

Silicium

Caractérisation du matériau: Mesures électriques sans contact

M.PASQUINELLI – O.PALAIS

***Journées Plasmas Froids – Photovoltaïque
Perpignan / 8 et 9 Novembre 2010***

Matériau Silicium et applications photovoltaïques

Introduction

Cristallographie c-Si, mc-Si, a-Si

Massif / couches minces

Matériau

Contamination

B,P,O,C, Métaux

Propriétés

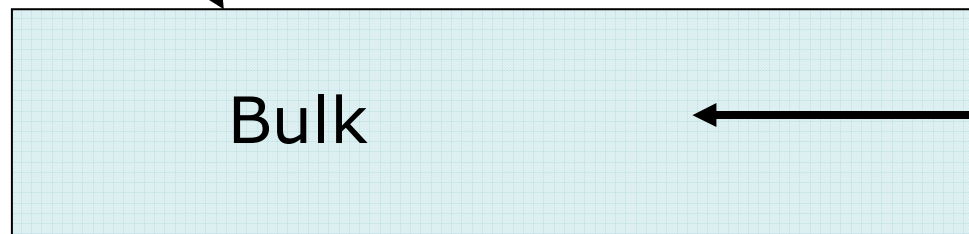
optoélectriques

Durée de vie volumique / performances cellules

Précurseur de la cellule solaire

Base ou absorbeur cellule solaire np ou pin

Front Surface



Back Surface

τ_B

Performances de la cellule terminée

V_{co}

J_{cc}

η

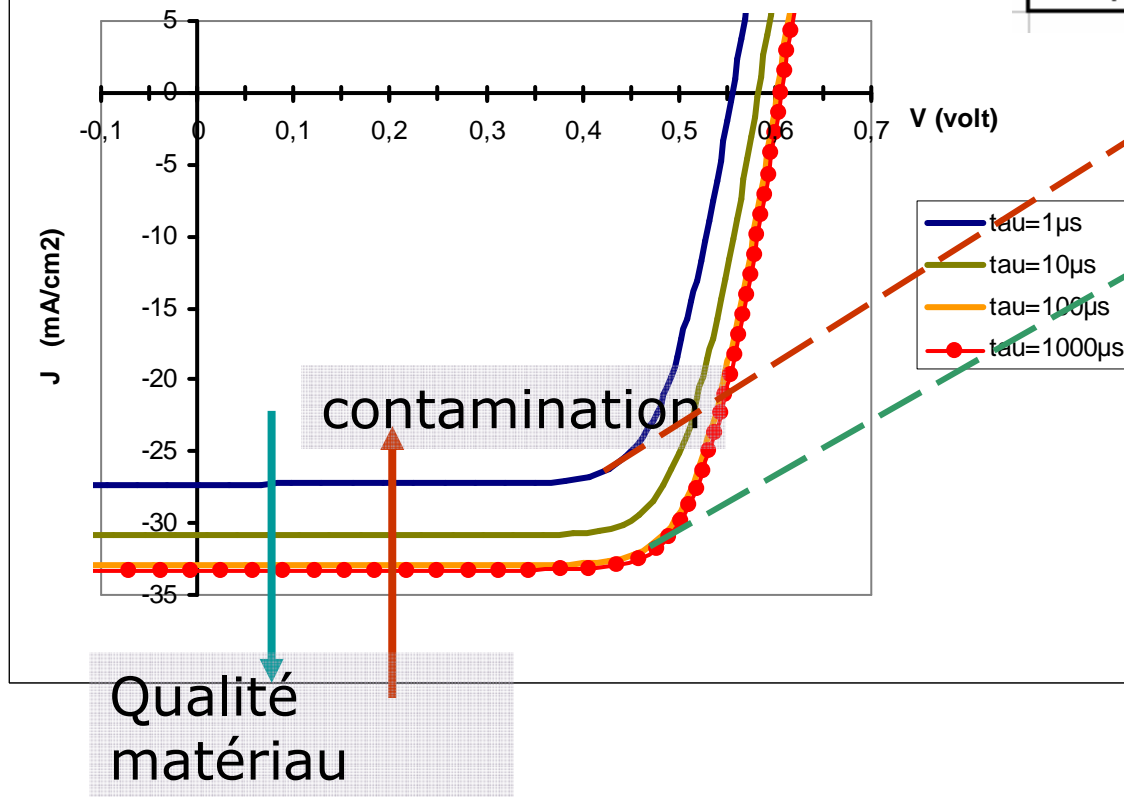
Durée de vie volumique / performances cellules

Test Final (1)

Caractéristique IV Eclairement STC

BulkTau (μs)	Voc (V)	Isc(A)	Efficiency (%)
1	0,556	2,73	11,3
10	0,583	3,09	13,5
100	0,602	3,29	14,9
1000	0,607	3,33	15,2

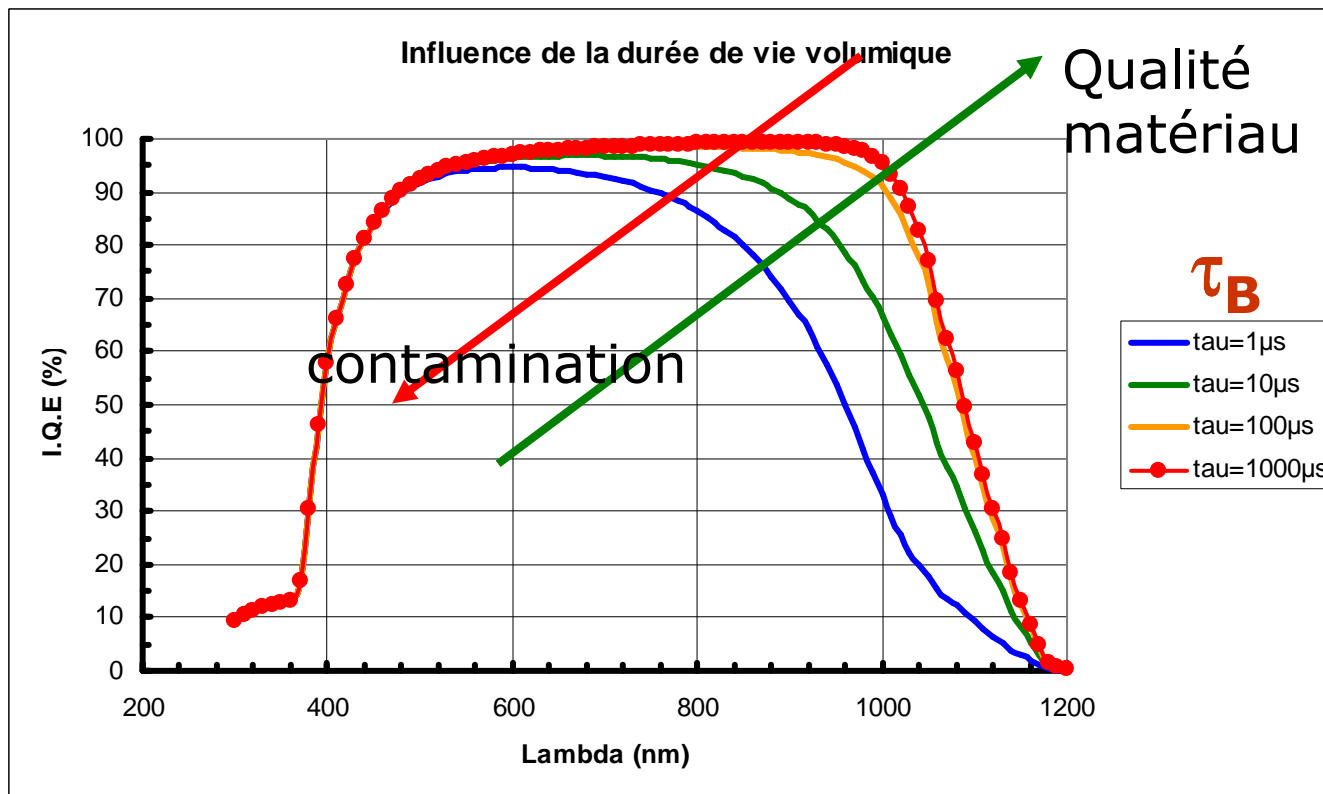
Influence de la durée de vie



Durée de vie volumique / performances cellules

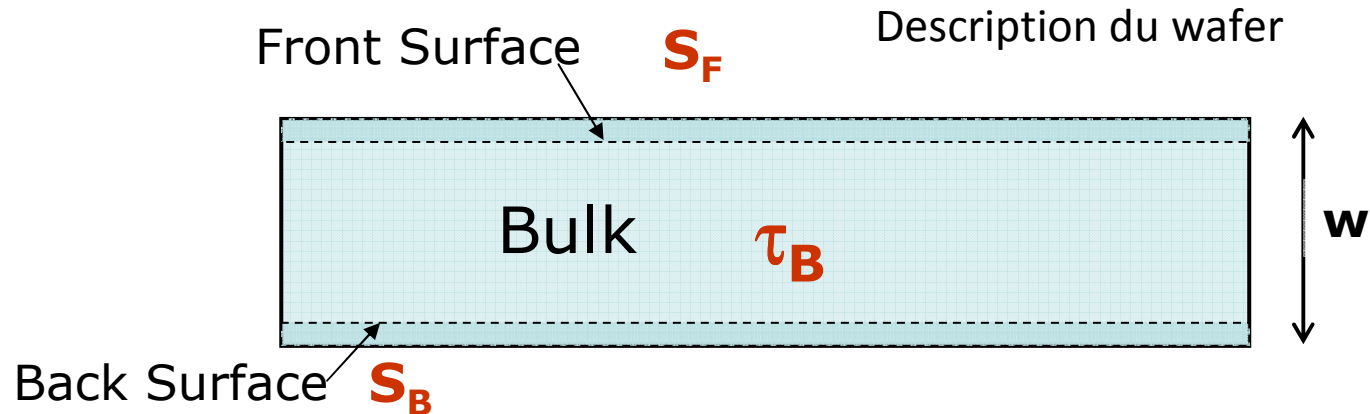
Test Final (2)

Rendement Quantique Interne

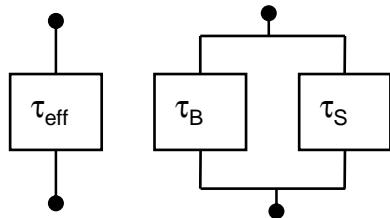


Le concept : durée de vie des porteurs τ

Le concept de durée de vie est utilisé pour caractériser les processus de recombinaisons de porteurs de charges.



- ✓ Durée de vie volumique (τ_b) : Durée de vie qui dépend uniquement des propriétés volumiques du matériau.
- ✓ Durée de vie effective (τ_{eff}) : Durée de vie qui résulte à la fois des recombinaisons en surface et en volume.



$$\frac{1}{\tau_{eff}} = \frac{1}{\tau_b} + \left(\frac{w}{2S} + \frac{w^2}{\pi^2 D} \right)^{-1}$$

D: coefficient de diffusion ($\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

Mesures de la durée de vie des porteurs de charges

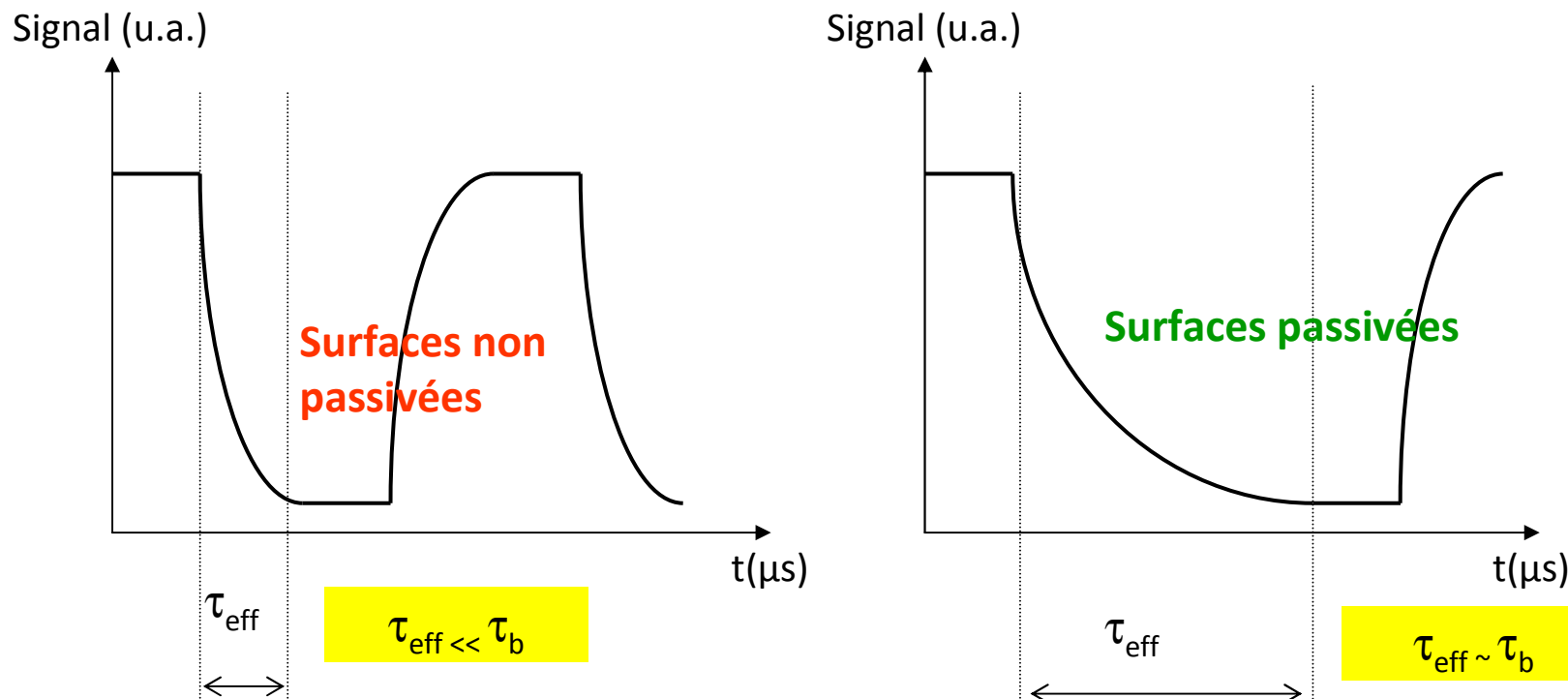
Les mesures de durées de vie font appel à plusieurs techniques

L'objectif principal étant de quantifier la durée de vie volumique τ_b :

A - Décroissance de la photoconductivité (PCD):

La valeur mesurée est la durée de vie effective τ_{eff} qui est celle de la durée de vie volumique τ_b si les surfaces sont passivées ($S = 0 \text{ cm.s}^{-1}$)

Echantillons avec la même durée de vie volumique τ_b



Mesures de la durée de vie des porteurs de charges

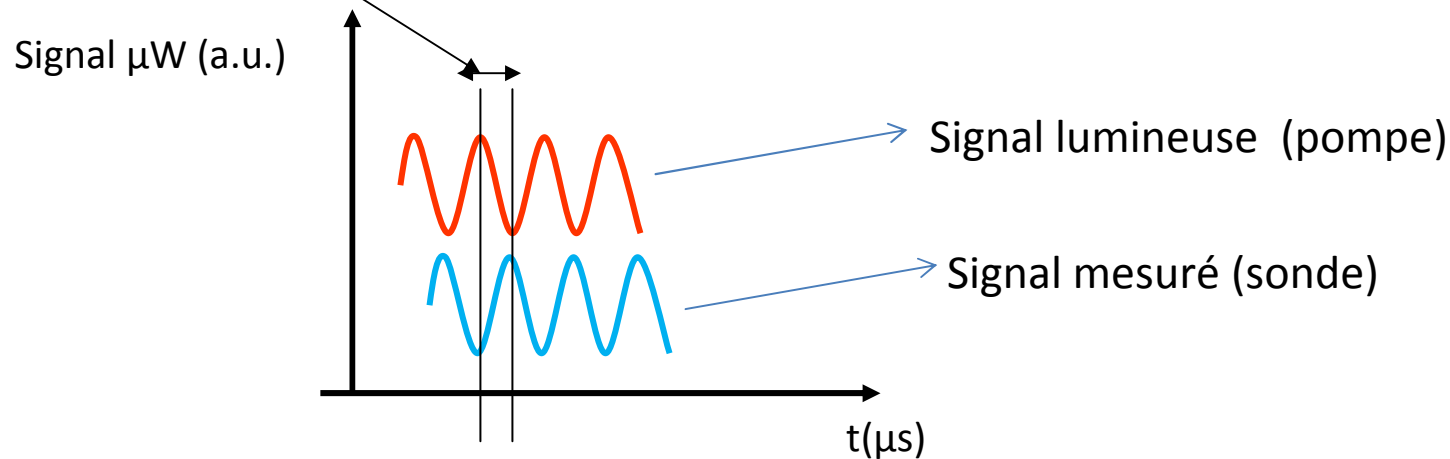
B - Déphasage (Phase-shift) (PS):

La valeur mesurée est le déphasage ($\Delta\Phi$) entre un faisceau d'excitation lumineuse sinusoïdal (pompe) (fréquence F) et la réponse d'un signal sonde (microondes ou RF) .

$$\Delta\Phi = f(\tau_B, S_F, S_B, \underbrace{D, W, \alpha, F}_{\text{Paramètres du wafer}})$$

Fréquence de la source lumineuse

Paramètres du wafer



Mesures de la durée de vie des porteurs de charges

Test sur wafer ou précurseur de la cellule

Découpe wafer

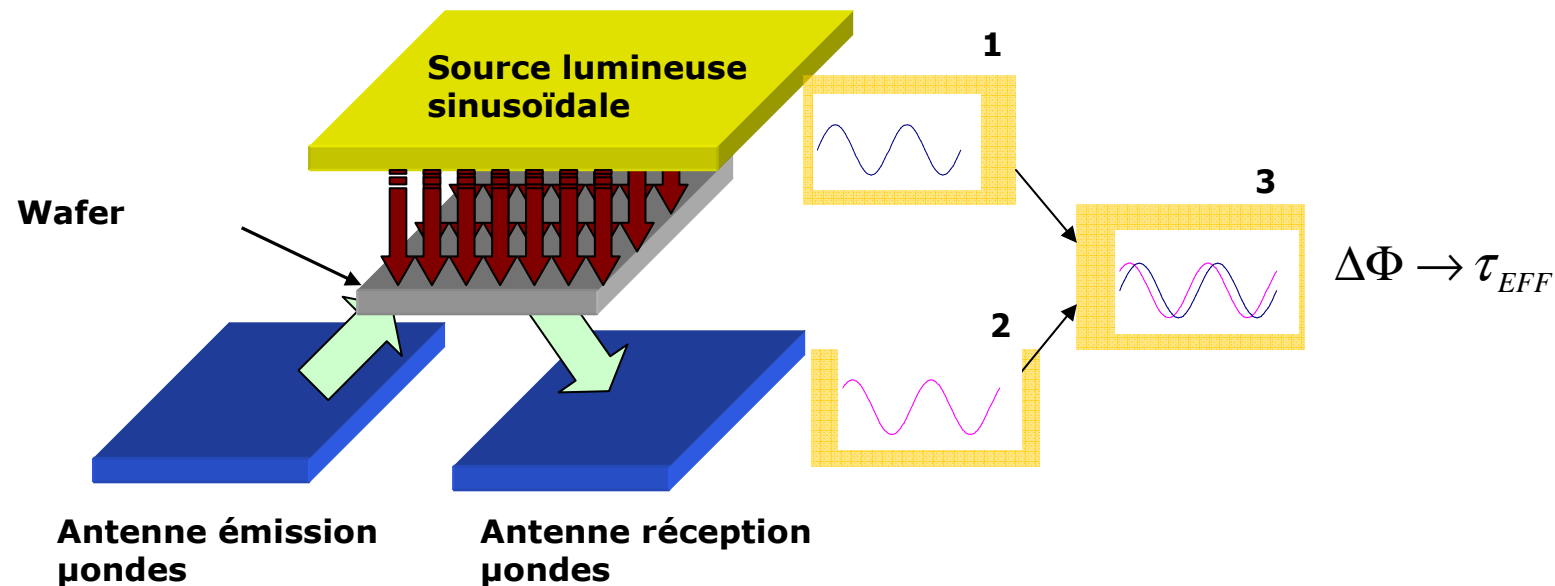
Nettoyage chimique

Texturisation

Diffusion

Désoxydation

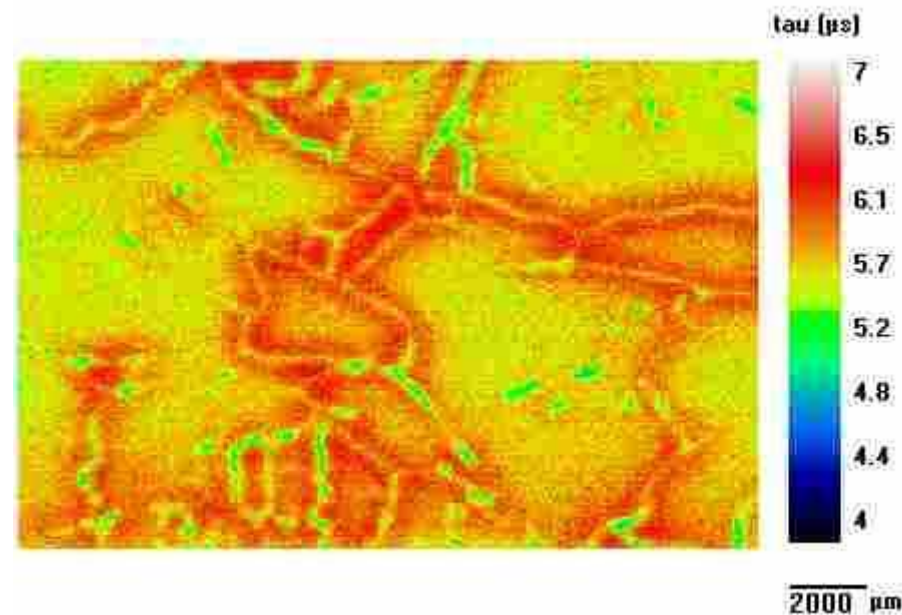
Diffusion émetteur



Mesures de la durée de vie des porteurs de charges

B - Déphasage (Phase-shift) (PS):

RESULTAT MESURES LOCALES / 25 μm de résolution



Cartographie de durée de vie : 25mmX25mm

Challenges et Perspectives

Application et extension de la méthode,.....

A

**SEPARATION des surfaces (S) et du volume (τ_B)
(sans passivation)**

Mesure bi fréquentielles

B

DOPAGES ELEVES (Si « ,UMG solaire »)

Configuration Récept. μ W Transmission

C

COUCHES MINCES (semiconductice, TCO,....)

Longueurs d'ondes , fréquence μ W, RF, optique

D

MULTI-COUCHES MINCES (semiconductices, TCO,....)

Merci pour votre attention



Institut Matériaux Microélectronique Nanosciences de Provence
UMR 6242 CNRS, Universités Paul Cézanne, Provence et Sud Toulon-Var



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Centrale Marseille

isen