

- Indications de coûts, références
- Notion d'actualisation, calculs des VAN, TRI et LCOE
- Un exemple détaillé, simulation financière du projet, définitions des paramètres financiers
- détail des coûts réels.

## Session 5-1 (1h30)

### 1. Prédimensionnement

- Cas simple centrale au sol
- Cas simple toiture bâtiment

### 2. Étapes de la conception

De l'implantation au raccordement réseau

### 3. Présentation d'un cas simple - raccordé réseau 30 kWc

- calculer le gisement solaire suivant orientation / inclinaison
- sélectionner les matériels nécessaires selon contraintes du site
- établir le schéma d'organisation des composants (branches, onduleurs)
- définir tous les paramètres nécessaires avant simulation
- valider les performances atteintes – corriger si non satisfaisantes
- variantes : vente totale, autoconsommation partielle et totale

## Session 5-2 (1h30)

### 1. Logiciels

- Présentation détaillée de 3 outils de simulation (PVGIS 5, PVSyst 6.8, XLS TecsolAutoconso)

### 2. Dimensionnement électrique

- schéma électrique
- protections, fusibles, sections de câbles
- parafoudres

### 3. Calculs économiques

- RetScreen

## Session 6-1 (1h30)

### 1. Étude de cas - raccordé réseau, calcul en ligne toiture 245 kWc

- calculer le gisement solaire suivant orientation / inclinaison
- sélectionner les matériels nécessaires selon contraintes du site
- établir le schéma d'organisation des composants (branches, onduleurs)
- définir tous les paramètres nécessaires avant simulation
- valider les performances atteintes – corriger si non satisfaisantes
- variantes : vente totale, autoconsommation partielle et totale

## Session 6-2 (1h30)

### 1. Exploitation et maintenance

- Mises en service
    - Contrôles de conformité, CONSUEL ou bureau de contrôle
    - Réception provisoire, définitive, transfert de propriété
    - Garanties possibles ou attendues, méthodes, durées
  - Conduite, suivi et maintenance
    - Suivi des performances, vérification fonctionnelle, outils de monitoring
- : Tecsol One,  
Tecsol Analytics, ...
- Opérations de maintenance préventive, curative

**Durant toute la durée de la formation chaque participant pourra poser des questions par écrit sur la plateforme Zoom afin de bien assimiler les éléments abordés. Un co-animateur, choisi parmi les intervenants ci-dessous reprendra chaque question et demandera au formateur en charge de la session d'y apporter des éléments de réponse.**

**A la fin de chaque journée un questionnaire sera soumis aux stagiaires, afin de d'assurer que les éléments abordés durant la formation sont bien assimilés.**

**Ce questionnaire sera diffusé lui aussi sur la plateforme Zoom et les réponses abordées seront conservées.**

Chaque stagiaire aura également la possibilité de solliciter les intervenants durant une année, par téléphone ou par mail ou par téléphone afin de se faire accompagner dans l'élaboration de son projet solaire.

Les **intervenants** seront choisis parmi les ingénieurs de TECSOL ci-dessous :

Jean-Yves **Quinette** : Docteur-Ingénieur ICAM – Ingénieur d'études Photovoltaïques  
Sébastien **Decottegnie** : Responsable agence Pays de la Loire / Responsable du pôle Formation

Henri **Saurine** : Ingénieur d'études - Photovoltaïque - Spécialiste HTA

Maximilien **Endler** : Directeur technique / Responsable agence Nouvelle Aquitaine

Elodie **LECA** - Ingénieur d'études Photovoltaïques Siège

## PLANNING DE REALISATION

Option N° 1 : Formation sur 6 jours :

SESSIONS	J1	J2	J3	J4	J5	J6
S 1-1	08.30/ 10.00					
S 1-2	11.00/12.30					
S 2-1		08.30/ 10.00				
S 2-2		11.00/12.30				
S 3-1			08.30/ 10.00			
S 3-2			11.00/12.30			
S 4-1				08.30/ 10.00		
S 4-2				11.00/12.30		
S 5-1					08.30/ 10.00	
S 5-2					11.00/12.30	
S 6-1						08.30/ 10.00
S 6-2						11.00/12.30