

L'objectif du programme solaire de la Fondation Océan Vital est de diminuer les coûts de production en axant ses travaux sur :

- **l'approvisionnement des cellules**
- **l'amélioration du procédé d'encapsulation**
- **L'amélioration de la gestion électrique**
- **le choix et l'approvisionnement des matières premières dans le procédé de fabrication**

A la fin de l'année 2011 le module solaire devra répondre aux critères du marché en termes de :

- **QUALITÉ (conforme à la normalisation européenne IEC61215 et IEC61730)**
- **PRIX (compétitif) inférieur à 3€ HT / Wc**
- **processus de fabrication en SERIE**
- **optimisation du BILAN CARBONE primaire**

I) Veille Technologique

ANALYSE DE L'EXISTANT : Rapport d'encapsulation avec les fiches procédé et contrôle qualité.

Le module solaire breveté Fondation Océan Vital est né d'un concept d'encapsulation de cellules solaires dans des matériaux composites. Les avantages de ce procédé permettent d'obtenir :

- une masse extrêmement faible, de 1600 g à 2400 g/m²,
- une flexibilité permettant d'appliquer sur des supports courbes,
- un rendement élevé de 16% à 22,6 %, 200 Wc/m²
- une épaisseur de 0.8 à 1.5 mm,
- une résistance mécanique,
- un design très varié (Fig.1)

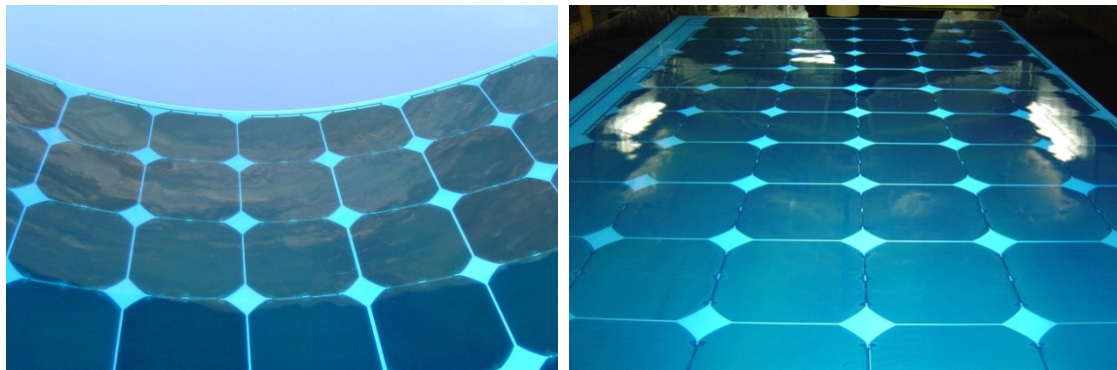


Figure 1: Module photovoltaïque bleu à haut rendement

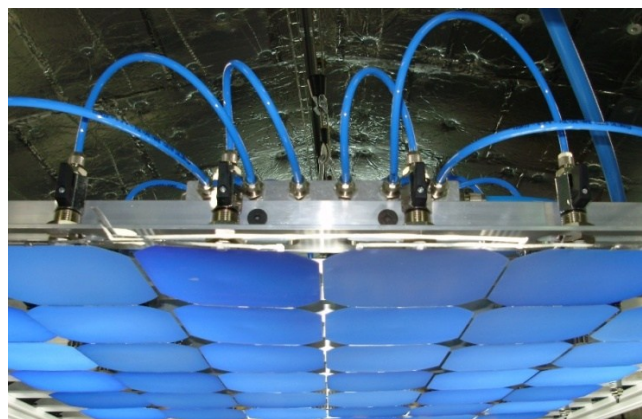
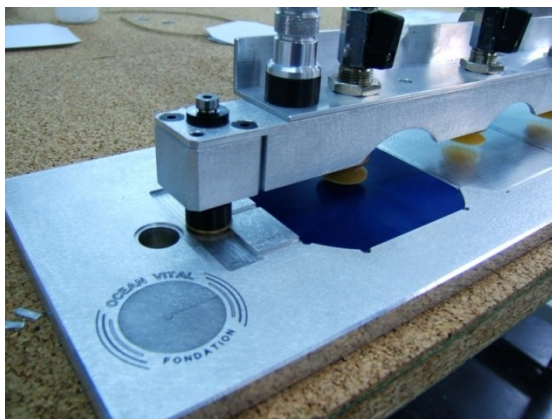


Figure 2 : Laboratoire : ligne d'assemblage des cellules

DÉPARTEMENT DE RECHERCHE (1000M²) : 175m² de ligne d'assemblage de cellules (Fig.2), contrôle qualité et système de pompe à vide, container frigorifique pour le stockage du prepreg, étuve industrielle pour la cuisson du polymère, ...

PARTENAIRES DE RECHERCHE :

- Académiques : ICAM Nantes, École Centrale Nantes, Mines de Nantes, Supelec Paris
- Institutionnels : INES, CEA, pôles de compétitivité régionaux EMC2 & TENERDIS,
- Industriels: TENESOL, SUNPOWER, PHOTOVOLTEC
- Analyse de la concurrence :
 - Cellules dans les encapsulants polymères à froid et à chaud
 - Cellules et composites
 - Photovoltaïque Amorphe – couches minces
 - Positionnement et respect du brevet / concurrence

II) Objectifs du Programme R&D sur le procédé actuel

CERTIFICATION

La norme est spécifique aux panneaux de type bâtiment ; il faut prendre la norme NF EN 61215 comme référence et la faire évoluer pour prendre en compte la spécificité du module Océan Vital. De tous les tests à satisfaire, les principaux verrous technologiques à valider sont :

- **Résistance aux impacts de grêle** (Fig. 3) : essais réalisés à l'Ecole Centrale de Nantes avec un canon à propulsion de glaçons sphériques

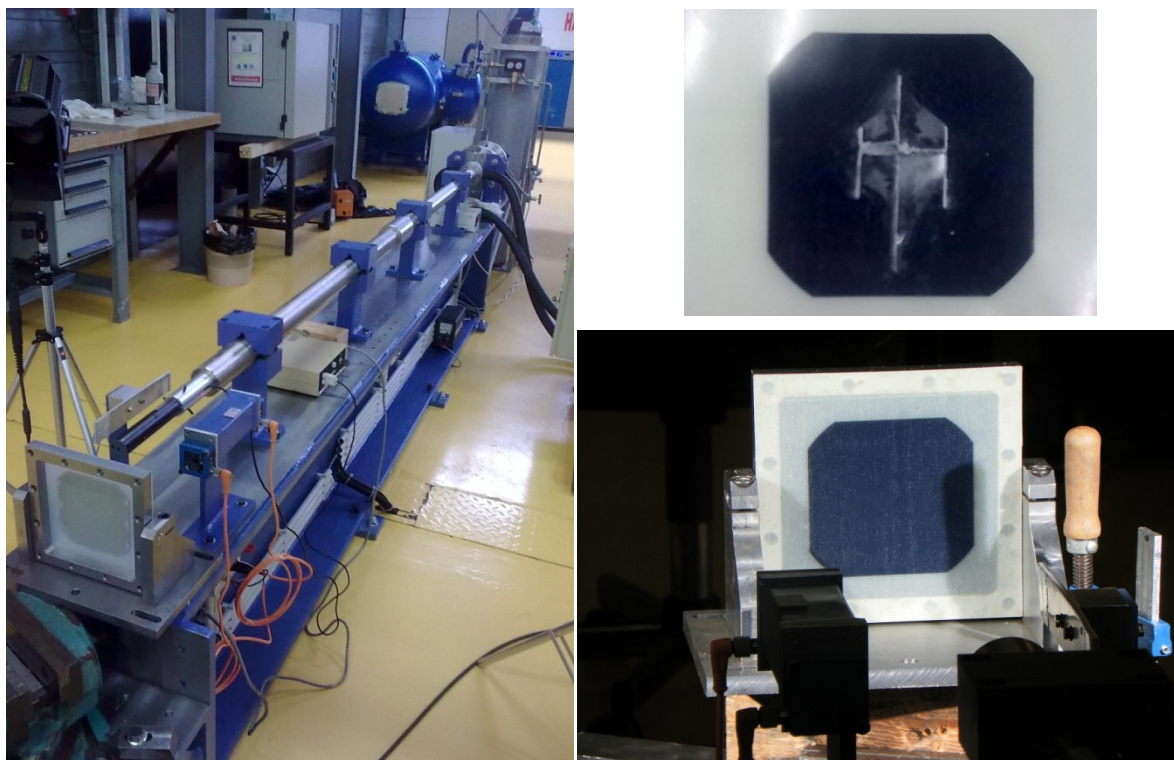


Figure 3 : Banc d'essai à la grêle (Essai réalisé à Ecole Centrale de Nantes en mars 2011)

- **Tenue du module aux ultraviolets** des modules issus de différents frontsheets, backsheets, EVA, composites structuraux, vernis PU et autres polymères (Fig. 4).

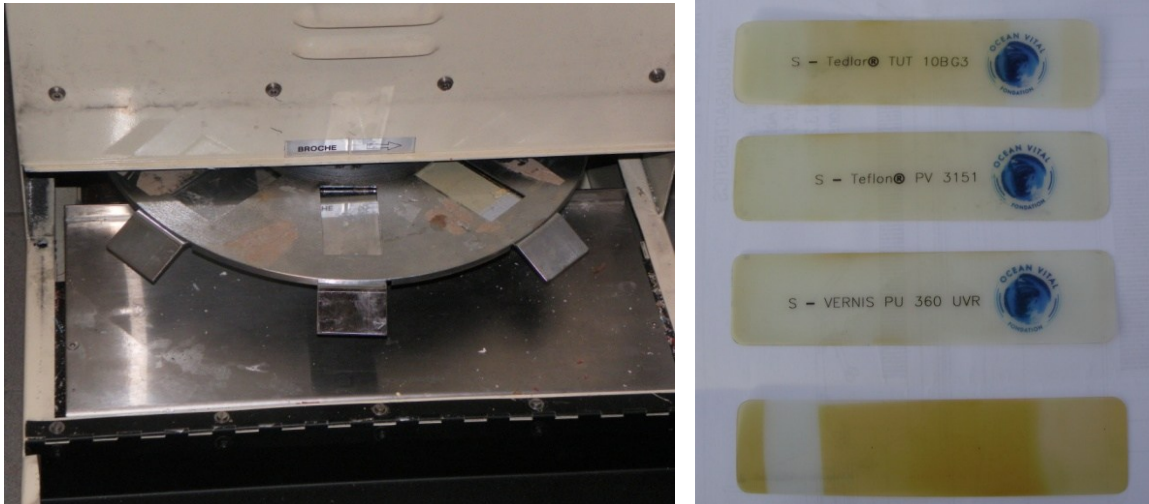


Figure 4 : Éprouvettes soumises à 1000 heures aux UVA (Essai réalisé à l'ICAM Nantes)

- **Résistance à la chaleur humide** : réalisation d'essais en partenariat avec DuPont de Nemours sur nos différents échantillons afin d'évaluer les conséquences de l'humidité sur la structure du module et ses caractéristiques électriques (Fig.5).

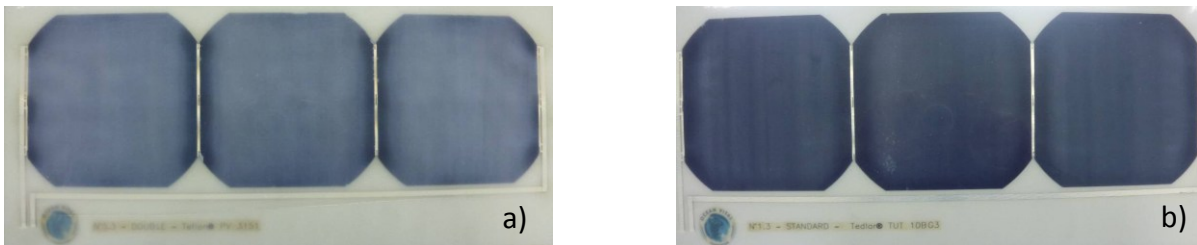


Figure 5 : a) Blanchiment d'un échantillon n'ayant pas satisfait le test des 1000h à 85° 85% d'humidité relative - b) Échantillon satisfaisant le test de chaleur humide

- **Validation des tests électriques et rendements** : Essais réalisés par DuPont de Nemours sur différents modules avant et après les tests de chaleur humide (Fig. 6).

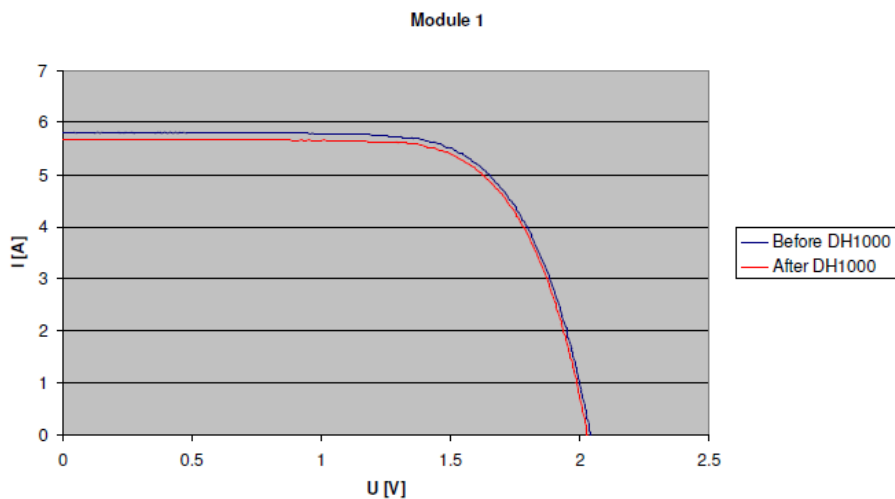


Figure 6 : Courbes I-V d'un module Océan Vital (1000 heures en chaleur humide)

PROCÉDÉ

- Fiabiliser les revêtements de surface.
- Rechercher des films polymères « secs » pour les Frontsheets et Backsheets.
- Optimiser les chutes dans la découpe des matériaux.

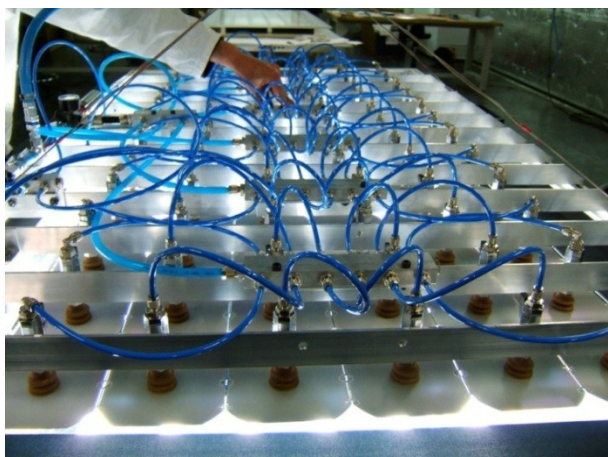


Figure 7 : Test en circuit ouvert avant encapsulation

Assemblage des cellules :

- Contrôler la qualité de la cellule (contrôle qualité fournisseur, flash test - Fig.7)
- Améliorer la qualité des soudures, vérifier la méthodologie et les produits utilisés.
- Développer un nouveau marbre de positionnement des cellules.
- Concevoir un nouvel outil de préhension et réduire le dimensionnement des ventouses et des systèmes associés.
- Mettre au point un procédé semi-automatique d'assemblage.
- Remplacer notre banc d'essais en circuit ouvert par un poste de contrôle qualité du PV avant encapsulation en circuit fermé.



Figure 8 : Cuisson des modules en étuve industrielle (8 clayettes de 2m²)

Encapsulation :

- Diminuer le temps de la mise sous vide sur marbre et réduction des consommables.
- Diminuer le temps de cuisson du module et contrôler le cycle avec thermocouples au contact des composites
- Développer et créer un poste de contrôle qualité du PV après encapsulation (flash test, électroluminescence, mesures électriques en circuit fermé, etc.)

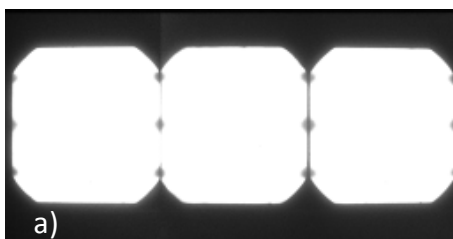


Figure 9: Test en électroluminescence: a) bonne continuité des 3 cellules - b) endommagement de la cellule droite

ÉLECTRONIQUE

- Encapsuler les diodes dans le module afin d'éliminer la boîte de jonction.
- Concevoir une connectique pour la sortie des stripes.
- S'assurer de la durée de vie de composants électroniques (tests fabricants).
- Quantifier les champs électrostatiques.
- Obtenir un retour d'expérience des applications et faire le bilan de performance du panneau.

DESIGN

- Implanter un backsheet étanche et d'une translucidité colorée.
- Colorer le composite sous les cellules.
- Colorer le dessous des cellules.

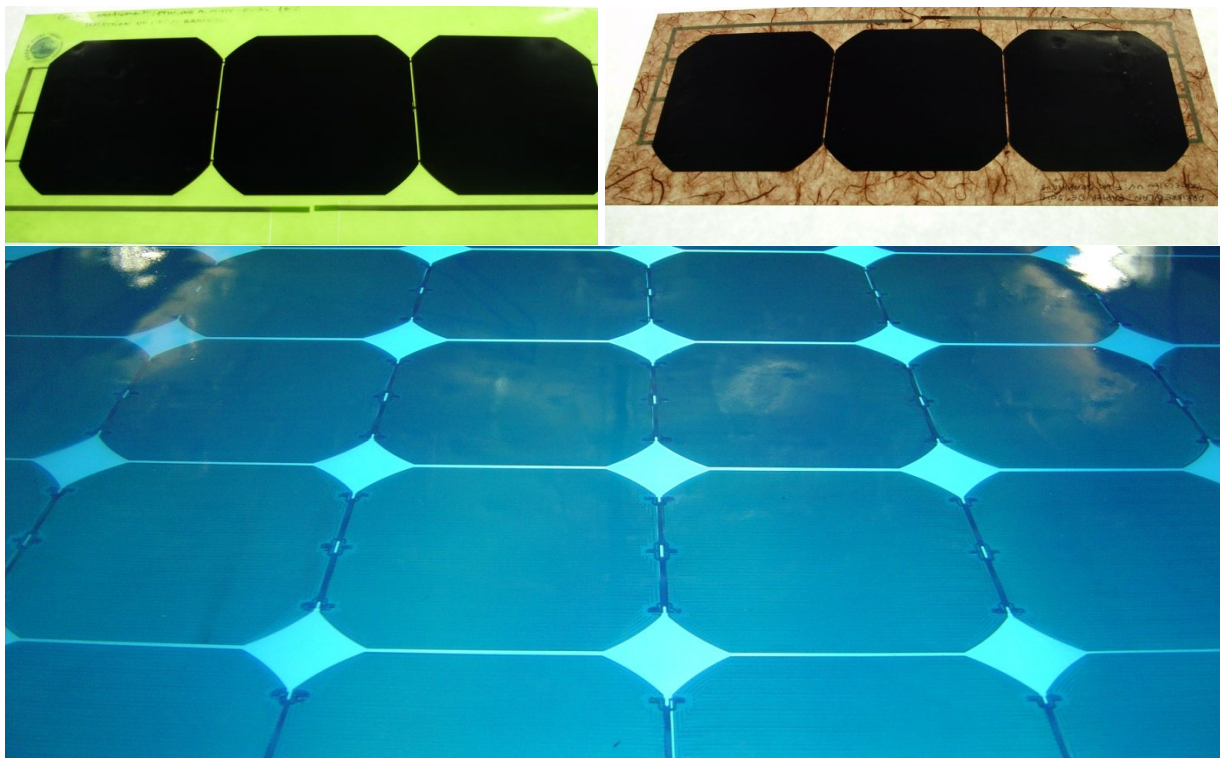


Figure 10: Intégration du design dans les modules PV Océan Vital

CARACTERISATION MECANIQUE

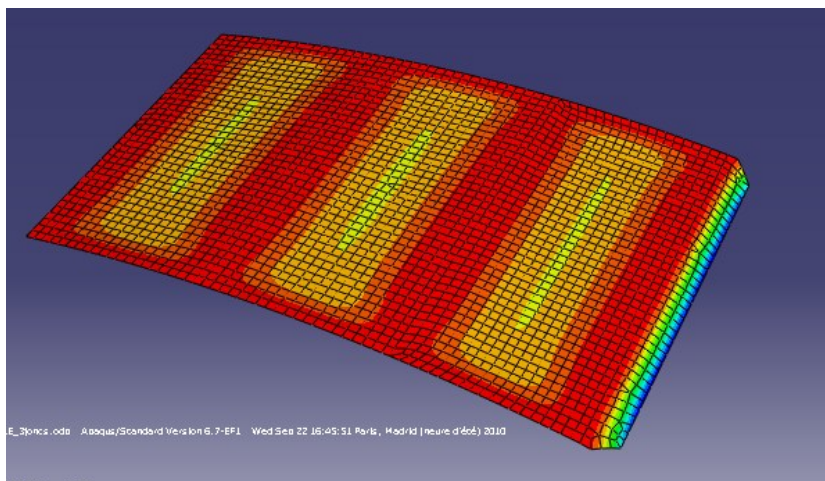


Figure 11 : Analyse en éléments finis du module Océan Vital en cas de chargement statique (cas de neige sur une toiture solaire)

- Établir les calculs d'homogénéisation de composites (propriétés élastiques).
- Evaluer les propriétés mécaniques de la cellule.
- Faire des simulations numériques avec et sans cellules.
- Réaliser un plan d'essais mécaniques pour connaître les résistances en traction et en flexion.
- Caractériser les déformations résiduelles.

MAINTENANCE DU PARC PV

- Savoir isoler les groupes et connaître le rendement de chacun en instantané.
- Evacuer les charges électrostatiques emmagasinées dans le panneau et évaluer les risques sur le rendement, le composite...
- Utiliser les courants porteurs pour indiquer la nature des pannes.
- Définir une fiche d'entretien SAV type.

III) Autres axes de recherche et développement

PROCÉDÉ

- Tester notre procédé sur d'autres cellules.

ÉLECTRONIQUE

- Associer notre programme de développement sur l'optimisation du rendement d'un PV par une régulation intégrant les ombrages partiels.
- Développer un boîtier miniature indicateur du rendement de puissance instantanée du panneau (par exemple avec des LEDs) – Idem pour la charge instantanée d'un ensemble de panneaux
- Mettre en place un enregistreur de la puissance délivrée au cours du temps



Figure 12 : Essais de régulation de la toiture du train "Rayon Vert" avec prise en compte des ombrages dynamiques

Site : www.fondationoceanvital.com/

Contact : raphael@fondationoceanvital.com