

## Utilisation des outils ATLAS (DEVEDIT, DECKBUILD, TONYPLOT) pour la simulation physique de la diode réalisée à l'AIME

Pour la bonne exécution de ces TP, il est conseillé d'apporter les documents que vous avez utilisés lors de votre stage de technologie de l'AIME.

### Configuration Initiale :

1. A partir du répertoire principal, créer dans une fenêtre xterm un répertoire SILVACO :  
« mkdir SILVACO »
2. Se placer dans ce répertoire : « cd SILVACO »
3. Pour se configurer dans l'environnement des outils taper : « silvaco ».

### I. Les outils de simulation ATLAS (de la société SILVACO)

Le logiciel de simulation ATLAS est un simulateur de modélisation bidimensionnelle de composants capable de prédire les caractéristiques électriques de la plupart des composants semiconducteurs en régime continu, transitoire ou fréquentiel. En plus du comportement électrique "externe", il fournit des informations sur la distribution interne de variables telles que les concentrations des porteurs, les lignes de courant, le champ électrique ou le potentiel, etc, autant de données importantes pour la conception et l'optimisation des procédés technologiques. Ceci est réalisé en résolvant numériquement l'équation de Poisson et les équations de continuité des électrons et des trous en deux dimensions en un nombre fini de points formant le maillage de la structure défini par l'utilisateur ou par le programme.

Ce simulateur est composé de deux parties :

- une partie traitement numérique (méthode d'intégration, de discretisation...),
- une partie formée des modèles physiques des composants semiconducteurs les plus récents : modèles de recombinaisons, d'ionisation par impact, de mobilités, en température et statistiques de Fermi-Dirac et de Boltzmann notamment.

ATLAS a été conçu de façon à pouvoir utiliser d'autres outils qui facilitent son utilisation. Ces outils sont les suivants :

- DEVEDIT : environnement où est dessinée la structure (dimension, dopage, ...) et son maillage,
- DECKBUILD : environnement où est défini le programme de simulation. La structure et son maillage peuvent également être définis dans Deckbuild,
- TONYPLOT : environnement où sont visualisés les résultats des simulations (structure du composant, distributions de grandeurs diverses dans celui-ci, caractéristiques électriques...),
- MASKVIEW : éditeur de layout,
- OPTIMIZER : optimise les paramètres de la structure de façon à obtenir en final la valeur du paramètre que nous lui avons définie au préalable.

Dans le cadre de ces Travaux Pratiques, vous utiliserez uniquement les outils **DEVEDIT**, **DECKBUILD** et **TONYPLOT**.

### II. Définition de la structure dans DEVEDIT

Lancer DEVEDIT par la commande « devedit & ».

La diode à simuler étant une diode au silicium, il faut aller dans « Regions », cliquer sur « Add Region » et définir les coordonnées et le matériau (Silicon) de la région. Pour valider, cliquer sur « Apply ». Pour afficher l'ensemble de la structure à l'écran, aller dans « Regions », cliquer sur « Resize Work Area » puis sur « Apply ».

Il faut ensuite placer les électrodes (toujours à partir de « Region ») d'anode et de cathode en précisant leurs coordonnées et le type de contact (on prendra « Contact » tout simplement). Pour valider, cliquer sur « Apply ».

Il faut ensuite définir les différentes concentrations dans la structure. Pour cela, il faut aller dans « Impurities », cliquer sur « Add Impurities » et préciser le type de dopant, le profil de dopage et les coordonnées correspondantes (profondeur de jonction, valeurs des points délimitant les ouvertures de diffusion,...). Pour valider, cliquer sur « Apply ».

Enfin, il faut mailler la structure : pour cela, cliquer sur « Mesh » : un maillage automatique est généré. Pour plus de précisions, en particulier autour de la jonction PN, il faut aller dans « Mesh / Refine Box / Refine Y » pour faire un maillage plus serré autour de la jonction (c'est-à-dire ici autour de 1,5 µm en Y). Répéter l'opération plusieurs fois pour avoir un bon maillage de cette région. Il n'est pas utile de mailler plus précisément en X dans le cas de la jonction plane "idéale".

La structure a été définie : il faut désormais la sauver en lui donnant un nom sous les extensions .cmd (cliquer sur « Save Commands ») et .str (cliquer sur « Save Structure »)

### III. Définition du programme de simulation dans DECKBUILD

Lancer DECKBUILD par la commande « deckbuild & ».

Dans la fenêtre du haut, il faut écrire le programme de la simulation.

Voici un exemple de programme :

Fichier de simulation	Explications succinctes
Title "Diode AIME"	titre de la simulation (facultatif)
mesh infile=diode-plane.str	charge la structure dessinée dans Devedit
# models auger consrh conmob fldmob b.electrons=2 / b.holes=1 evsatmod=0 hvsatmod=0 boltzman bgn print / temperature=300	modèles de mobilité et de recombinaison utilisés (on les choisit dans le menu « Commands / Models / Models / Category : Mobility ou Recombination »)
# impact selber an1=703000 an2=703000 bn1=1.231e+06/ bn2=1.231e+06 ap1=671000 ap2=1.582e+06 / bp1=1.693e+06 bp2=2.036e+06 betan=1 betap=1 / egran=400000	modèle d'impact d'ionisation utilisé (on le choisit dans le menu « Commands / Models / Models / Category : Impact ionisation »)
# method newton itlimit=25 trap atrap=0.5 maxtrap=4 autotr / nrcriterion=0.1 tol.time=0.005 dt.min=1e-25	méthode numérique de résolution utilisée - nombre d'itérations -
solve init	initialisation de tous les potentiels
log outf=iv.log	nom du fichier « .log » où seront mémorisés les grandeurs électriques (potentiels, courants)
solve vanode=0.0 vstep=0.1 vfinal=2.0 name=anode	montée de la tension d'anode de 0 à 2 Volts avec un pas de 0,1 Volt.
output e.field flowlines e.mobility h.mobility	sauvegarde de grandeurs physiques : champ électrique, lignes de courant, mobilités
save outf=diodeplane-resu.str	sauvegarde de la structure
end	fin de la simulation

### IV. Visualisation des résultats dans TONYPLOT

Lancer TONYPLOT par la commande « tonyplot & ».

Aller dans « File / Load Structure », cliquer sur le fichier à visualiser (par exemple, dans la simulation ci-dessus : "iv.log" pour les résultats électriques, "diodeplane-resu.str" pour examiner les grandeurs physiques dans la structure) et cliquer sur « Load ».

Ensuite, cliquer sur « Plot » : les grandeurs que vous voulez afficher sont dans ce menu. Examiner ce menu, essayer quelques grandeurs, etc... Pour plus d'informations précises, demander de l'aide aux enseignants.