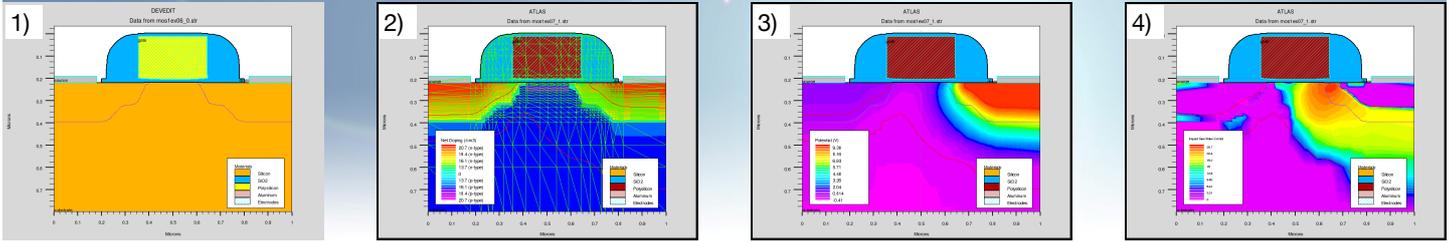




# SIMULATION DE DETECTEURS SILICIUM

Groupe ATLAS R&D, Laboratoire de Physique Nucléaire et de Hautes Energies

Contact: Marco Bomben – marco.bomben@lpnhe.in2p3.fr



## INTRODUCTION

De quoi on parle ?

Technology Computer Aided Design – TCAD

Comment ça marche ?

Solution des équations de dérive/diffusion & de Poisson pour électrons & trous :

$$J_n = qn\mu_n E + qD_n \frac{\partial n}{\partial x} \quad J_p = qp\mu_p E - qD_p \frac{\partial p}{\partial x} \quad \frac{\partial n}{\partial t} = \frac{1}{q} \frac{\partial J_n}{\partial x} + G_n - R_n$$

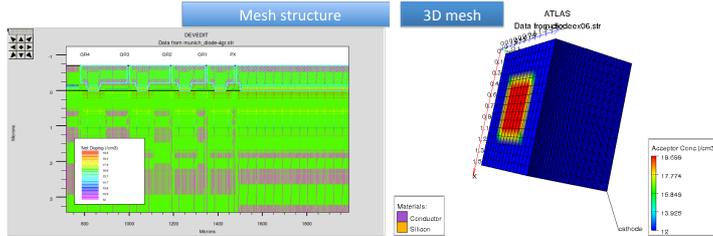
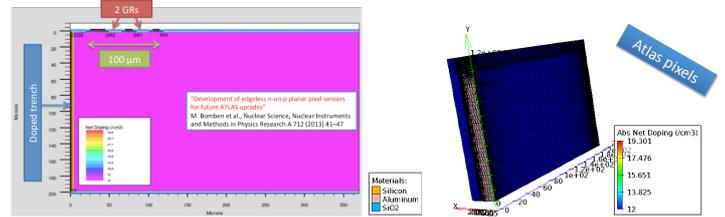
$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = -\frac{q}{\epsilon_{Si} \epsilon_0} (N_D + p(x) - n(x) - N_A) \quad \frac{\partial p}{\partial t} = -\frac{1}{q} \frac{\partial J_p}{\partial x} + G_p - R_p$$

En tenant compte du potentiel des électrodes, des charges et défauts à l'interface, etc. pour un maillage des points

## EXEMPLES DE REALISATIONS

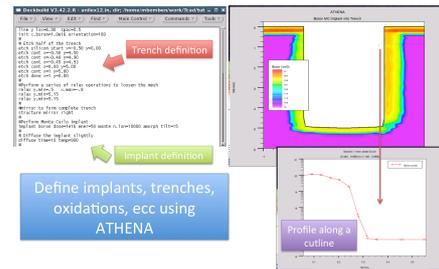
Dessin

Dessin en 2D et en 3D → DEVEDIT & DEVEDIT3D (voir Fig. 1 aussi)



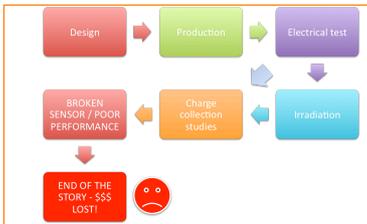
## Processus de fabrication

Simulation de processus de fabrication en 2D et en 3D → ATHENA (Fig. 2)



## Motivations ?

### La vie réelle

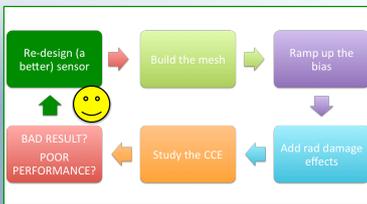


Plusieurs problèmes peuvent dégrader le fonctionnement d'un capteur silicium et conduire à de faibles performances (tension de claquage faible, courant de fuite élevé, bruit important, faible efficacité)  
➢ capteurs inutilisables !

Les simulations sont donc très importantes car elles fournissent des prédictions solides

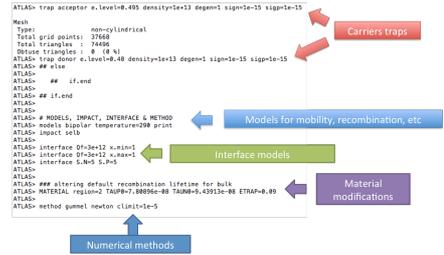
- Gain de
  - Temps
  - Nombre des productions
  - Budget
- Accès à des quantités autrement inaccessibles - e.g. voir Fig. 3, 4), 5) et 6)

### Avec l'aide des simulations



## Simulation des capteurs

Simulation des capteurs en 2D et en 3D → ATLAS



- Simulations DC et AC
- Avec faisceau laser
- Et particules ionisantes (Fig.7)
- Single Event Upset
- Altération des paramètres des matériaux
- Défauts (bulk, interfaces)
- Analyse dans le domaine du temps → signaux transitoires (Fig. 8)

Au LPNHE, à l'aide des simulations TCAD, on caractérise des capteurs à pixels, en étudiant la tension de claquage, l'efficacité et le temps de collecte des charges, et plus particulièrement après dommage d'irradiation - Réf

“Development of edgeless n-on-p planar pixel sensors for future ATLAS upgrades”  
M. Bomben et al., Nucl. Instr. and Meth. A 712 (2013) 41–47

