Des Nanosciences aux Nanotechnologies : quelques exemples

Claude Chappert

Institut d'Electronique Fondamentale
UMR 8622 CNRS et Université Paris Sud, Orsay

claude.chappert@ief.u-psud.fr

L'impact des nanosciences n'est nulle part plus évident que dans les technologies de stockage et traitement de l'information. Quelques exemples récents sur le domaine de l'enregistrement de masse (mini disque durs, mémoire Flash) illustrent comment une découverte fondamentale de laboratoire peut conduire en 10 à 20 ans à un changement de nos comportements (iPod, photo/vidéo numérique). Les circuits logiques semi-conducteurs (microprocesseurs) se développent aussi très vite, tout en se spécialisant pour réaliser des applications très diverses (System on Chip). Et la loi de Moore, qui décrivait au départ le rythme de miniaturisation des microprocesseurs, semble maintenant s'appliquer à une gamme bien plus large de produits qui interagissent dans le développement des technologies multimédia.

Mais pour des raisons évidentes il n'est pas possible de continuer indéfiniment à "doubler tous les 18 mois le nombre de transistor à la surface des puces électronique", et les experts prévoient la fin de l'évolution technologique actuelle vers 2013-2016. A ce stade, le transport électronique dans les circuits semi-conducteurs sera devenu en grande partie "quantique", et la fabrication classique "top-down" commencera à atteindre un véritable "mur".

Autour essentiellement de l'exemple des mémoires, j'essaierai de montrer comment, pour faire face à ce "mur", on s'oriente vers une très grande diversification des nanotechnologies, faisant appel aux technologies de l'optique, du magnétisme, de la chimie, mieux adaptées à chaque fonction spécifique recherchée. L'intégration de molécules pour réaliser les cœurs des nano-dispositifs pourrait par exemple devenir une réponse pour fabriquer des réseaux de nano-objets mono-disperses, promettant une électronique moléculaire et quantique. L'intégration de fonctions complexes dans un seul dispositif est une autre façon de miniaturiser les fonctions logiques, qu'on peut illustrer par exemple dans l'évolution de "l'électronique de spin", qui utilise les effets de transport dépendant du spin de l'électron. On réfléchira aussi à l'impact que ces nouveaux dispositifs, plus denses et moins "fiables" que leurs prédécesseurs, auront sur l'architecture des circuits pour conserver une qualité suffisante de fonctionnement (architectures neuronales, corrections d'erreurs, autoorganisation, …).

Je décrirai aussi quelques avancées similaires de la photonique, qu'on peut décrire comme la science de manipulation des photons, et qui subit aussi un développement étonnant vers une nano-photonique.

Enfin, j'essaierai de montrer sur quelques exemples comment l'utilisation de nanostructures et nanotechnologies peut aussi permettre des avancées considérables dans le domaine de la santé.

Quelques références:

- "Nanomonde: Des Nanosciences aux nanotechnologies", par Roget Moret, CNRS Editions, ISBN 2-271-06468-6
- "A la découverte du Nanomonde", brochure téléchargeable éditée par le Ministère de la Recherche, www.recherche.gouv.fr/brochure/nanomonde.pdf
- Dossier "Nanotechnologies et Santé", site Sagasciences du CNRS, www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosnano/accueil.htm