



# CELLULES ET MODULES PHOTOVOLTAIQUES

Perfectionnement scientifique, avancées technologiques et fabrication industrielle de pointe

PV19



## ATOUTS DE LA FORMATION

- > Offre de formation unique basée sur les derniers résultats de la recherche et de l'industrie
- > Démonstrateurs et visite du centre de recherche d'INES-CEA, du laboratoire de certification CERTISOLIS et du plateau technique et pédagogique d'INES-PFE
- > Programme modulable et ajustable selon le niveau technique souhaité (et selon le temps dédié)



## OBJECTIFS

- > Maîtriser le principe de fonctionnement du PV, ses limites et les solutions technologiques pour améliorer le rendement
- > Comprendre la théorie et l'optimisation technologique et industrielle des différentes étapes de fabrication des cellules et modules PV
- > Evaluer les dernières avancées techniques et scientifiques ainsi que les tendances de la recherche et de l'industrie PV
- > Identifier et comprendre les phénomènes de dégradation des modules PV, leur impact et le principe du vieillissement accéléré en laboratoire



## PUBLICS

- > Techniciens et ingénieurs du secteur industriel photovoltaïque (fabrication de cellules/modules PV, équipementiers)
- > Bureaux d'études, chargés de projets, concepteurs
- > Laboratoires de recherche, universitaires
- > Enseignants, acteurs associatifs spécialisés dans les énergies

Si vous avez des questions sur l'accessibilité à cette formation ou besoin d'aménagements, veuillez nous contacter pour être mis en relation avec notre référent Handicap.



## PREREQUIS

- > Avoir de bonnes notions en électricité.
- > Ajustement du niveau selon l'expérience/ connaissances en photovoltaïque, en microélectronique et en physique des matériaux



## INTERVENANTS

- > Expert technologies photovoltaïques - INES Plateforme Formation & Évaluation



## MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

- > Exposés théoriques et retours d'expérience
- > Démonstrateurs et visite des laboratoires de recherche d'INES-CEA et du laboratoire de certification CERTISOLIS
- > Travaux pratiques sur le plateau technique d'INES Formation & Evaluation



## MODALITES ET DELAIS D'ACCES

- > L'inscription doit être finalisée 15 jours avant le début de la formation. Contacter notre centre de formation pour plus de précisions.



## MODALITES D'EVALUATION

- > Attestation de stage
- > Test de validation des acquis



## DUREE/HORAIRES

- > 3 jours (21 heures)
- > 9h-12h30 / 14h-17h30



## PRIX

- > 1890 € nets de taxe
- > Nous contacter pour les possibilités de financement.



## LIEU

- > INES PLATEFORME FORMATION & EVALUATION  
Bâtiment Hélios  
60 avenue du Lac Léman - Savoie Technolac  
73370 Le Bourget du Lac



## Jour 1

### Maîtrise du contexte du photovoltaïque

- > Statut des marchés mondiaux de l'énergie, de l'électricité et de l'industrie PV
- > Tour d'horizon des installations photovoltaïques et des applications
- > Analyse du cycle de vie, empreinte carbone, recyclage

### Production, purification, cristallisation et découpe de silicium solaire

- > Marché et procédé de fabrication du silicium de grade solaire
- > Propriétés fondamentales des semiconducteurs et caractéristiques remarquables du silicium
- > Procédé industriel de cristallisation Czochralski
- > Découpe des substrats de silicium
- > Bilan énergétique et empreinte carbone détaillée

### Bases de la physique de la cellule photovoltaïque

- > Histoire et évolution technologique de la cellule PV en silicium
- > De la jonction p-n aux contacts sélectifs : principe de fonctionnement de la cellule PV
- > Caractérisation, schéma électrique équivalent et paramètres des cellules solaires en silicium
- > Pertes physiques et technologiques
- > Réponse spectrale et rendement quantique
- > Rendements industriels et de laboratoire



## Jour 2

### Procédé standard de fabrication industrielle de cellules PV : de la PERC à la TOPCon

- > Description détaillée des étapes de fabrication d'une cellule PV standard PERC et évolutions pour l'architecture TOPCon
- > Lignes de production industrielles

### Les architectures innovantes de cellules PV en silicium

- > Evolutions technologiques et industrielles : qualité du silicium, augmentation de la taille des substrats, demi-cellules, bifacialité...
- > Contacts passivants (TOPCon et HJT)
- > Contacts arrières interdigués (IBC)
- > Perspectives

### Visite des laboratoires de recherche PV du CEA-INES + CERTISOLIS

- > Cristallisation du silicium / cellules PV / modules PV / systèmes PV
- > Laboratoire de certification CERTISOLIS

### Les autres technologies de cellules photovoltaïques

- > PV émergent : l'essor exceptionnel des cellules solaires en pérovskites
- > Futur du PV: les cellules tandem pérovskites/Si pour des rendements >30%



## Jour 3

### Procédé de fabrication et caractérisation des modules PV en silicium

- > Description détaillée des étapes de fabrication d'un module PV
- > Evolutions technologiques, tendances industrielles et designs spécifiques
- > Lecture et interprétation de fiches techniques

### Fiabilité et durabilité des modules PV

- > Facteurs climatiques et retours d'expérience
- > Analyse des principaux défauts et défaillances des modules PV
- > Techniques de caractérisation de terrain
- > Travaux pratiques « Détection de défauts sur modules PV »
- > Normes et vieillissement accéléré des modules PV
- > Application de tests renforcés

### TEST DE MODALITES D'EVALUATION DES ACQUIS ET BILAN DE FORMATION