



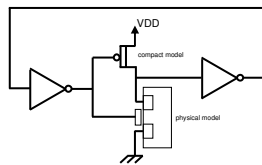




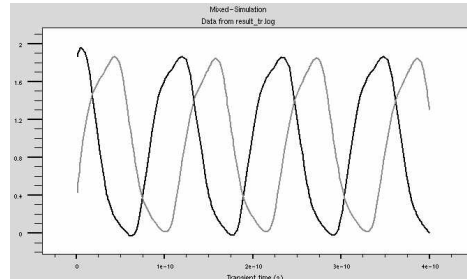


### 3.5 Session 5 - Simulation mixte suite

Au cours du dernier TP, les élèves ont à concevoir un oscillateur en anneau (Fig. 6-a) constitué d'un nombre impair d'inverseurs (=3). Cette structure est classiquement utilisée pour contrôler le processus de fabrication des "wafers". Afin de minimiser les temps de simulation, seulement un transistor provient de la TCAD, les autres ont une description SPICE. La principale difficulté de ce genre de structure pour les simulateurs est la nécessité de fixer les conditions initiales. Pour cela, l'élève doit composer avec la directive de simulation .IC. Sur la Fig. 6.b, la fréquence d'oscillation obtenue peut ensuite être reliée à des paramètres technologiques.



a) oscillateur en anneau



b) signaux d'oscillation de la structure

Fig. 6: Simulation d'un oscillateur en anneau

## 4- CONCLUSION

Depuis plusieurs années, nous constatons un trop fort cloisonnement des enseignements de microélectronique. Ce cloisonnement amène les élèves à percevoir une image compartimentée de la microélectronique plutôt que de conceptualiser une vision transversale plus représentative de la réalité à laquelle ils seront bientôt confrontés. De même, ce cloisonnement a pour effet pervers de cantonner les enseignants dans leurs domaines de compétences. Pour cela, nous avons institué l'utilisation de la simulation mixte afin de permettre aux élèves d'acquérir une approche plus globale des différents domaines de la microélectronique. Mais, la principale conséquence est d'avoir obtenu, de la part d'enseignants issus de différentes communautés, la mise en place d'objectifs pédagogiques communs. En outre, avec la simulation mixte, les élèves mettent en œuvre un spectre plus large de compétences en simulation composant et en simulation électrique. Nous utilisons la simulation mixte depuis maintenant deux ans. Les élèves sont très sensibles à cette approche ainsi que les enseignants en charge des cours de conception analogique et de physique du composant qui notent une amélioration significative de la perception des élèves dans leur discipline respective.

## 6- BIBLIOGRAPHIE

- [1] ModelSim : <http://www.model.com/>
- [2] HSPICE : <http://www.synopsys.com/products/mixedsignal/hspice/hspice.html>
- [3] Spectre : [http://www.cadence.com/products/custom\\_ic/spectre/index.aspx](http://www.cadence.com/products/custom_ic/spectre/index.aspx)
- [4] Eldo : [http://www.mentor.com/products/ic\\_nanometer\\_design/custom\\_design\\_simulation/eldo/](http://www.mentor.com/products/ic_nanometer_design/custom_design_simulation/eldo/)
- [5] Silvaco : <http://www.silvaco.com/>
- [6] Sentaurus : <http://www.synopsys.com/products/tcad/tcad.html>
- [7] J. Kenrow, "Integrating Professionnal TCAD Simulation Tools in Undergraduate Semiconductor Device courses," Proceeding of the 2004 American Society for Engineering Educational Annual Conference
- [8] J.-M. Gallière, "Extensive CMOS and Electrical Simulation Learning," 6<sup>th</sup> International Workshop on Microelectronics Education, 8-9 June 2006, Stockholm, Sweden, pp. 43-46
- [9] C. Landrault, "Test de Circuits et de Systèmes Intégrés," Hermes Science, Lavoisier 2004