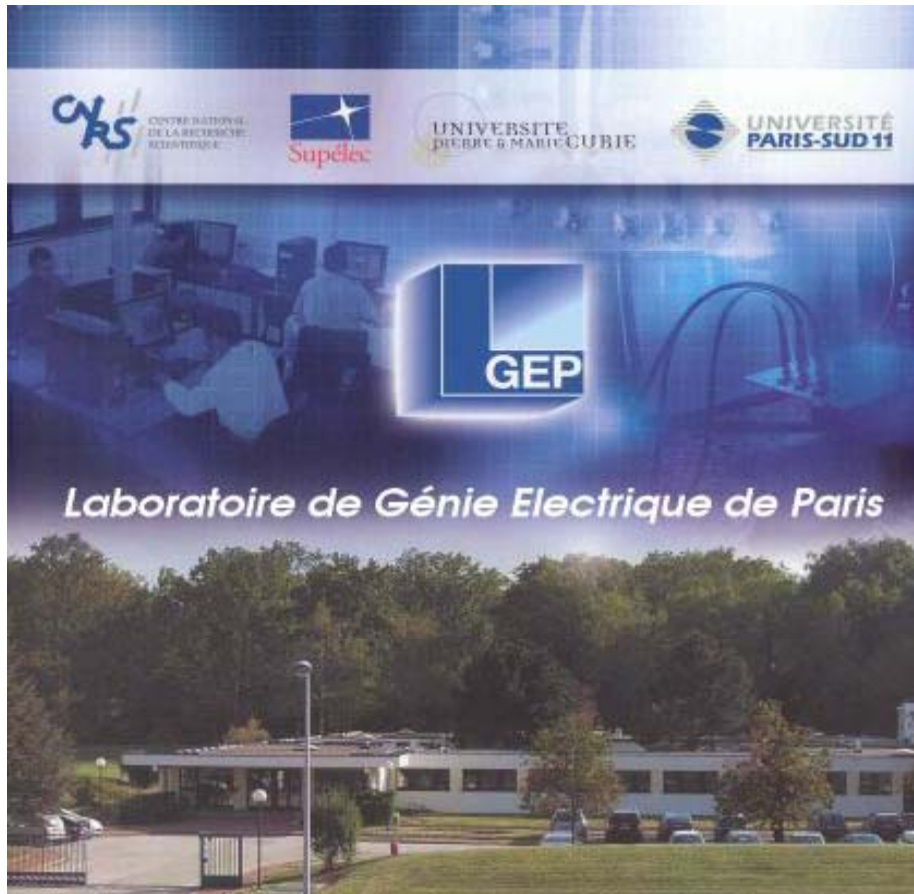


Laboratoire de Génie Electrique de Paris (UMR 8507)

Équipe *Semiconducteurs en Couches Minces*



Responsable: Jean-Paul Kleider

Intervenants:

Marie Gueunier-Farret

Maître de conférences Université P. Sud

Aurore Brézard-Oudot

Ingénieur d'études CNRS

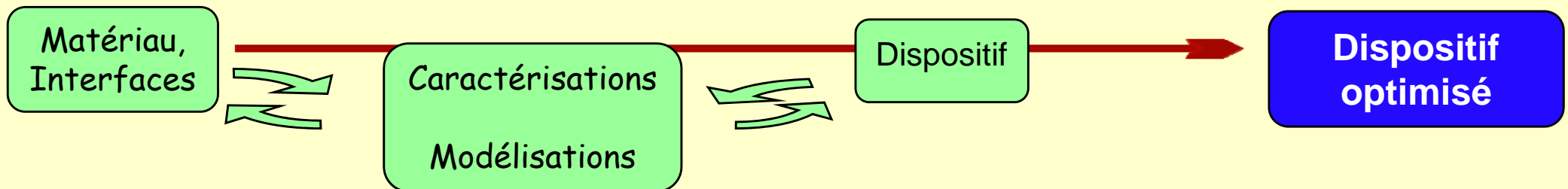
Equipe Semiconducteurs en Couches Minces

Objectifs :

- étudier des semiconducteurs et des composants utiles pour l'énergie et l'optronique
- développer des techniques de caractérisation électronique adaptées et leur modélisation

*Des techniques de caractérisation électronique spécifiques,
des modélisations adaptées,
dans le but d'optimiser les dispositifs*

Formulations analytiques +
Simulations numériques



Equipe SCM

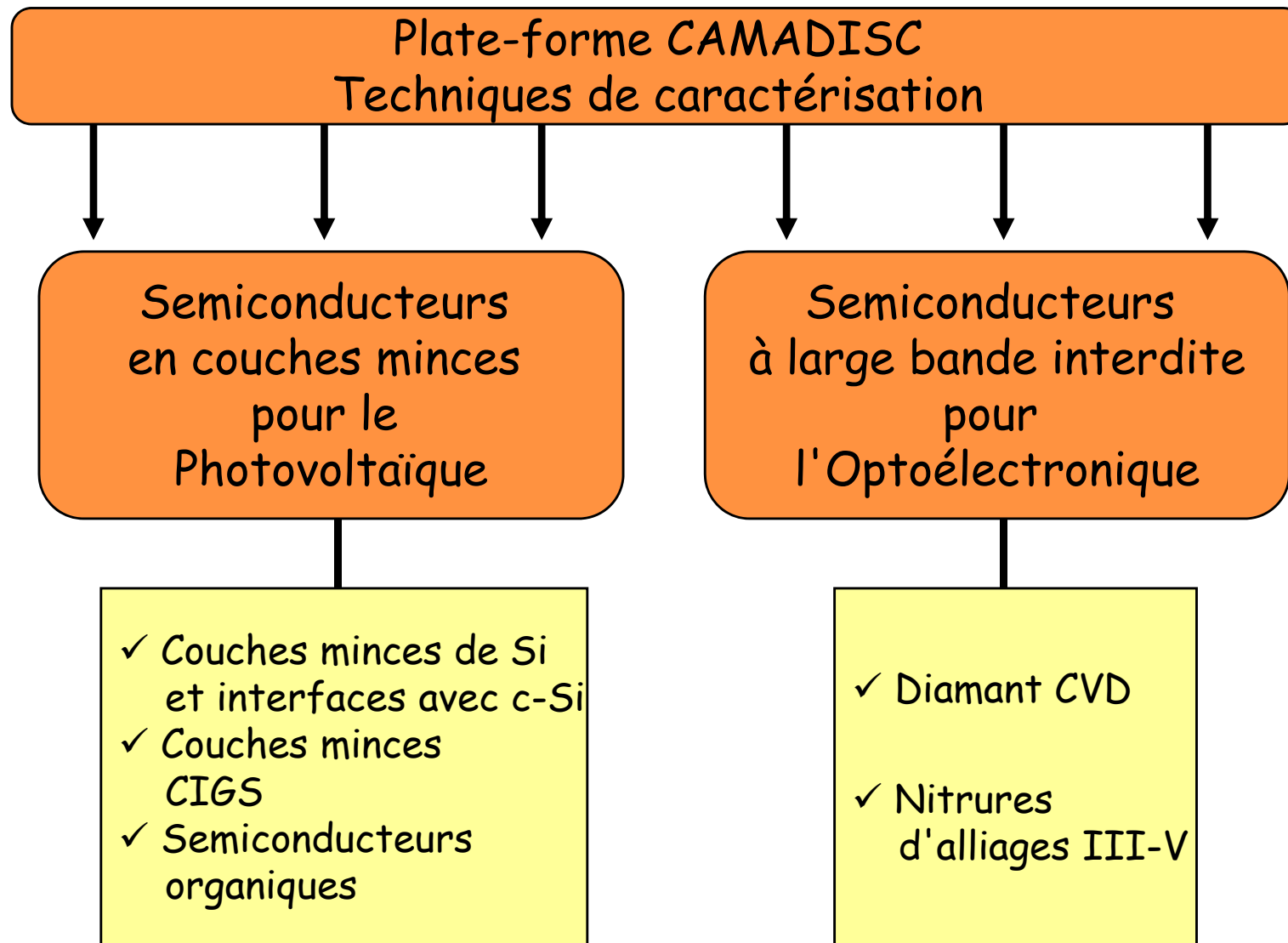
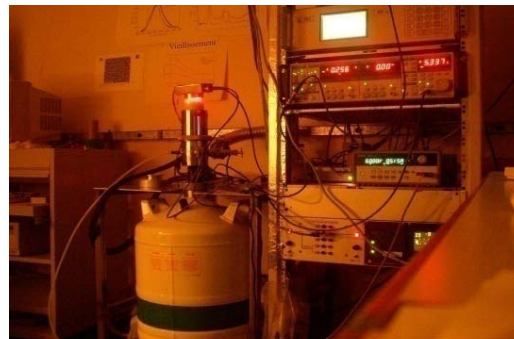


Plate-forme CAMADISC : Caractérisation de MATériaux et DISpositifs Semi-Conducteurs

Caractérisation de matériaux

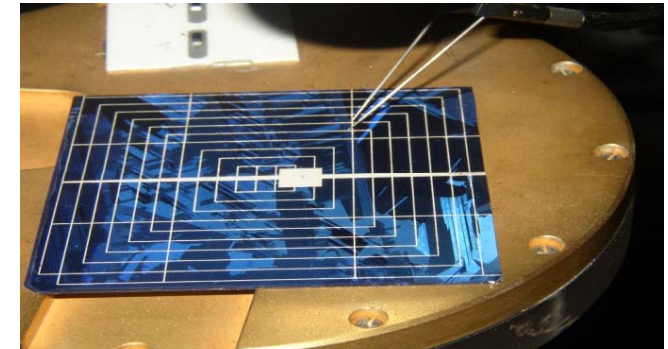
- Conductivité sous obscurité (3)
- Conductivité sous éclairage continu (3)
- Photocourant constant ac et dc, CPM
- Photocourant modulé, MPC (4)
- Photocourant sous interférométrie laser, SSPG
- Photoluminescence
- Spectroscopie Raman
- Temps de vol, TOF
- Spectroscopie d'admittance:
capacité et conductance en fonction de T, f, V (2)
- Courant thermiquement stimulé
- Photoréponse spectrale



Bancs de mesure de spectroscopie d'admittance et de photocourant

Caractérisation de dispositifs et études de vieillissement

- Simulateur solaire (jusqu'à 10 soleils)
- Vieillissement accéléré des couches minces Si (3 soleils, 80°C)



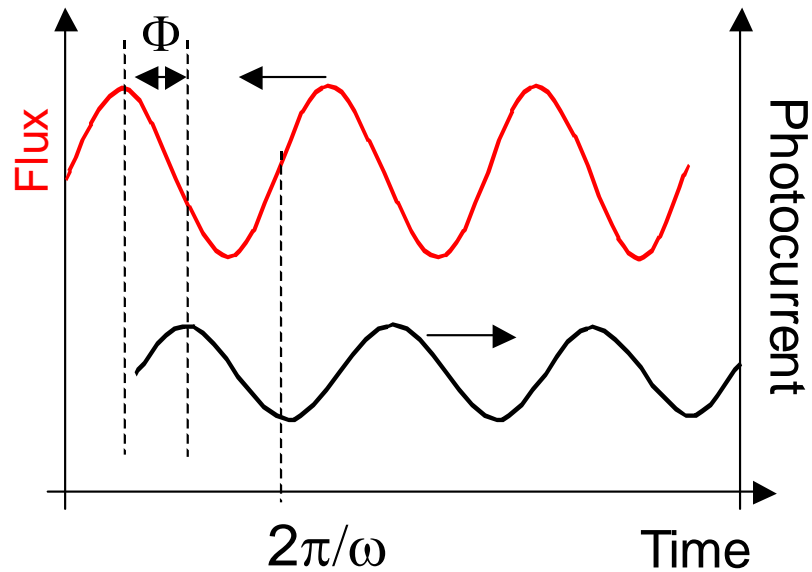
Caractérisation d'une cellule photovoltaïque



Vieillissement accéléré sous lumière

Exemples de techniques électriques à base de photocourants pour l'étude de couches minces

➤ Technique du Photocourant modulé

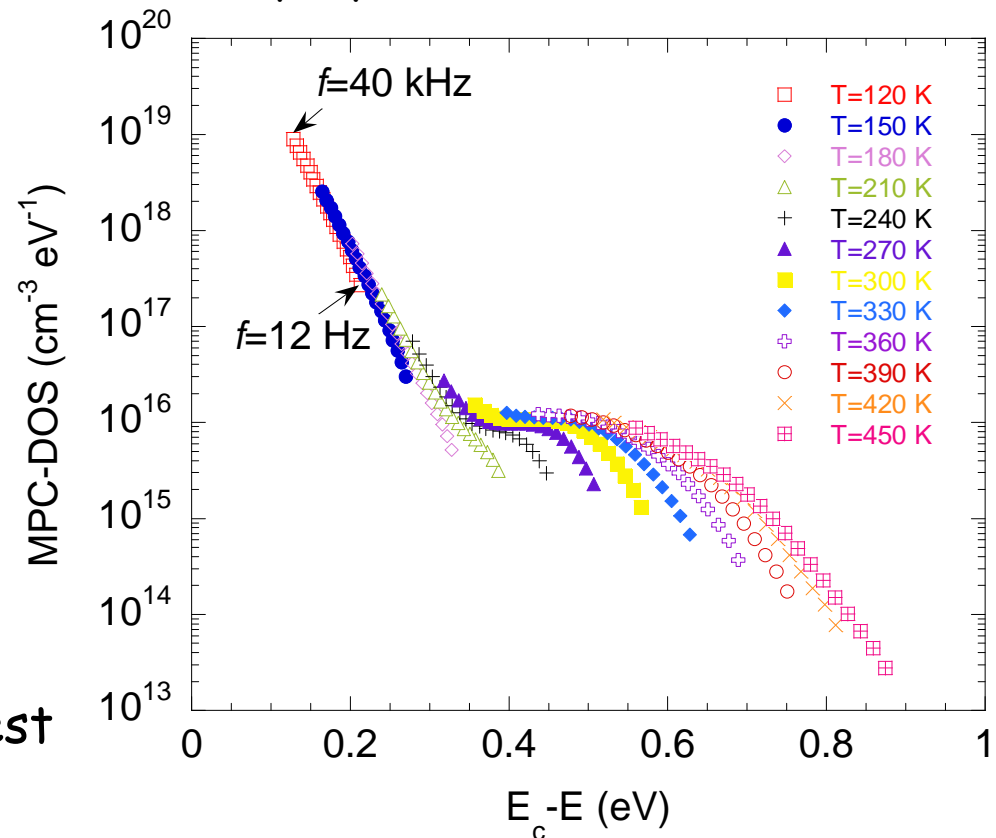


➤ Spectroscopies en fréquence et en température

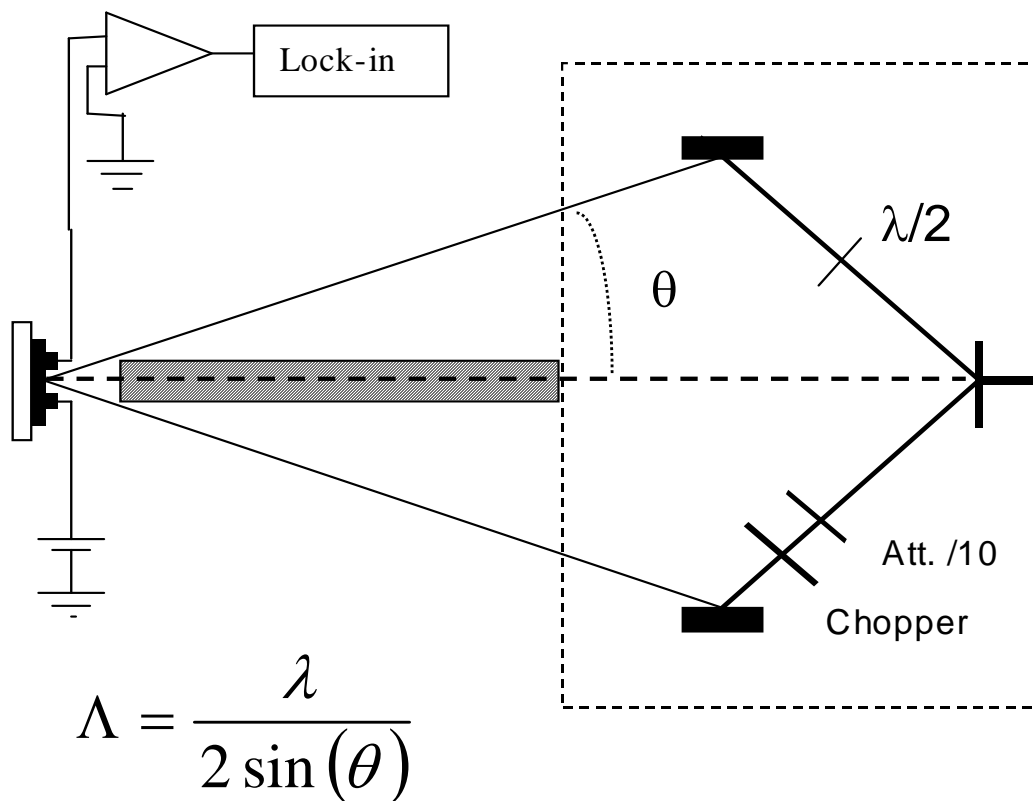
- Piégeage et dépiégeage introduisent un délai d'où le déphasage Φ
- Plus le piégeage est important plus $|I_{ac}|$ est petit

➔ Densité d'états dans le gap au-dessus du niveau de Fermi

Exemple pour un échantillon de a-Si:H



➤ Steady state photocarrier grating (SSPG)

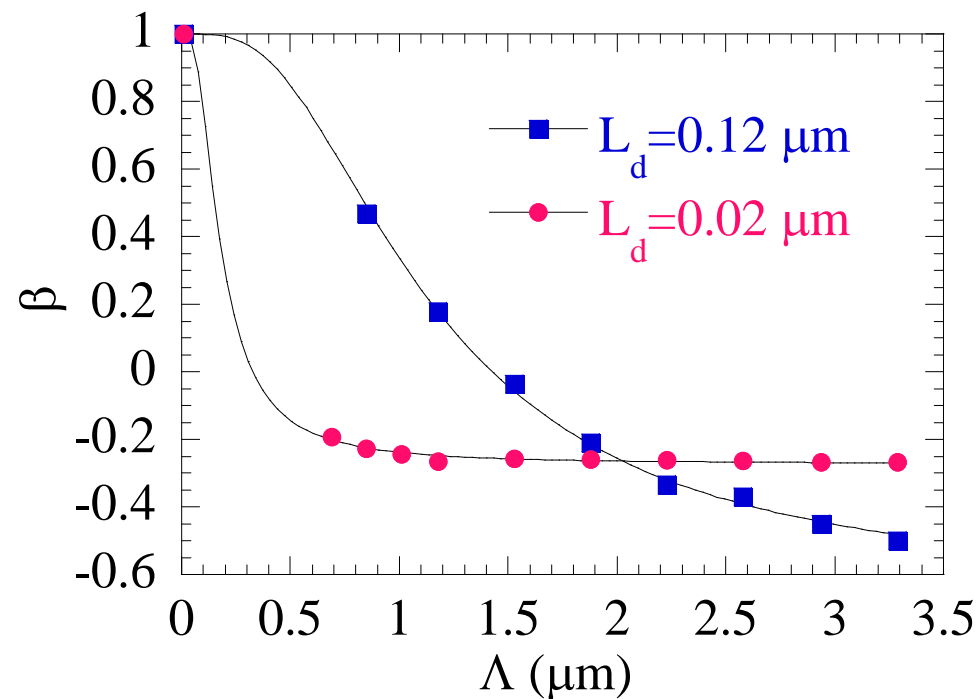


a-Si:H

μC-Si

a-SiGe:H

$$\beta = \frac{I_{wi}}{I_{woi}} = 1 - \frac{2A}{\left[1 + \left(\frac{2\pi L_D}{\Lambda}\right)^2\right]^2}$$



➤ Autres techniques de caractérisation électrique de couches minces

- Conductivité à l'obscurité $\longrightarrow \sigma_{obs}, E_a$
- Conductivité sous éclairage continu $\longrightarrow \mu\tau$ des porteurs majoritaires
- Photocourant constant (CPM) \longrightarrow Coefficient d'absorption
- Temps de vol (TOF) $\longrightarrow \mu_d, DOS$
- Photocourant transitoire (TPC) $\longrightarrow DOS$
- Spectroscopie d'admittance $\longrightarrow N(E_F),$ section efficace de capture
- Vieillissement accéléré sous lumière (α -Si:H)

➤ + accès à deux plateformes:

Caractérisations physico-chimiques des matériaux et surfaces

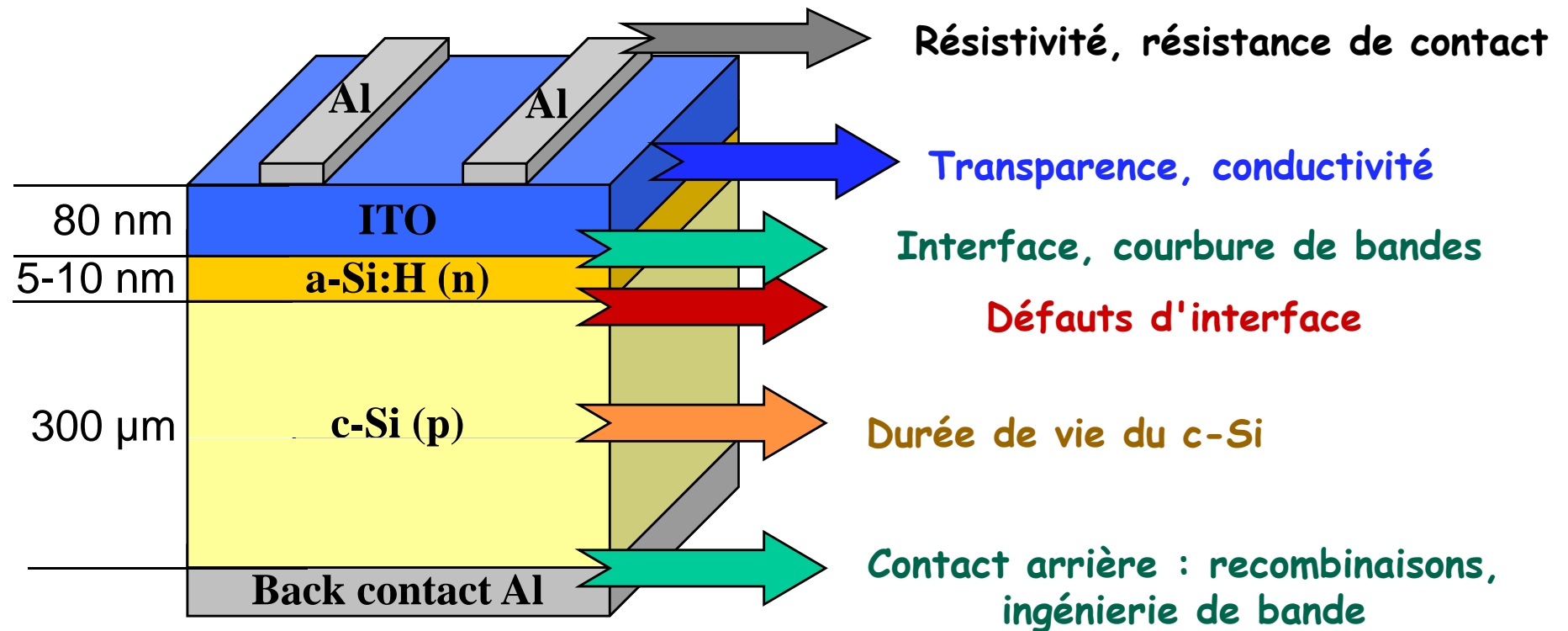
Spectroscopie XPS, Spectroscopie IR,
Spectroscopie UV/Vis/proche IR (Transmission/Réflexion)

Caractérisation topographique et électrique des surfaces par microscopies en champ proche (AFM)



Etude de dispositifs à base de couches minces pour applications photovoltaïques

Illustration de l'utilisation de différentes techniques pour l'étude de cellules photovoltaïques à hétérojonctions de silicium




Les performances de la cellule peuvent être limitées par de nombreux facteurs !

Caractérisations « classiques »

- Caractéristiques I(V) sous AM 1.5
- Photoréponse spectrale

Caractérisations plus spécifiques aux hétérojonctions de Si:

Spectroscopie de capacité de la jonction  sensible aux défauts actifs dans la zone de charge d'espace de la jonction

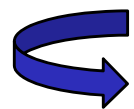
Mesure de conductance en structure coplanaire  Band offsets

Mesure de photoluminescence


Mesure de photoconductance sans contact

Mesure en transitoire

 Passivation des interfaces



Extension vers les cellules à hétérojonctions en silicium multicristallin, et à base de nanofils

 **Modélisation 1D (AFORS-HET) et 2D (Silvaco) des dispositifs**