



# Couches diélectriques par plasma pour applications photovoltaïques

E. Fourmond

INL – INSA Lyon

Journée Plasma & Photovoltaïque

- **INL : INSA – ECL - UCB**
  - Multi-équipes : photonique, nano
  - Moyens techniques : salles blanches multi-sites
- **Personnels (Dr.: M. Lemiti)**
  - 5 permanents (4 ens/ch., 1 CNRS)
  - 5 + 2 doctorants
  - 3 post-doc
  - Stagiaires (INSA & Master)
  - PECVD : E. Fourmond (MCF), T. Nychyporuk (Ater), B. Bazer-Bachi & H. Hody (PostDoc), A. Gaufrès (Th.)
- **Partenariat & Collaborations**
  - Industriels : Photowatt (Fr), ApollonSolar (Fr), Stile (Fr), Semco Eng. (Fr), CaliSolar (US/All)
  - CEA-INES (Fr)
  - Institutionnel: InESS (Fr), Promes (Fr), ANU (Aust.),

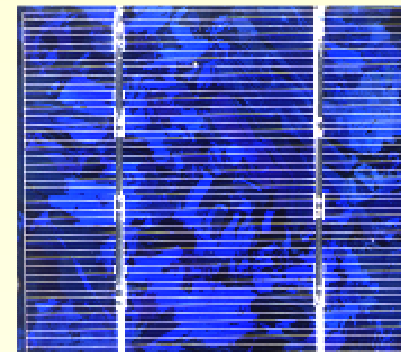
## 1. Amélioration des technologies cellules sur Si

- Diélectriques :

- Passivation
- Optique
- Dopage

- Métallisation électrochimique

- Etude du silicium compensé



## 2. Filière Couches minces de Si sur substrats économiques

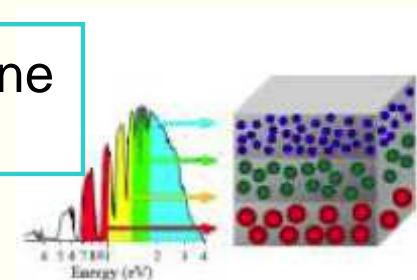
- Couches minces de Si épitaxiées

- Architectures et procédés innovants pour cellules à haut rendement

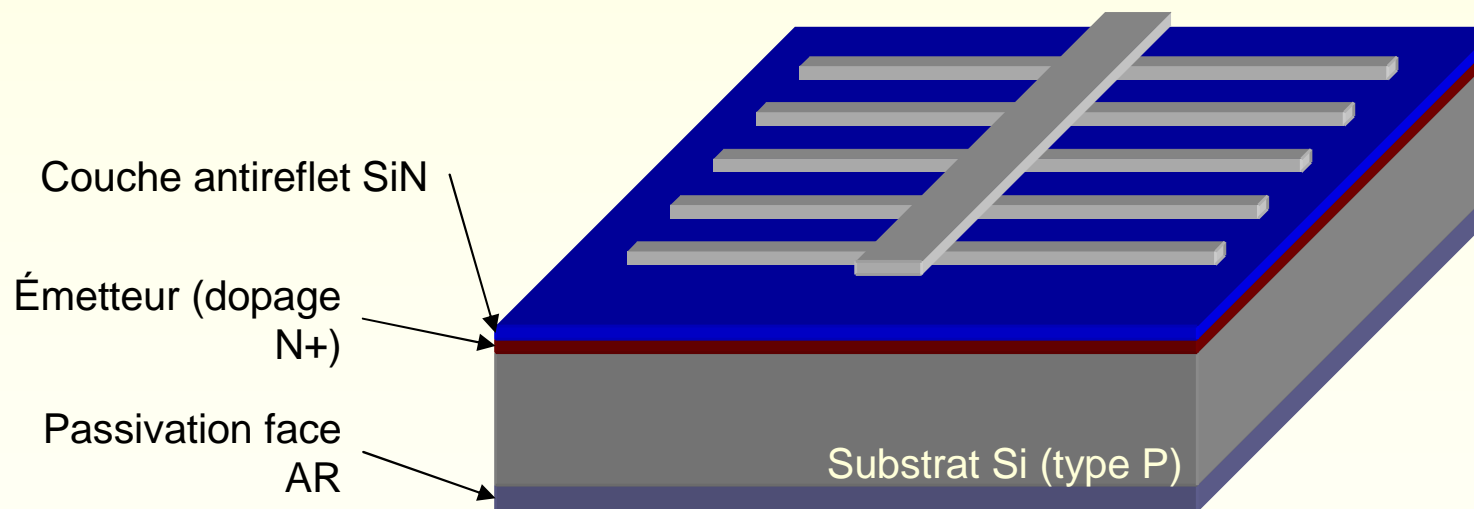


## 3. Nouveaux concepts pour cellules à haut rendement

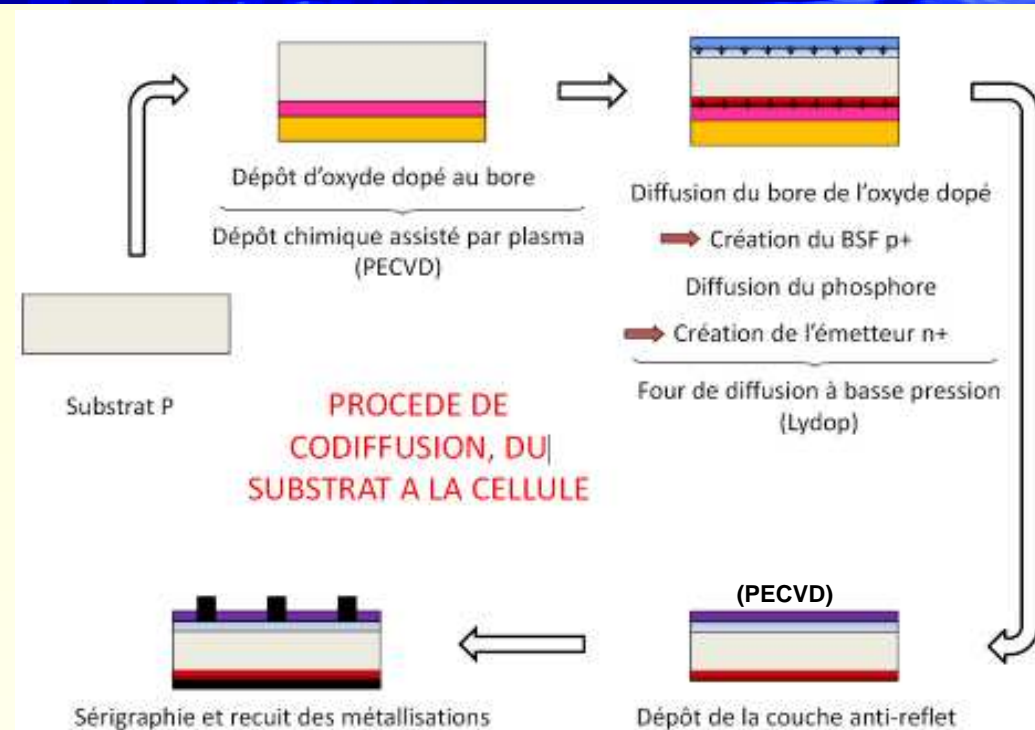
- Etude et réalisation de matériaux nanostructurés pour une ingénierie de gap



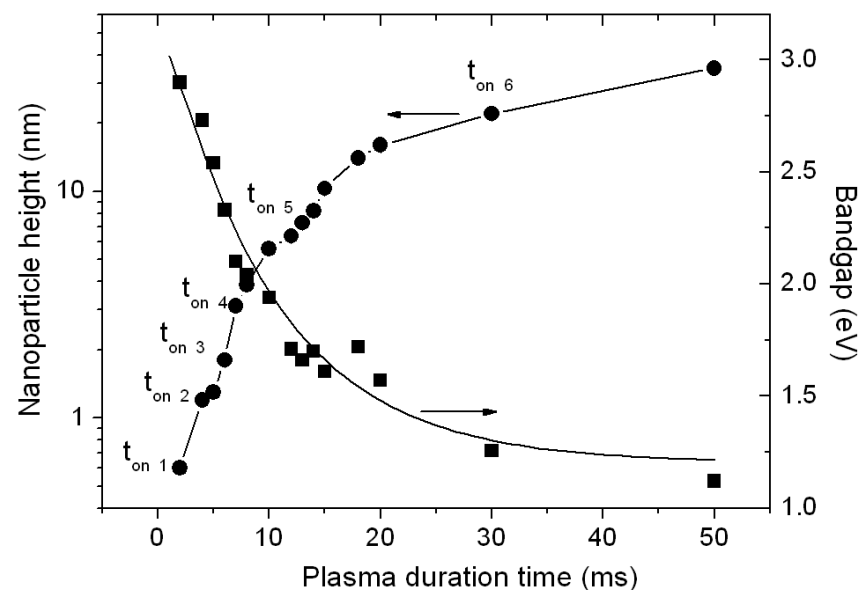
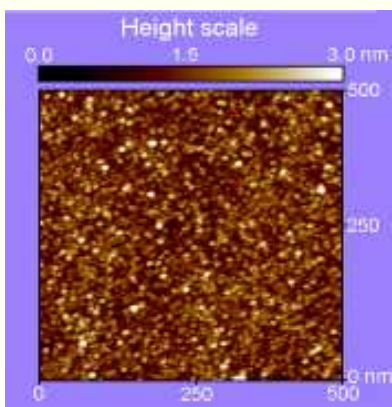
- Couches antireflets (CAR)
  - $\text{SiN}_x\text{:H}$  → Nitrure de silicium « standard » → tous les projets PV
  - Multicouches (combinaisons  $\text{SiN}$  +  $\text{SiO}_x$ )
- Passivation de surface
  - $\text{SiN}$  (riche en Si sur wafers)
  - Face arrière : Empilement diélectrique (épais)



- Diélectrique pour le dopage
  - TMB → Oxyde dopé B → diffusion pour dopage type P
  - Passivation de la face AR par effet de champ
  - Procédé de Co-diffusion (AV+AR)



- Nanoparticules
  - Silicium dans matrice SiN
  - Applications 3<sup>ème</sup> génération : ingénierie de gap



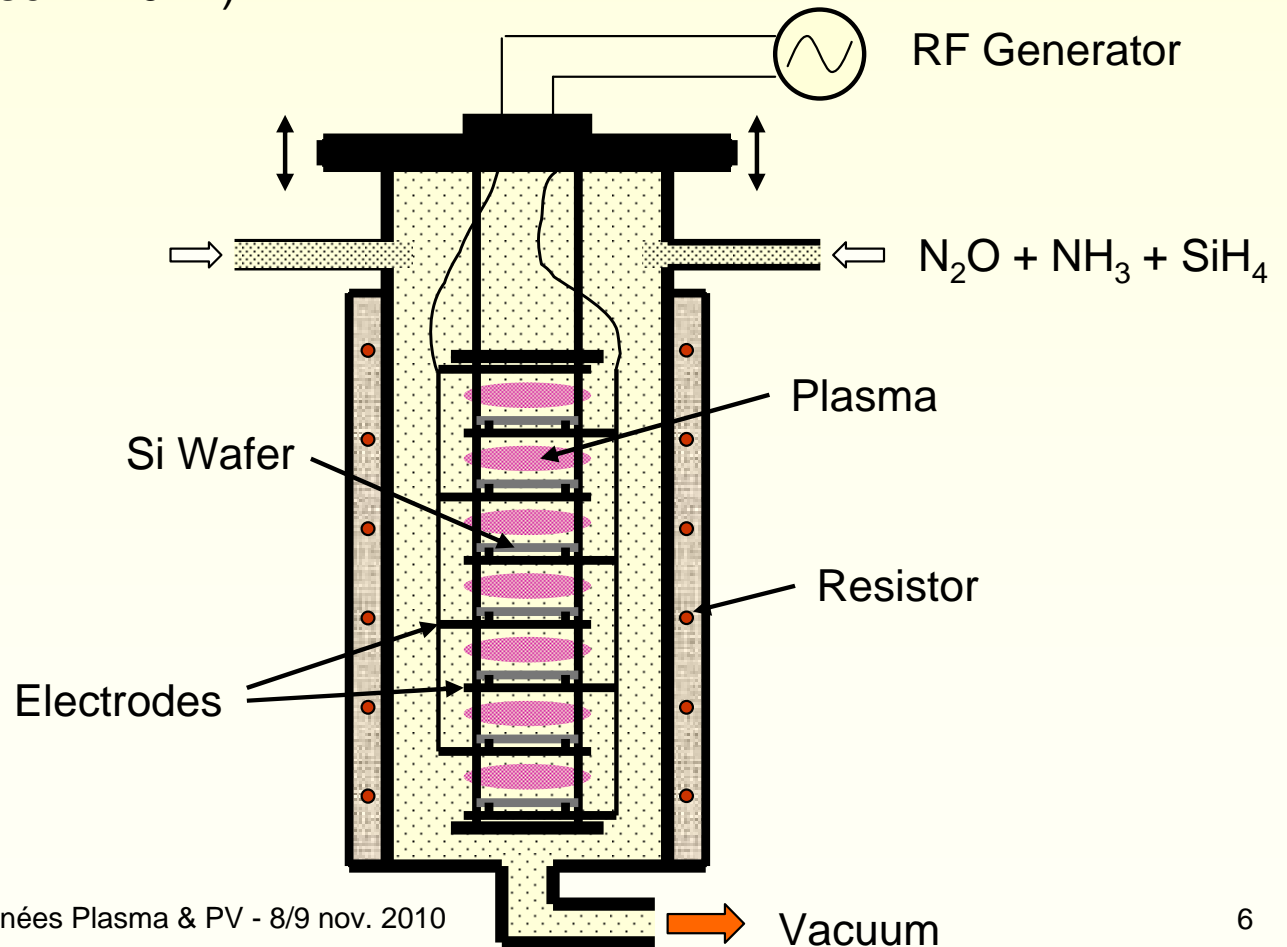
- Développé par SEMCO Eng.
- Capacitif, vertical
- Basse fréquence : 440 kHz
- Température : 200-400°C
- Capacité : 15 électrodes × 225 cm<sup>2</sup>
- Puissance typique : 1 kW (pulsé : 170 W)

- Gaz précurseurs
 

– NH <sub>3</sub>	SiH <sub>4</sub>	(CH <sub>4</sub> )
– N <sub>2</sub> O	TMB	
– C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>

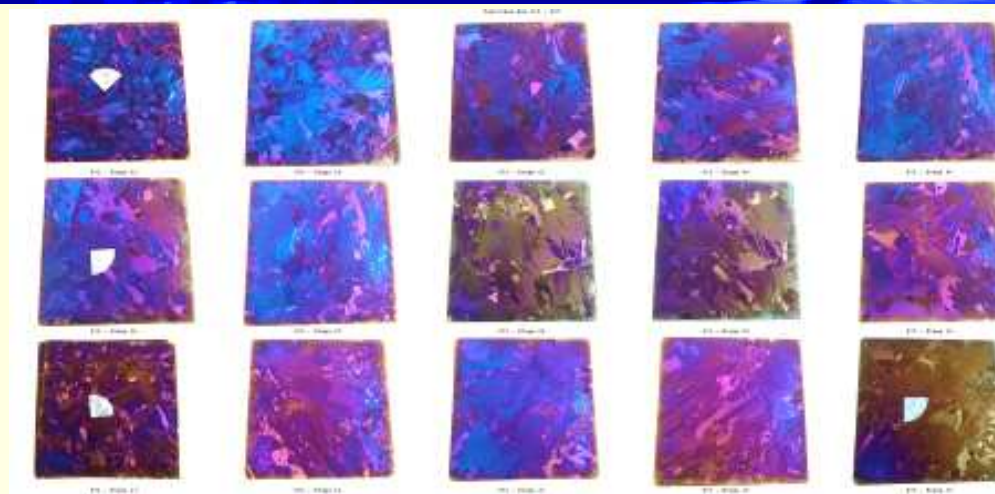


E. Fourmond





- Homogénéité des dépôts !
  - Réacteur semi-industriel
  - Influence : gaz, Cycle puissance, résistivité wafers...



- Phénomènes de claquage lors des dépôts
  - Entretien des électrodes ?
- Expertise plasma souvent nécessaire !
  - Pas d'outils de diagnostic plasma...
- Développement d'outils de simulation simples « préconfigurés » ?!