



STMicro
relève le défi de

electronics
l'infiniment petit



Mini Bio

Jean-Marc Chéry

• Jean-Marc Chéry est directeur de la R&D technologique (et vice-président exécutif) du groupe STMicroelectronics depuis 2008. Il a débuté sa carrière chez Matra au service qualité. En 1986, il rejoint Thomson Semiconducteurs (France), qui fusionnera par la suite avec l'italien SGS Microelettronica (Italie) et deviendra l'actuel STMicroelectronics. Il occupe ensuite différents postes de direction (planification, contrôle des opérations de production...). Il est nommé en 2006 à la tête des activités de fabrication de tranches de silicium (front end) de la région Asie-Pacifique. Diplômé de l'Ensam Paris, Jean-Marc Chéry est également membre du groupe de soutien au programme européen de R&D en microélectronique « Catrene » et siège à l'un des bureaux de la direction de l'Agence de Singapour pour la science, la technologie et la recherche.

► En 2001, plus de quinze acteurs majeurs produisaient des composants électroniques avec une finesse de gravure de 0,13 micron. L'année dernière, ils n'étaient plus que quelques-uns à maîtriser la technologie en 32 nm, et ils seront probablement encore moins en 22 nanomètres d'ici à deux ans. STMicroelectronics, qui en fera partie, doit sa place à une obsession : l'innovation. Décryptage du département, forcément vital pour le groupe franco-italien.

TEXTE : DJAMEL KHAMÈS. PHOTOS : STMICROELECTRONICS.

Derrière chacun des gestes de notre vie quotidienne se cache une puce électronique. Derrière nombre de ces puces se cachent les circuits intégrés du groupe STMicroelectronics (ST). L'industriel – né en 1987 du rapprochement de Thomson Semiconducteurs (France) et de SGS Microelettronica (Italie) – s'est imposé comme fournisseur stratégique de circuits intégrés et de composants discrets sur silicium dans les secteurs des télécommunications (40 % du chiffre d'affaires), de la distribution (16 %), des périphériques informatiques (13 %), de l'électronique grand

public (12 %), de l'automobile (12 %) et des applications industrielles (7 %). L'une des explications majeures de ce succès tient à son engagement constant en faveur de la recherche et développement. Elle a représenté 28 % de son chiffre d'affaires en 2009, année où le montant des investissements a été maintenu malgré la crise économique, et ce afin d'anticiper continuellement les futures tendances et de saisir de nouvelles opportunités de marché et d'applications.

Deux autres chiffres confirment le poids et l'étendue de l'innovation chez STMicroelectronics : le groupe



possède un portefeuille d'environ 19 000 brevets et une armée de cerveaux, avec quelque 25 % des salariés travaillant dans la R&D (sur les plus de 50 000 qu'emploie STMicroelectronics), qui enrichissent ce capital en permanence par leurs découvertes.

► La R&D couvre toute la chaîne de valeur du semi-conducteur

Avant toute chose, les chercheurs imaginent un produit pour répondre aux attentes des clients ou explorer de nouvelles pistes technologiques. Pour atteindre ces objectifs, un processus, aujourd'hui bien huilé, s'applique à la recherche maison. Jean-Marc Chéry, directeur de la R&D de STMicroelectronics, en définit les grandes lignes : « Quand nous spécifions un produit, nous atteignons un niveau d'abstraction très élevé, aussi bien sur la partie logicielle que matérielle. Une fois les spécifications établies, nous décrivons le produit le plus précisément, jusqu'à l'état 0 ou 1 des transistors qui le composent, après avoir préalablement détaillé les sous-systèmes, complexes ou non, et les blocs élémentaires. Ensuite, nous concevons et testons les processus de sa fabrication et de son assemblage. »

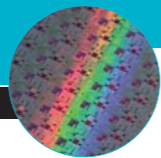


Le groupe industriel maîtrise à l'évidence les compétences qui s'étendent du design du produit à la sortie de la ligne de production. De fait, c'est toute la chaîne de valeur du semi-conducteur qui est couverte.

Concrètement, la recherche et développement de STMicroelectronics se joue sur deux niveaux, avec une R&D produit et une R&D technologique, et en quatre actes : la conception (design du produit), les techniques de conception, les procédés de fabrication et l'intégration du produit dans son boîtier (assemblage). ST souhaite à la fois maîtriser avant tout sa production, tout en ayant une flexibilité dans la production des circuits pour ses clients, et de ce fait travaille avec



Le groupe possède un portefeuille d'environ 19 000 brevets et une armée de cerveaux, avec quelque 25 % des salariés travaillant dans la R&D, qui enrichissent ce capital en permanence par leurs découvertes.



FOCUS

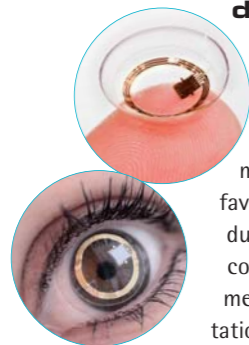
Plan nanoélectronique et Grand emprunt

Le premier appel à projets du volet « services, usages et contenus innovants » du Fonds pour la société numérique (FSN), créé dans le cadre du Grand emprunt, a été lancé le 30 septembre. Il est dédié à la R&D en nanoélectronique. Un deuxième appel nano sera lancé en 2011. Le montant des subventions n'a pas été précisé par le gouvernement, mais on parle de plusieurs centaines de millions d'euros pour l'ensemble du FSN. □

des fondeurs qui traitent de gros volumes de production au niveau mondial, tels que TSMC ou Global Foundries. L'assemblage, de son côté, est réalisé en bonne partie en interne, car il nécessite des compétences spécifiques, notamment la maîtrise des collages des puces et des connexions entre puces et boîtiers (certains circuits comptent plusieurs milliers de connexions).

► La prédiction de Moore toujours d'actualité

Aujourd'hui comme hier, l'histoire pousse vers la réduction de la taille des transistors afin d'en mettre davantage sur une même plaque de silicium, ce qui favorise la miniaturisation des produits électroniques. Trois autres constantes apparaissent : l'augmentation de la vitesse de commutation des transistors (passage de



l'état 0 à l'état 1 et inversement), l'abaissement de leur consommation d'énergie, et la maîtrise de la dissipation thermique. Le premier phénomène permet d'accélérer la rapidité d'exécution d'un ordre ; le deuxième de ralentir, par exemple, le temps de décharge des batteries de produits électroniques portables ; le troisième rend la miniaturisation robuste, donc fiable.

Dans tous les cas, Gordon Moore, cofondateur d'Intel, se rappelle au bon souvenir des spécialistes du semi-conducteur. Il a prédit que la densité d'intégration de transistors doublerait tous les dix-huit mois tout en conservant des performances équivalentes. L'impact de cette évolution est consi-



dérable sur les processus de fabrication et, selon Jean-Marc Chéry, « ils absorbent l'essentiel des efforts de R&D en technologie semi-conducteur ». Cette recherche peut être séparée en deux mondes : le « more Moore » et le « more than Moore ». Le premier tire l'innovation vers l'électronique de plus en plus fine, allant jusqu'à quelques couches d'atomes ; le second se satisfait des dimensions actuelles et cherche à multiplier « l'interfaçage » avec le plus grand nombre de produits diversifiés possibles (capteurs, accéléromètres...). Aux contraintes de la loi de Moore – qui pousse vers une miniaturisation de plus en plus marquée, une vitesse de plus en plus grande des opérations de

calcul avec une consommation d'énergie de plus en plus faible et un abaissement des coûts –, Jean-Marc Chéry ajoute deux autres tendances : « l'augmentation des capacités de stockage et de communication ». La puce doit emmagasiner plus de données sur la même unité de mémoire, et échanger des informations de plus en plus vite avec son environnement. La convergence multimédia bénéficie de cette évolution technologique. D'ores et déjà, des puces gravées en 32 nanomètres sont disponibles.

Les produits de quelques nanomètres deviendront problématiques à réaliser. En effet, « les méthodes conventionnelles de photo-lithographie deviendront de plus en plus inopérantes au-dessous de 22 nm. À partir de 14 nm, nous aurons une rupture technologique. La photolithographie n'aura plus la résolution nécessaire. Nous serons obligés de passer à d'autres technologies de gravure, comme l'extrême UV (ultra violet). Une seconde rupture technologique touchera l'architecture même du transistor », précise Jean-Marc Chéry.

► Les systèmes complexes tirés par le « more than Moore »

Dans l'univers « more than Moore », la course à la réduction des dimensions n'est pas l'objectif principal. On cherche plutôt à empiler des composants hétérogènes les uns sur les autres : microprocesseur, mémoires statique et dynamique, interface radioélectrique.

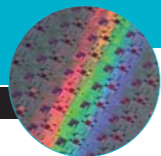


PROGRAMME NANO 2012

► L'objectif du programme Nano 2012 est de faire du site de Crolles l'un des pôles les plus avancés au monde pour le développement de nouvelles générations de semi-conducteurs. Démarré en 2008, il prendra fin en décembre 2012. Les acteurs sont STMicroelectronics et le CEA-Leti. Leurs associés sont IBM, ST-Ericsson, l'Inria, le CNRS, ASML, Mentor Graphics et plusieurs PME... Nano 2012 doit permettre la création de 660 emplois et nécessite 2,3 milliards d'euros de dépenses de R&D. Le soutien des pouvoirs publics s'élève à 457 millions, et en tant que chef de file, STMicroelectronics peut recevoir une aide de 340 millions. Objectifs : produire les technologies CMOS dérivées pour applications spécifiques à valeur ajoutée, de type basse consommation, RF (radiofréquences), analogique et mémoires embarquées, migrer les technologies du 32 au 22 nm, stimuler l'environnement local, national et européen avec des nanotechnologies qui favoriseront l'innovation dans de nombreux secteurs d'application.

En d'autres termes, on cherche à créer un composant unique à partir de plusieurs composants différents, jusqu'à en faire un quasi appareil électronique. En revanche, les tests de ces nouveaux éléments seront plus compliqués à mener.

Dans ce cas de figure, chaque composant possède des fonctions de calcul, de traitement du signal, de stockage d'information... Pour que l'ensemble communique et « tourne » correctement, on intègre des logiciels. ST travaille donc aussi bien sur des problé-



•
**IBM a rejoint ST
 sur le site de Crolles
 pour développer ensemble
 des technologies différenciées
 sur les systèmes sur puce.**
 •



CHIFFRES

CHIFFRE D'AFFAIRES
 8,5 milliards
 de dollars (2009)

BUDGET R&D
 2,3 milliards
 de dollars (2009)

**PERSONNEL DÉDIÉ
 À LA R&D**
 Environ 25 %

**NOMBRE DE BREVETS
 DÉPOSÉS PAR AN**
 + de 700
 en moyenne

STOCK DE BREVETS
 19 000

matiques matérielles que
 logicielles.

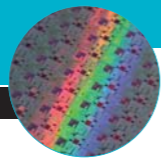
On peut dire que le « more than Moore » est tiré par les applications. Et elles sont infinies. Exemple de l'automobile : différents capteurs remontent des informations sur la pression des pneus, les conditions climatiques extérieures, le comportement du moteur... Le système sur puce qui recueille ces données peut opérer, quasi en temps réel, une modification des paramétrages pour optimiser l'utilisation de la voiture. On peut imaginer un système analogue adapté à l'assistance à la conduite du pilote d'une voiture.

Le montant des investissements en R&D dans le « more than Moore » est si élevé qu'un certain nombre d'acteurs du secteur ont dû s'en écarter. ST reste un acteur majeur du continent européen dans les univers « more Moore » et « more than Moore », entre autres grâce à sa stratégie d'alliances technologiques.

► **L'innovation s'appuie
 sur des partenariats
 publics et privés**

Sur le site de Crolles, en Isère, « STMicroelectronics bénéficie de la recherche prospective menée par les chercheurs du CEA-Leti et du CNRS », déclarait à l'époque Hervé Mingam, directeur des technologies avancées de STMicroelectronics, il y a plus de trois ans, lors du Salon européen de la recherche et de l'innovation. Il ajoutait : « Cette force d'intelligence est confortée par les liens étroits noués avec plus de 50 laboratoires universitaires en France, dans lesquels 180 thésards, en contrat Cifre avec ST, explorent des technologies nouvelles pour résoudre les difficultés fondamentales à 22 et 16 nanomètres. » Chaque année, le franco-italien recrute





•
STMicroelectronics collabore aussi avec des centres de recherche publics à l'étranger, en Asie, aux États-Unis et en Europe.
 •

une cinquantaine d'étudiants avec le statut de Cifre. Les propos sont anciens mais toujours actuels.

STMicroelectronics collabore aussi avec des centres de recherche publics à l'étranger, en Asie, aux États-Unis et en Europe, à l'image du Centre inter-universitaire de microélectronique (IMEC) en Belgique et l'institut Fraunhofer en Allemagne.

L'industriel mène aussi des partenariats avec des entreprises privées. L'exemple le plus emblématique est celui de l'International Semiconductor Development Alliance.

Rassemblés autour d'IBM à East Fishkill, dans l'État de New York, sept fabricants¹, dont STMicroelectronics, mènent des travaux communs sur la maîtrise des technologies de 32 et 22 nanomètres. En retour, IBM a rejoint ST sur le site de Crolles pour développer ensemble des technologies différenciées sur les systèmes sur puce. Réciproquement, chaque société a installé des équipes de chercheurs sur leurs sites.

Parmi les autres alliances, on peut par exemple citer la co-entreprise créée récemment avec Ericsson dans le sec-

teur des plates-formes mobiles et de solutions dites « *semi-conducteurs sans fil* ».

Enfin, il y a les recherches collaboratives initiées par l'Union européenne ou le gouvernement français à travers l'ANR. STMicroelectronics a été, par exemple, chef de file du projet Pullnano sur les technologies pour les circuits intégrés (6^e programme-cadre européen). Trente-huit sociétés et organismes y participaient (*lire l'encadré Plan nanoélectronique et Grand emprunt*). Leur travail sera poursuivi dans le projet Uttermost, avec la mission de mener à bien le développement des résultats de recherche de Pullnano dans le domaine du semi-conducteur.

Ces collaborations, partenariats et alliances sont dictés par la nécessité d'utiliser au mieux les ressources, car la recherche en micro-nanoélectronique est parmi les plus gourmandes au monde en termes de financement. L'infiniment petit coûte infiniment cher... □

1. IBM, STMicroelectronics, Renesas (regroupement NEC-Renesas), Infineon, Samsung, Toshiba et Global Foundries (ex AMD-Chartered).

