



Publié par :  
**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



**ETUDE SUR L'INTRODUCTION ET MISE A NIVEAU DES  
BUREAUX D'ETUDES  
DANS LE SECTEUR DES ENERGIES RENOUVELABLES**

**PLAN DE FORMATION**

**PROJET RE-ACTIVATE**

## TABLE DES MATIERES

|     |                                             |   |
|-----|---------------------------------------------|---|
| 1   | Consistance .....                           | 3 |
| 1.1 | Introduction.....                           | 3 |
| 1.2 | Thème de compétence .....                   | 4 |
| 1.3 | Thème de perfectionnement .....             | 4 |
| 2   | Plan de formation .....                     | 5 |
| 2.1 | Conditions d'accès .....                    | 5 |
| 2.2 | Durée de la formation .....                 | 5 |
| 2.3 | Compétences et objectifs pédagogiques ..... | 6 |
| 2.4 | Modules de la formation .....               | 6 |

# **1 Consistance**

## **1.1 Introduction**

La Tunisie a adopté un plan ambitieux pour le développement de la production d'électricité par les énergies renouvelables. Dans ce cadre et en référant à l'avis récemment publié par le Ministère de l'Energie, des Mines et des Energies Renouvelables, le programme fixé pour la période 2017-2020 comprend l'installation de 1000 MW, dont 650 MW par l'énergie solaire photovoltaïque et 350 MW par l'énergie éolienne.

La réalisation des projets de production d'électricité par les énergies renouvelables exige l'élaboration des études de faisabilité de qualité permettant aux différentes parties impliquées (promoteurs, banques, administration, gestionnaire de réseau...) de s'assurer de la viabilité technique et la rentabilité économique de ces projets. Ces études devraient être réalisées par des prescripteurs disposant des compétences qualifiées et de moyens matériels nécessaires pour pouvoir élaborer des études de qualité et effectuer les calculs et les simulations demandées.

Le présent plan de formation a été élaboré par l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie (ANME) avec l'appui du projet régional RE-ACTIVATE « Promotion de l'emploi à travers les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique dans la région MENA » ET ce dans le cadre de l'étude portant sur « l'introduction et la mise à niveau des bureaux d'études dans le secteur des énergies renouvelables ». Le but est d'identifier les objectifs pédagogiques, les champs de compétence pour le perfectionnement et la mise à niveau les bureaux d'étude et d'améliorer la qualité de leurs prestations pour pouvoir fournir les services d'études et d'accompagnement des projets d'énergie renouvelable.

## **1.2 Thèmes de compétence**

En se référant aux différentes exigences réglementaires, aux particularités techniques et technologiques et sécuritaires des énergies renouvelables et du réseau national de l'électricité, les aspects de perfectionnement ont été identifiés pour la mise à niveau des services d'études et d'accompagnements dédiés aux projets d'énergie renouvelable et en particulier pour les projets d'énergie solaire photovoltaïque.

Les services d'études et d'accompagnements dédiés aux projets d'énergie solaire photovoltaïque nécessite une bonne connaissance des aspects et notions suivantes :

- ✓ Les conditions, exigences et normes régissant la réalisation de projets
- ✓ Connaissance des différentes technologies
- ✓ L'aspect technique
- ✓ L'aspect économique
- ✓ La rentabilité
- ✓ Suivi de la réalisation des projets

## **1.3 Thèmes de perfectionnement**

Tenant compte des spécificités et des contraintes projets d'énergie solaire photovoltaïque et après l'analyse des différentes compétences existantes dans l'étude et l'ingénierie dans le domaine de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables (ER/EE), les trois thèmes de perfectionnement suivant ont été identifiés :

- ✓ Les conditions, exigences et normes régissant la réalisation de projets
- ✓ L'aspect technique
- ✓ L'aspect économique

## 2 Plan de formation

Dans ce qui suit, nous présentons un plan de formation pour la mise à niveau des services d'études et d'accompagnements dédiés aux projets d'énergie solaire photovoltaïque.

### 2.1 Conditions d'accès

Ce plan de formation est destiné aux BE/IC qui répondent aux critères suivants :

- ✓ Ayant une activité ou spécialité relatant à l'électricité
- ✓ Ayant suivi au moins une formation récente d'initiation au solaire photovoltaïque
- ✓ Ayant une connaissance du contexte tunisien EE/ER

### 2.2 Durée de la formation

La durée de la formation est de 4 jours soit un total de 24 heures répartis comme suit : 15 heures consacrées à l'acquisition de compétences liées directement à la maîtrise des tâches relatives aux services d'études et d'accompagnements dédiés aux projets d'énergie solaire photovoltaïque et 9 heures à l'acquisition de compétences spécifiques associées à l'exploitation de logiciels et outils professionnels de simulation et de calcul de rentabilité.

| Thème de perfectionnement                                               | Durée totale | Durée                      |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------------------|
|                                                                         |              | Compétences                | Compétences spécifiques                 |
| Les conditions, exigences et normes régissant la réalisation de projets | 1j           | 6 h<br>(cours, exposés...) |                                         |
| L'aspect technique des projets solaire photovoltaïque                   | 2j           | 8 h<br>(cours, exposés...) | 4 h<br>(logiciel de simulation)         |
| L'aspect économique des projets solaire photovoltaïque                  | 1j           | 3 h<br>(cours, exposés...) | 3 h<br>(outil de calcul de rentabilité) |

## 2.3 Compétences et objectifs pédagogiques

| Thème de perfectionnement                                               | Enoncé de la compétence                                                                                    | Objectifs pédagogiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Les conditions, exigences et normes régissant la réalisation de projets | Interpréter, analyser et appliquer les conditions, exigences et normes régissant la réalisation de projets | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Découvrir l'enjeu de l'économie d'énergie</li> <li>• Découvrir les opportunités d'investissement dans le solaire photovoltaïque</li> <li>• Reconnaître les types de projets, les conditions, les modalités et procédures de leurs réalisations</li> <li>• Interpréter les différents contrats d'achat de l'électricité</li> <li>• Interpréter les différents cahiers des conditions techniques</li> <li>• Interpréter le système de tarification</li> <li>• Analyser les différentes procédures de réalisation des projets</li> </ul>                 |
| L'aspect technique des projets solaire photovoltaïque                   | Etudier, planifier, concevoir, dimensionner et simuler un projet solaire photovoltaïque                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les étapes de création d'un projet solaire photovoltaïque</li> <li>• Etudier la faisabilité technique des projets solaires photovoltaïques</li> <li>• Concevoir des projets solaires photovoltaïques</li> <li>• Dimensionner des projets solaires photovoltaïques</li> <li>• Elaborer les schémas et les plans des projets solaires photovoltaïques</li> <li>• Exploiter des logiciels de conception et de gestion des différents types de projets solaires photovoltaïques</li> <li>• Simuler un projet solaire photovoltaïque</li> </ul> |
| L'aspect économique des projets solaire photovoltaïque                  | Calculer les différents paramètres et indicateurs financiers d'un projet                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborer un schéma de financement</li> <li>• Calculer le cout de revient d'un projet solaire photovoltaïque</li> <li>• Calculer la rentabilité d'un projet solaire photovoltaïque</li> <li>• Analyser les différents indicateurs financiers d'un projet solaire photovoltaïque</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 2.4 Modules de la formation

| Module | Intitulé du module                                                      | Enoncé de la compétence                                                                                    | Objectifs pédagogiques                                                                              | Élément du contenu                                                                                                                                                                                                                                                     | Durée (h) | Technique pédagogique     | Matériels didactiques spécifiques |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|-----------------------------------|
| 1      | Les conditions, exigences et normes régissant la réalisation de projets | Interpréter, analyser et appliquer les conditions, exigences et normes régissant la réalisation de projets | Découvrir l'enjeu de l'économie d'énergie                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stratégie d'état en économie d'énergie</li> <li>- Stratégie d'état pour le développement des énergies renouvelables</li> </ul>                                                                                                | 0,5 h     | Exposé de type conférence |                                   |
|        |                                                                         |                                                                                                            | Découvrir les opportunités d'investissement dans le solaire photovoltaïque                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les orientations stratégiques pour le développement du solaire photovoltaïque</li> <li>- Les opportunités de développement du solaire photovoltaïque à l'Horizon 2020 et 2030.</li> <li>- L'avis du MEMER n°1/2017</li> </ul> | 1 h       | Exposé de type conférence |                                   |
|        |                                                                         |                                                                                                            | Reconnaître les types de projets, les conditions, les modalités et procédures de leurs réalisations | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les types de projets photovoltaïques</li> <li>- Les conditions, les modalités et procédures de la réalisation des projets d'autoproduction électrique</li> </ul>                                                              | 1 h       | Exposé de type conférence |                                   |

|  |  |  |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |                  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|--|
|  |  |  |                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les conditions, les modalités et procédures de la réalisation des projets de production privée de l'électricité sous le régime de l'autorisation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |                  |  |
|  |  |  | Interpréter les différents contrats d'achat de l'électricité | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Différents types de contrats d'achat des énergies</li> <li>- Différentes rubriques d'un contrat d'achat</li> <li>- Analyse du contrat type d'achat par la STEG de l'excédent de l'énergie électrique produite à partir d'énergies renouvelables et livrée sur le réseau basse tension</li> <li>- Analyse du contrat type de transport de l'énergie électrique produite à partir des énergies renouvelables et d'achat de l'excédent par la STEG</li> </ul> | 0,5 h | Exposé animation |  |



|  |  |  |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------|--|
|  |  |  |                                                              | - Analyse du contrat type de vente à la Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz de l'énergie électrique produite à partir des énergies renouvelables (PPA)                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                  |  |
|  |  |  | Interpréter les différents cahiers des conditions techniques | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigences techniques de raccordement et d'évacuation de l'énergie produite à partir des installations d'énergies renouvelables raccordées sur le réseau basse tension</li> <li>- Exigences techniques de raccordement et d'évacuation de l'énergie produite à partir des installations d'énergies renouvelables raccordées sur le réseau haute et moyen tension</li> </ul> | 1 h | Exposé animation |  |

|  |  |  |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                           |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------|--|
|  |  |  | Interpréter le système de tarification                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modes de tarification de l'énergie</li> <li>- Mode de facturation de l'électricité pour les projets d'autoproduction</li> <li>- Mode de facturation de l'électricité pour les projets de production privée de l'électricité sous le régime de l'autorisation</li> </ul>                                                        | 1 h | Exposé de type conférence |  |
|  |  |  | Analyser les différentes procédures de réalisation des projets | <ul style="list-style-type: none"> <li>- CTER</li> <li>- Procédures de réalisation des projets d'autoproduction</li> <li>- Procédures de réalisation des projets de production privée de l'électricité sous le régime de l'autorisation</li> <li>- Démarche administratives de concrétisation d'un projet photovoltaïque (administration de dossier, accord/</li> </ul> | 1 h | Exposé animation          |  |

|                                                                                                                                                                                                         |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                                                                                                                                         |  |  |  | autorisation,<br>construction, mise<br>en service,<br>exploitation)<br>- Constitution d'un<br>dossier de projet<br>d'investissement<br>en photovoltaïque.<br>- Rôles de différents<br>acteurs d'un projet<br>solaires<br>photovoltaïques |  |  |  |
| <b>Lieu de formation :</b><br>Salle de formation équipée de tables, chaises, tableau,...                                                                                                                |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |
| <b>Matériel didactique :</b><br>- Tableau blanc avec Stylos ou tableau flip chart avec accessoires<br>- Matériel audiovisuel (vidéoprojecteur, écran,...)<br>- Ordinateurs<br>- logiciel (avec licence) |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |

| Module | Intitulé du module                                    | Enoncé de la compétence                                                                 | Objectifs pédagogiques                                                | Elément du contenu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Durée (h) | Technique pédagogique     | Matériels didactiques spécifiques |
|--------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|-----------------------------------|
| 2      | L'aspect technique des projets solaire photovoltaïque | Etudier, planifier, concevoir, dimensionner et simuler un projet solaire photovoltaïque | Identifier les étapes de création d'un projet solaire photovoltaïque  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Démarche de réalisation d'une étude de faisabilité</li> <li>- Informations et documents de référence</li> </ul>                                                                                                                                                                                             | 1,5 h     | Exposé de type conférence |                                   |
|        |                                                       |                                                                                         | Etudier la faisabilité technique des projets solaires photovoltaïques | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détermination de la puissance de d'un projet</li> <li>- Technologique des différentes composantes d'un projet photovoltaïques</li> <li>- Détermination des caractéristiques des différentes composantes d'un projet photovoltaïques</li> <li>- Calcul des indicateurs de performance d'un projet</li> </ul> | 2 h       | Exposé animation          |                                   |
|        |                                                       |                                                                                         | Concevoir des projets solaires photovoltaïques                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception judicieuse d'un projet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 h       | Exposé animation          |                                   |
|        |                                                       |                                                                                         | Dimensionner des projets solaires photovoltaïques                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionnement du champ photovoltaïque</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,5 h     | Exposé animation          |                                   |

|  |  |  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                              |                                                     |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|  |  |  |                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionnement de l'onduleur</li> <li>- Dimensionnement des câbles</li> <li>- Choix des équipements de raccordement et de protection des biens et des personnes</li> </ul>                                                      |     |                                              |                                                     |
|  |  |  | Elaborer les schémas et les plans des projets solaires photovoltaïques                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normes de représentation graphique</li> <li>- Symboles appropriés installations photovoltaïques et leurs composants</li> <li>- Interprétation et réalisation des plans, des schémas et des détails d'une installation</li> </ul> | 1 h | Exposé animation                             |                                                     |
|  |  |  | Exploiter des logiciels de conception et de gestion des différents types de projets solaires photovoltaïques | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse de l'environnement du logiciel</li> <li>- Différentes Fonctionnalité du logiciel</li> <li>- Limites de Fonctionnalité du logiciel</li> <li>- Manipulation du logiciel</li> <li>- Modélisation des</li> </ul>             | 1 h | Exposé de type conférence + Exposé animation | Logiciel professionnel de simulation (PVSystem,...) |

|  |  |  |                                          |                                                                                                                                                                                           |     |                                                    |                                                   |
|--|--|--|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|  |  |  |                                          | composants d'une installation photovoltaïque<br>- Simulation d'un projet solaire photovoltaïque moyennant différentes configurations (ombrage, modules, onduleurs, effet électrique.....) |     |                                                    |                                                   |
|  |  |  | Simuler un projet solaire photovoltaïque | - Application à travers des exemples de projets solaire photovoltaïque pour différents type de projet (autoproduction BT/MT/HT, production privée sous le régime d'autorisation           | 3 h | Exposé de type conférence<br>+<br>Exposé animation | Logiciel professionnel de simulation (PVSyst,...) |

**Lieu de formation :**

Salle de formation équipée de tables, chaises, tableau,...

**Matériel didactique :**

- Tableau blanc avec Stylos ou tableau flip chart avec accessoires
- Matériel audiovisuel (vidéoprojecteur, écran,...)
- Ordinateurs
- logiciel (avec licence)

| Module | Intitulé du module                                     | Enoncé de la compétence                                                  | Objectifs pédagogiques                                         | Elément du contenu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Durée (h) | Technique pédagogique                              | Matériels didactiques spécifiques                                               |
|--------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 3      | L'aspect économique des projets solaire photovoltaïque | Calculer les différents paramètres et indicateurs financiers d'un projet | Elaborer un schéma de financement                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Financement d'un projet d'investissement en photovoltaïque.</li> <li>- Les aides et incitations financières existant projet d'investissement en photovoltaïque, les conditions et les modalités de leurs obtentions.</li> <li>- Les conditions des institutions financières et bancaires pour le financement d'un projet.</li> </ul> | 1,5 h     | Exposé de type conférence                          |                                                                                 |
|        |                                                        |                                                                          | Calculer le cout de revient d'un projet solaire photovoltaïque | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcul du coût de l'investissement global du projet</li> <li>- Calcul du coût de revient du kWh</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           | 1 h       | Exposé de type conférence<br>+<br>Exposé animation | Logiciel /Outil de calcul économique (outil de calcul de rentabilité BT/MT,...) |
|        |                                                        |                                                                          | Calculer la rentabilité d'un projet solaire photovoltaïque     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temps de retour d'un projet</li> <li>- Facteurs influant</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,5 h     | Exposé de type conférence<br>+                     | Logiciel /Outil de calcul économique                                            |

|  |  |  |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                              |                                                                                 |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |                                                                                   | <p>sur le temps de retour sur investissement (Puissance installée, la gamme choisie et la région, conditions de financement)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimation du temps de retour sur investissement</li> <li>- Calcul des gains</li> <li>- Rapport couts-bénéfices de l'investissement</li> </ul> |     | Exposé animation                             | (outil de calcul de rentabilité BT/MT,...)                                      |
|  |  |  | Analyser les différents indicateurs financiers d'un projet solaire photovoltaïque | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser les différents indicateurs financiers d'un projet solaire photovoltaïque</li> </ul>                                                                                                                                                                                    | 2 h | Exposé de type conférence + Exposé animation | Logiciel /Outil de calcul économique (outil de calcul de rentabilité BT/MT,...) |

**Lieu de formation :**

Salle de formation équipée de tables, chaises, tableau,...

**Matériel didactique :**

- Tableau blanc avec Stylos ou tableau flip chart avec accessoires
- Matériel audiovisuel (vidéoprojecteur, écran,...)
- Ordinateurs
- logiciel (avec licence)