

[Printer friendly version](#)   [Share](#)

13 October 2013   [European Commission, CORDIS](#)

La loi de Moore énonce que le nombre de transistors sur un circuit intégré (en rapport avec sa puissance de calcul) double tous les 18 mois. Elle a été vérifiée pendant près d'un demi-siècle. Mais à l'approche des limites physiques de taille des transistors, elle pourrait bientôt être mise en défaut. Nous entrons dans un monde «au-delà de la loi de Moore», dans lequel des chercheurs financés par l'UE ont un rôle important. Depuis que Gordon E. Moore, cofondateur d'Intel, a émis sa théorie en 1965, l'informatique a fait confiance à l'augmentation régulière de la densité d'intégration des transistors pour avoir des puces toujours plus performantes dans des boîtiers toujours plus petits. Cependant, certains facteurs deviennent des obstacles à cette réduction continue des transistors, comme la surchauffe, la dissipation d'énergie et la résistance. Aussi les approches classiques de conception de semi-conducteurs ont peu de chances de continuer à progresser au rythme supposé par Moore.

Et ce n'est pas la seule difficulté à surmonter pour fabriquer des appareils électroniques plus puissants et plus petits. La loi de Moore ne concerne que les circuits intégrés tels que les CMOS (Complementary metal-oxide-semiconductor) présents dans les ordinateurs, les téléphones portables ou les appareils photo numériques. Mais pour passer un appel ou prendre une photo, ces appareils ont besoin d'un large ensemble d'autres composants, passifs et indépendants (discrets), tels que des résistances, condensateurs, inductances, antennes, filtres et interrupteurs, reliés à un ou plusieurs circuits imprimés.

La vraie miniaturisation impose donc une autre approche, basée sur les nanotechnologies et dotée de possibilités et de potentialités bien plus vastes. L'approche «plus loin que Moore» vise à intégrer dans les puces CMOS de nouvelles fonctionnalités, à l'aide de nanostructures telles que des nanofils et des nanomatériaux (avec une taille des dizaines de milliers de fois inférieure à celle d'un cheveu), afin que l'électronique puisse continuer à devenir plus petite, plus puissante et plus efficace. Tellement petite qu'un ordinateur de la taille d'une pilule pourrait surveiller l'état de santé et administrer des médicaments dans l'organisme, ou qu'un système complet de domotique pourrait tenir dans une carte bancaire.

Ces dernières années, les nanostructures et les nanofils ont soulevé beaucoup d'intérêt dans l'optique des futures puces CMOS. «Les recherches actuelles sur l'utilisation de nanostructures, et surtout des nanofils, pour créer des produits innovants allant 'plus loin que Moore' sont très prometteuses», déclare le Dr Francis Balestra, directeur de l'institut Sinano du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) de France, et chercheur chez

INP-Minatec à Grenoble.

### Des dispositifs nanométriques

Dans le cadre du réseau d'excellence NANOFUNCTION («Beyond CMOS nano-devices for adding functionalities to CMOS»), le Dr Balestra et une équipe de chercheurs de 15 partenaires (universités et entreprises) originaires de 10 pays d'Europe, ont travaillé à l'intégration de nanostructures dans des puces CMOS afin d'ajouter une large gamme de nouvelles fonctionnalités dans un volume très réduit. Avec un financement de 2,8 millions d'euros de la Commission européenne, le consortium s'est intéressé à des nanocapteurs ultrasensibles, capables de détecter des signaux dans des molécules, des nanostructures pour capter l'énergie afin de concevoir des nanosystèmes autonomes, des nanodispositifs pour le refroidissement local des circuits intégrés, et des nanodispositifs pour les communications par radio.

«Ces nanodispositifs seront nécessaires pour concevoir des nanosystèmes autonomes ou à faible consommation, avec de nombreuses applications comme la santé, la surveillance de l'environnement et l'Internet des objets», explique le Dr Balestra.

Par exemple, des dispositifs nanométriques de type SiP (systems-in-package) ou SoC (system-on-chip), intégrant des détecteurs, la communication radio et d'autres fonctionnalités, pourraient détecter toutes sortes de substances chimiques, toxiques ou non, dans l'environnement, la nourriture ou notre corps.

Les chercheurs du projet NANOFUNCTION ont fait progresser la technologie et conçoivent un réseau détecteur de plus de 1000 nanofils en silicium, très efficace, qui intègre divers capteurs pour détecter simultanément diverses molécules. Afin de le tester, l'équipe a conçu des techniques efficaces de fonctionnalisation par greffe d'ADN, un processus de pointe hautement expérimental, qui retire un segment d'ADN et le remplace par un autre.

L'équipe a ensuite montré comment les nanostructures, outre leur rôle de capteurs, pouvaient apporter des améliorations critiques aux technologies de détection et à d'autres applications électroniques. Dans le domaine de la «cooltronique», l'équipe a démontré que le refroidissement à très basse température des composants critiques d'un circuit électronique

améliorerait considérablement les performances ou autoriserait de nouveaux modes de fonctionnement. Cette approche utilise un nouveau type de 'refroidissement électronique', basé sur du silicium contraint (sSi) associé avec un supraconducteur. Elle a, jusqu'ici, été testée sur des détecteurs de rayonnements THz, une nouvelle technologie dans une fréquence intermédiaire entre les micro-ondes et les infrarouges, avec de nombreuses utilisations potentielles dans l'imagerie médicale, la sécurité et l'espace.

De même, le consortium a appliqué une approche de pointe pour utiliser des nanostructures dans les communications radio, notamment le potentiel des nanofils comme antennes et connexions efficaces aux fréquences radio, ce qui pourrait réduire considérablement la taille des systèmes de communication.

### Nano-alimentation

Mais comment alimenter des dispositifs aussi petits? Les batteries classiques sont très loin de l'échelle nanométrique. Les chercheurs de NANOFUNCTION ont donc étudié des méthodes innovantes pour alimenter leurs dispositifs à partir de leur environnement, en récupérant de l'énergie à partir des vibrations, des mouvements, de la chaleur ou du rayonnement solaire, et en la stockant dans des matériaux actifs agissant comme des nano-batteries. Ces travaux ouvrent la voie à des nanodispositifs totalement autonomes, qui s'alimentent eux-mêmes.

«Ces nanotechnologies seront combinées et intégrées dans de futurs nanosystèmes, nécessaires pour de nombreuses applications. Les principales difficultés sont le développement de technologies compatibles CMOS, la réduction de la consommation d'énergie par les capteurs, les calculs et les communications radio, et l'augmentation de la quantité d'énergie extraite de l'environnement», ajoute le Dr Balestra.

Il souligne que le projet NANOFUNCTION a déjà surmonté de nombreuses difficultés, et que les travaux de l'équipe contribuent à ouvrir la voie vers une plus grande miniaturisation.

«La miniaturisation reste un facteur majeur pour réduire les coûts, multiplier les fonctionnalités et s'intégrer avec d'autres systèmes électroniques. En outre, les nanostructures peuvent améliorer les performances des appareils ou apporter de nouvelles fonctionnalités, comme une détection extrêmement sensible», poursuit le docteur.

Les travaux de NANOFUNCTION ont fait avancer la technologie, et avec ses larges activités de diffusion auprès du secteur européen et international des nanotechnologies, le projet représente un important point de repère dans ce domaine.

«Il sera bénéfique pour l'industrie et la société de l'Europe en préparant une intégration à long terme sur laquelle le continent pourra s'appuyer pour soutenir la recherche et le développement technologique dans le domaine stratégique 'au delà de la loi de Moore', où sa position est déjà solide», ajoute le Dr Balestra.

Il souligne cependant qu'il faudra probablement 10 à 20 ans avant que de tels nanodispositifs se retrouvent dans des applications commerciales.

«Pour une exploitation commerciale, il faudra davantage de recherches afin d'optimiser ces nanocomposants dans le cadre d'applications très importantes pour l'économie et la société européenne», conclut-il.

Le projet NANOFUNCTION a été financé par le septième programme-cadre (7e PC) de l'Union européenne.

Lien vers le projet sur CORDIS:

- le 7e PC sur CORDIS - [http://cordis.europa.eu/fp7/home\\_fr.html](http://cordis.europa.eu/fp7/home_fr.html)- fiche du projet NANOFUNCTION sur CORDIS - [http://cordis.europa.eu/projects/rcn/95145\\_fr.html](http://cordis.europa.eu/projects/rcn/95145_fr.html)

Lien vers le site web du projet:

- site web du projet «Beyond CMOS nano-devices for adding functionalities to CMOS» - <http://www.nanofunction.eu/nanofunction/>

## Des nanodispositifs qui vont «plus loin que la loi de Moore»

Written by Australian Business

---

Lien vers une vidéo connexe:

- vidéo du projet NANOFUNCTION - <http://www.youtube.com/watch?v=PXwniDbiQZM>

Autres liens:

- Site web de la stratégie numérique de la Commission européenne -  
<http://ec.europa.eu/digital-agenda/>

[http://cordis.europa.eu/result/brief/rcn/11809\\_fr.html](http://cordis.europa.eu/result/brief/rcn/11809_fr.html)

**Read more** <http://www.alphagalileo.org/ViewItem.aspx?ItemId=135086&CultureCode=fr>