

## PROGRAMME PARIS 2020



Formations en Energie solaire :  
Eau chaude, Piscine, Rafraîchissement,  
Solaire Concentré, Réseau de chaleur  
Photovoltaïque réseau, Autoconsommation

*Module PV : Photovoltaïque du 17 au 19 Mars 2020*

*Module TH : Thermique du 16 au 18 Juin 2020*

***Durée de la formation : 6 jours soit 40 heures***

Formations destinées aux maîtres d'ouvrage, aux collectivités, à leurs techniciens,  
aux bureaux d'études techniques et entreprises du génie climatique



Bureau d'études en énergie solaire

BP 51008 - 105 avenue Alfred Kastler – Tecnosud - 66101 Perpignan Cedex

Tél : 0468 68 16 40 E-mail: [contact@tecsol.fr](mailto:contact@tecsol.fr) ou [muriel@tecsol.fr](mailto:muriel@tecsol.fr)



## A- Positionnement

Le marché de l'énergie solaire est en très forte croissance partout dans le monde, même si la vague française garde une dynamique modeste.

- Quelles sont les possibilités réelles d'utilisation de l'énergie solaire dans le tertiaire, le résidentiel collectif, l'industrie ?
- Comment concevoir une installation dans son contexte technique et réglementaire ?
- Que peut-on en attendre ? Quel est l'impact sur l'environnement ?
- Quelles sont les moyens de financement, les aides publiques ?
- Comment intégrer le solaire dans une politique environnementale globale ?

Les formations en énergie solaire dispensées par Tecsol, s'articulent sur 2 modules indépendants de 3 jours chacun.

Un premier module est consacré à la **production d'électricité photovoltaïque raccordée au réseau** : principes physiques, technologies des onduleurs, des différents modules photovoltaïques, calculs de plusieurs installations, autoconsommation et stockage, intégration au bâti, centrales solaires au sol, démarches administratives, raccordement au réseau.

Une première journée replaçant les projets photovoltaïques dans leur contexte technique, réglementaire et économique sera suivie de deux jours spécifiquement dédiés à la conception et au dimensionnement des installations.

**N.B.** : *la Réglementation évoquée ne concerne que la situation française.*

Un second module est consacré au **solaire thermique** : technologie des capteurs, schémas de principes hydrauliques, mise en œuvre sur chantier, installations auto-vidangeables, calcul de production d'énergie solaire thermique d'une installation, garantie de résultats solaires CPE, retour d'expérience sur les écueils, mesures et télé-suivi, risque sanitaire-légionnelle, étude de cas, dimensionnement) sous toutes ses formes : chauffe-eau solaire individuel et collectif, piscines solaires.

Une présentation du rafraîchissement solaire et des applications sur réseau de chaleur sont également proposées.

### ***A qui s'adresse la formation ?***

- Aux maîtres d'ouvrage publics ou privés : organismes d'HLM, services techniques des villes, conseils généraux et régionaux, promoteurs et constructeurs.
- Aux bureaux d'études techniques, aux entreprises du génie climatique, sociétés de services énergétiques et aux créateurs d'entreprise.

### ***Objectifs pédagogiques***

- Connaître les techniques spécifiques à l'énergie solaire thermique et photovoltaïque.
- Savoir dimensionner une installation solaire.
- Connaître les contraintes réglementaires (par exemple les ATEc, les appels à projets, la sécurité incendie, ...)
- Connaître les différents schémas de principe d'une installation et savoir choisir le plus approprié
- Déterminer la rentabilité économique d'un projet.

### ***Moyens pédagogiques***

Chaque stagiaire recevra un manuel et un support numérique USB comprenant les copies des différents cours, le logiciel de dimensionnement des chauffe-eau solaires et les copies des documents techniques nécessaires à la conduite d'un projet (Manuel de l'énergie solaire, Avis Techniques, documents de référence, exemples de contrats,..).

Les modules sont animés par des ingénieurs du bureau d'études TECSOL qui sont au quotidien en prise avec la réalité de conception et de mise en œuvre des projets solaires. Ils profitent du retour d'expérience et des 30 ans d'activité dans le solaire du bureau d'études grâce au suivi des installations.

**Evaluation :** Questionnaire d'évaluation des acquis et questionnaire de satisfaction.

Plus de 2000 stagiaires ont suivi notre formation et le taux de satisfaction est de 95 %

## B – Programme des formations

### Module "Photovoltaïque"

**Jour 1 + Jour 2** : destinés aux maîtres d'ouvrage, aux porteurs de projet ou à toute entreprise faisant évoluer son métier. Ils auront en deux jours, une vue complète de l'état des techniques et des marchés photovoltaïques.

**Jour 3** : journée exclusivement réservée aux calculs de dimensionnement et aux calculs économiques . Elle complète les deux jours précédents ou peut concerner les maitres d'œuvre ou maîtres d'ouvrage ayant besoin d'approfondir ou de mettre à jour ces deux aspects importants de tout projet.

L'ensemble des trois jours correspond aux conditions fixées aux B.E.T. pour obtenir le label RGE (formation spécialisée de 3 jours pour les référents techniques).

#### Équipement informatique

Pour J1 et J2, il n'y a besoin d'aucun matériel particulier.

Les documents supports sont fournis en version papier (prise de note) et en version numérique (clé USB).

Pour le J3, prévoir (facultatif) un PC portable par stagiaire, et :

Installer au préalable (quelques jours avant la formation) le logiciel PVSyst à partir du site [www.pvsyst.com](http://www.pvsyst.com)

S'assurer de son bon fonctionnement en mode EVALUATION (disponible 1 mois, ensuite bascule en mode DEMO, très limité).

**La formation ne peut fournir ni le logiciel ni la licence, qui ne pourront être obtenus qu'à partir du site du développeur, après règlement.**

### Jour 1 : ENJEUX ET TECHNIQUES

08h30-12h30 Contexte et Objectifs – Configurations électriques

14h00-17h00 Technique et matériels.

**Objectif** : connaître les enjeux et le contexte général, évaluer la pertinence des projets photovoltaïques raccordés au réseau en France.

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

**Pré-requis** : bases en énergétique et économie.

#### 1. Contexte et objectifs

- **Principes et enjeux** : énergie, industrie, emplois, environnement
- **Les marchés et leur évolution** : marchés mondial, européen, français et local. Perspectives. Innovations

#### 2. Configurations électriques

- Inventaire des schémas électriques utilisés

#### 3. Technique et matériels

##### - 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

##### - 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

#### - 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

#### - Schémas électriques

- 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

## Jour 2 : AUTOCONSOMMATION REGLEMENTATION, RETOUR D'EXPERIENCE

08h30-12h30 Autoconsommation, réglementation

14h00-17h00 Réglementation, pratique et exploitation

**Objectif :** connaître les écueils techniques, administratifs et financiers des projets photovoltaïques raccordés au réseau pour autoconsommation. Comprendre tous les paramètres menant au dimensionnement de ces générateurs.

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

**Pré-requis :** bases en énergétique et économie.

### 1. Définitions et règles

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

### 2. Réglementations spécifiques

- 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)
- Réglementations bâtiment

- Réglementations spécifiques centrales au sol

### 3. Pratique, exploitation

- **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, ...
  - Opérations de maintenance préventive, curative
  - Sécurité des interventions sur site
- **Retours d'expérience des chantiers**
  - Incidents
  - Défauts de mise en œuvre

## Jour 3 : CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENTS

08h30-12h30 Prise en compte des réglementations, conception électrique, dimensionnement détaillé  
14h00-16h00 Suite des études de cas.

**Objectif :** Connaître tous les paramètres menant au dimensionnement des générateurs réseau.

**Public :** services techniques des maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, opérationnels des entreprises et des exploitants,

**Pré-requis :** bases techniques, électricité et physique.

**Outil facultatif :** Amener un PC portable, équipé de PVSyst (il est prévu de suivre l'animateur à l'écran le matin, puis de travailler sur son PC l'après-midi).

### 1. Présentations (matinée)

- Présentation détaillée de 3 **outils de simulation** (PVGIS 5, PVSyst 6.7, XLS TecsolAutoconso)
- **Étude d'un cas de base** - raccordé réseau très simple **10 kWc**
  - 1/ calculer le gisement solaire suivant orientation / inclinaison
  - 2/ sélectionner les matériels nécessaires selon contraintes du site
  - 3/ établir le schéma d'organisation des composants (branches, onduleurs)
  - 4/ définir tous les paramètres nécessaires avant simulation
  - 5/ valider les performances atteintes – corriger si non satisfaisantes
  - 6/ variantes : vente totale, autoconsommation partielle et totale
- **Étude de cas - raccordé réseau** plus complexe, toiture **245 kWc (Bart i Sol)**
  - 1-5/ idem cas précédent
  - 6/ simulation financière du projet, définitions des paramètres financiers
  - 7/ détail des coûts réels 2018

### 2. Travaux dirigés (après-midi)

- **Étude de cas – autoconsommation dans le tertiaire** – application sur un projet concret
  - 1-5/ idem cas précédent
  - 6/ intégration du profil de consommation
  - 7/ conclusions du dimensionnement : éléments limitants, optimisation, stockage ?
  - 8/ vérification du PR, calcul des taux d'autoconsommation TAc, d'autoproduction TAp.
  - 9/ bilan financier : Bilan détaillé investissement/recettes-dépenses  
TRB et coût du kWh produit, bilan des flux sur durée de vie, CAPEX et OPEX

## Module Thermique

### Jour 1 : SOLAIRE THERMIQUE

#### Présentation et technologies (7h00)

Introduction. Technologie et applications

#### Présentation. Enjeux et contexte

L'effet de serre ; les ressources énergétiques et le solaire thermique dans le monde, L'évolution du marché du solaire thermique dans le monde, La situation en France, Les applications du solaire thermique, le cadre réglementaire, Perspectives

#### Les capteurs solaires thermiques

- Rappels sur le gisement solaire
- Capteurs solaires : types et performances (sans vitrage, vitrés, tubes sous vide)
- Calcul de rendements
- Composants et fabrication
- Les innovations et la R&D

#### La mise en œuvre des capteurs

- Mise en œuvre indépendante sur support
- Mise en œuvre incorporée ou intégrée
- Les règles de constructions et d'urbanisme
- Les CESI et l'approche monobloc

#### Les réseaux de chaleur solaire

- Marché/Fonctionnement
- Les composants

#### Le froid solaire

- Marché/principe
- La climatisation solaire à absorption/adsorption/DEC, comparaisons
- Les capteurs solaires utilisés
- Exemples et données économiques
- Nouvelle génération de climatisation solaire

#### Solaire thermique concentré

- Fonctionnement, technologies
- Composants – capteurs utilisés
- Les acteurs français
- Les pistes de R&D

## **Jour 2 : SOLAIRE THERMIQUE**

### **Composants des installations solaires, schémas de principe hydraulique (7h00)**

conception, dimensionnement équipements,

### **Caractéristiques des composants d'une installation solaire collective**

- Raccordement des capteurs solaires
- Les composants de la boucle hydraulique primaire
- Les pompes, échangeurs et ballons
- Le fluide et les organes de sécurité
- Le dispositif de régulation/suivi

### **L'autovidange du circuit primaire**

- Les principes
- Atouts et limites de l'autovidangeable
- Exemples d'application de l'autovidangeable et retours d'expérience

### **Conception d'installation d'ECS solaire**

- Les schémas de type CESC, CESC, CESCAI, eau morte, piscines
- Contraintes et règles de bonne mise en œuvre
- Dimensionnement des équipements, coûts

## **Jour 3 : SOLAIRE THERMIQUE**

### **Montage projet, Calculs, étude de cas et suivi de fonctionnement (6h00)**

Montage projet, maintenance, aides financières, logiciels de dimensionnement solaires, télé-suivi de performances

### **Mise en service et maintenance**

- Réception statique et mise en service dynamique, commissionnement
- Maintenance
- Retour d'expérience des chantiers, bonnes pratiques
- Incidents, défauts de mise en œuvre et de conception constatés

### **Solaire et légionnelle**

- Risque légionnelle du solaire, la réglementation et les bonnes pratiques

### **Impact environnemental**

### **Montage d'un projet**

- Pré-diagnostic solaire ; aides financières, fonds chaleur
- Etudes de cas concrètes



## Calcul des performances et dimensionnement

- Les règles de bases
- L'évaluation des besoins et préconisations
- Méthodes de calcul existantes ; présentation et utilisation du logiciel SOLO ; étude de cas pratiques, analyse de courbe de suivi (Disfonctionnements et alarmes)

## Télé-suivi et Garantie de Résultats Solaires

- Les différents types de suivi : description et coût
- La garantie de résultats solaires et contrôle de bon fonctionnement ;
- Télé-suivi des installations solaires ECS : principes, application et retour d'expérience

## C – Intervenants

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

André Joffre – Ingénieur Arts et Métier – Fondateur de Tecsol

Jean-Yves Quinette - Docteur-Ingénieur ICAM - Responsable Photovoltaïque

Sébastien Decottegnie - Ingénieur - Photovoltaïque et Thermique - Responsable agence Pays de la Loire

Henri Saurine - Ingénieur d'étude - Photovoltaïque - Spécialiste HTA

Maximilien Endler - Ingénieur Génie Climatique et Energétique - Responsable agence Nouvelle Aquitaine

Loïc Girard - Ingénieur en Génie Climatique et Energétique - Responsable agence Occitanie

## D – Participation

Tecsol est enregistrée comme organisme de formation sous le **numéro 91 66 00 771 66**.

*Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat.*

Les prix indiqués comprennent les déjeuners, les rafraîchissements, les documents remis pendant le stage (sur support papier et numérique).

3 jours : « solaire thermique » ou « solaire photovoltaïque » J1 + J2 + J3 ..... 1 650 € HT

2 jours : « solaire photovoltaïque » J1 + J2 ..... 1 100 € HT

1 jour : « solaire photovoltaïque » J3 ..... 550 € HT

6 jours : « solaire thermique » et « solaire photovoltaïque » ..... 2 875 € HT

Le prix de la formation inclut une assistance téléphonique de Tecsol pendant un an pour le premier projet mis en œuvre par les stagiaires.

**Les règlements sont à effectuer, en indiquant le nom du participant, de la façon suivante :**

**- Par chèque à l'ordre de TECSOL, envoyé à l'adresse :**

**TECSOL**  
**105 Avenue Alfred Kastler BP 51008**  
**66101 PERPIGNAN Cedex**

**- Par virement bancaire sur le compte suivant :**

**-> IBAN : FR76 1026 8045 8340 0231 0020 087    Code BIC : COURFR2T**

## E – Inscriptions

Le bulletin d'inscription devra être accompagné d'un chèque ou virement bancaire (justificatif de paiement adressé à [willy.horellou@tecsol.fr](mailto:willy.horellou@tecsol.fr)) du montant total de la participation au stage, ou du justificatif de prise en charge de la formation par un organisme de financement.

Pour les stagiaires hors France, le règlement devra être effectué dans sa totalité par virement bancaire 20 jours avant le début du stage. (Justificatif de paiement adressé à [willy.horellou@tecsol.fr](mailto:willy.horellou@tecsol.fr))

L'inscription ne sera pas garantie, passé ce délai.

Nous vous ferons parvenir un dossier administratif comprenant une convention de stage, une convocation. Le bulletin d'inscription devra être accompagné d'une copie du passeport et de la liste des documents dont vous avez besoin pour obtenir le visa afin de limiter la perte de temps.

*Conformément à l'article 27 de la loi "Informatique et Libertés" du 6/1/78, les informations qui vous sont demandées sont nécessaires au traitement de votre inscription et sont destinées aux services de TECSOL. Vous pouvez accéder à ces informations et en demander la rectification si nécessaire. Nos adresses peuvent faire l'objet d'une cession, d'une location ou d'un échange à d'autres sociétés. Si vous ne souhaitez pas être destinataire de leurs documents, vous voudrez bien nous le signaler.*

## F - Annulations

Formulées par écrit, elles donneront lieu à remboursement intégral si elles sont reçues 15 jours avant le stage. En cas d'annulation après cette date, 50% du montant de la participation sera retenu. Les remplacements de participants seront admis à tout moment. Les demandes d'annulation ou de remplacement devront être formulées par écrit (courrier ou télécopie).

## G - Renseignements

Pour tous renseignements, merci de contacter : Muriel au 0468 68 16 50 - [muriel@tecsol.fr](mailto:muriel@tecsol.fr)  
TECSOL SA - Tecnosud - 105, avenue Alfred Kastler – BP 51008 - 66101 PERPIGNAN cedex  
Tél. : 04 68 68 16 40 – <http://www.tecsol.fr/formation>

## H – Accès au site de formation

Les cours se dérouleront à Paris généralement : Espace BATIGNOLLES – 18 rue de la Condamine – 75017 PARIS (ou autre à préciser).

Il convient d'attendre que le lieu ait été définitivement confirmé avant de réserver votre hôtel.

**I- Bulletin d'inscription**

**Vous pouvez photocopier ce document ou le transmettre à d'autres personnes intéressées.**

Oui, je m'inscris à la formation "Energie Solaire" **Session de Paris.**

Et je choisis ici :

- ☐ **Mardi 17, Mercredi 18, Jeudi 19 Mars 2020**
- 3 jours « solaire photovoltaïque » (1 650,00 €HT, soit 1 980,00€TTC)
- ☐ **Mardi 17, Mercredi 18 Mars 2020**
- 2 jours « solaire photovoltaïque : Enjeux, méthode et autoconsommation » (1 100,00 €HT, soit 1 320,00 €TTC)
- ☐ **Jeudi 19 Mars 2020**
- 1 jour « solaire photovoltaïque : Conception et dimensionnement » (550,00 €HT, soit 660,00 €TTC)
- ☐ **Mardi 17, Mercredi 18, Jeudi 19 Mars 2020 et  
Mardi 16, Mercredi 17, Jeudi 18 Juin 2020**
- 3 jours « solaire photovoltaïque » et 3 jours « solaire thermique » (2 875,00 €HT, soit 3 450,00 €TTC)
- ☐ **Mardi 16, Mercredi 17, Jeudi 18 Juin 2020**
- 3 jours « solaire thermique » (1 650,00 €HT, soit 1 980,00€TTC)

Nom et prénom .....

E-mail du stagiaire ..... et tél : .....

Fonction.....

Société ..... Nom du responsable formation .....

Tél : ..... Fax : ..... E-mail .....

N° TVA Intra-communautaire..... Code APE/NAF .....

Adresse .....

Adresse .....

Code Postal : / \_ / \_ / \_ / \_ / \_ / Ville :

Date ..... Signature :

**A retourner accompagné du règlement de la totalité des frais de formation à l'adresse postale figurant en bas de page ou par mail à [muriel@tecsol.fr](mailto:muriel@tecsol.fr)**



Siège social : 105 avenue Alfred Kastler - Tecnosud - B.P. 51008 - 66101 Perpignan Cedex - FRANCE  
Tél. : +33 (0) 4 68 68 16 40 - e-mail : [contact@tecsol.fr](mailto:contact@tecsol.fr)

Société Anonyme au Capital de 172 438€ / R.C. Perpignan B 324 938 786 / Code APE 7112B / [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)

N° TVA Intracommunautaire : FR 29 324 938 786

