



Les réseaux mondiaux d'innovation dans l'industrie des télécommunications

Synthèse

Mardi 19 septembre 2006, 8h30 - 11h30

à l'IFRI - 27 rue de la Procession - 75015 Paris

Rappel du programme : http://www.anrt.asso.fr/fr/pdf/ANRT-IFRI_telecom_sept2006.pdf

Introduction

Frédérique SACHWALD, *responsable des études économiques, IFRI*

La première session de cette conférence consacrée à l'innovation dans l'industrie des télécommunications portera à la fois sur le secteur des équipementiers, avec Julien Salanave, responsable du pôle équipement à l'IDATE, et sur celui des opérateurs, que nous retrouverons en seconde session avec l'intervention de Jacques Guichard, de France Telecom. Malheureusement, Max Von Zedtwitz ne pourra participer à notre première session mais il m'a adressé quelques éléments que je présenterai à sa place.

La R&D dans les stratégies des équipementiers télécom : bilan et perspectives

Julien SALANAVE, *responsable du pôle télécommunication, IDATE*

[*Cliquez ici*](#) pour accéder à la présentation power point de J. Salanave)

L'IDATE est un cabinet de conseil spécialisé dans les industries et marchés des télécommunications, de l'internet et des médias audiovisuels. Je vais vous présenter un état des lieux général de la R&D dans les télécommunications, qu'il s'agisse des opérateurs ou des équipementiers au sens large (fournisseurs d'infrastructures et fabricants de téléphones mobiles), puis revenir sur les enjeux spécifiques auxquels sont confrontés les équipementiers, en particulier en matière d'internationalisation de la R&D. Je terminerai par deux minis études de cas qui permettront de présenter des approches innovantes en la matière.

Les effets de la généralisation du protocole IP

L'industrie des télécommunications connaît actuellement une profonde recomposition, affectant aussi bien les opérateurs que les équipementiers, liée à la rupture technologique introduite par l'adoption du protocole IP comme de référence sur les réseaux de télécommunication.

La généralisation de cette innovation a fait apparaître de nouveaux usages tels que l'e-mail, la voix sur IP, le peer-to-peer, et bientôt la visiophonie sur IP. Nous avons mené une étude sur le volume des communications de personne à personne s'effectuant via le téléphone (fixe et mobile) et via le courrier (par e-mail). Même en excluant les spams, les échanges par courrier électronique sont plus importants, en équivalent minutes, que l'ensemble des télécommunications par fixe et par mobile. Il s'agit donc d'un enjeu considérable pour l'industrie des télécommunications.

Deuxième conséquence de cette rupture technologique, une nouvelle économie des réseaux. Nous sommes passés d'une économie dans laquelle la capacité des réseaux était contrainte, et où la problématique principale des opérateurs était de tarifier cette ressource limitée, à une économie dans laquelle la ressource est abondante et quasiment illimitée. La problématique est désormais de monétiser une ressource pratiquement infinie, qu'il s'agisse des réseaux filaires ou, dans une moindre mesure, des radio-télécommunications.

Le troisième effet de cette rupture technologique est la déverticalisation de l'industrie. L'émergence de l'IP a cassé le modèle intégré vertical des télécommunications qui comprenait un réseau cœur et un réseau d'accès dédiés, entièrement contrôlés par un opérateur historique en situation de monopole. L'horizontalisation des couches dans les réseaux permet aux opérateurs, à partir d'un cœur unifié, de gérer une multiplicité de réseaux d'accès. Les interfaces entre les différents terminaux ont été normalisées de sorte que l'ensemble des terminaux peuvent tourner sur n'importe quel réseau. De ce fait, les opérateurs ont perdu le contrôle des équipements. Cette déverticalisation vaut pour tous les maillons de la chaîne de valeur et à une incidence particulièrement forte sur les équipementiers

La dernière conséquence de l'émergence de l'IP, qui a coïncidé avec la dérégulation, est le développement d'une concurrence exacerbée : depuis deux ou trois ans, on voit apparaître de nombreux fournisseurs applicatifs qui ne disposent pas de réseaux propres et sont cependant capables de rivaliser avec les opérateurs sur leur fonction première, à savoir la téléphonie

L'effort d'investissement des opérateurs

Avant d'évoquer l'effort de R&D des équipementiers, je voudrais rappeler quelques éléments très structurants pour leur développement : les investissements réalisés par les opérateurs, les mouvements de concentration, la localisation des investissements dans le monde.

L'investissement global réalisé par les opérateurs est une variable fondamentale pour le secteur des équipements. Depuis 2003, on observe une reprise des investissements des opérateurs, qu'on évalue à 200 milliards de dollars en 2005. Un changement notable s'est produit entre temps : la majorité des investissements est réalisée par les opérateurs de téléphonie mobile ou les filiales mobiles d'opérateurs intégrés, et non plus par les opérateurs de téléphonie fixe.

Le niveau d'investissement cumulé des dix principaux opérateurs mondiaux (NTT, BT, DT, FT, AT&T, KT, Telefonica et Telecom Italia), une fois passées la bulle des années 90-2000 et la crise qui a suivi, est revenu à celui de 1996 en valeur constante. Dans la mesure où leurs activités ont fortement cru pendant cette période, cela traduit une diminution de leurs investissements par rapport à leur chiffre d'affaires.

Une deuxième variable très importante pour les équipementiers est la consolidation du secteur des opérateurs à laquelle on assiste depuis deux ans. Cette consolidation a pour conséquence la concentration des investissements entre les opérateurs majeurs. Dans le secteur de la téléphonie fixe, plus de 60 % des investissements mondiaux réalisés en 2005 l'ont été par les dix principaux opérateurs. Dans celui de la téléphonie mobile, qui reste un peu plus fragmenté mais qui est en train de se concentrer de façon très rapide, 56 % des investissements ont été réalisés par les dix principaux opérateurs.

Troisième variable qui n'est pas sans conséquence pour les équipementiers, la reprise des investissements se fait surtout dans les zones émergentes, qu'il s'agisse de la Chine, de l'Inde, de l'Amérique latine ou de l'Europe centrale ou de l'est. Le mouvement est particulièrement sensible pour la téléphonie mobile. Aujourd'hui, les pays industrialisés, c'est-à-dire l'Amérique du nord, l'Europe de l'Ouest, le Japon et la Corée du sud ne représentent plus que 65 % des investissements mondiaux dans le mobile, tout le reste étant réalisé dans les pays émergents.

Ces différentes évolutions ont provoqué chez les équipementiers des mouvements similaires de concentration, avec la fusion Exxon Marconi l'an dernier, et cette année l'opération Alcatel Lucent et le rapprochement entre Nokia et Siemens. Ces opérations sont clairement orientées vers des réductions de coûts et d'emplois, d'autant plus nécessaires qu'apparaissent dans les pays émergents de sérieux concurrents tels que Huawei et ZTE, qui dès maintenant pèsent fortement, y compris en dehors de leur marché domestique. Entre les deux, les acteurs de milieu de tableau, c'est-à-dire les équipementiers au portefeuille diversifié qui n'ont pas réussi à atteindre la taille critique, laquelle se situe aujourd'hui aux environs de 20 milliards d'euros de chiffre d'affaires, risquent d'être mis en difficulté.

L'effort de R&D des opérateurs et équipementiers

Venons-en maintenant à l'effort de R&D, qui est relativement difficile à quantifier car les méthodologies varient d'un pays à l'autre. Nous avons cependant tenté l'exercice, en mesurant cet effort à la fois pour les opérateurs et pour les équipementiers. Nous sommes parvenus au chiffre de 35 milliards de dollars d'investissement mondial dans la R&D, réalisé pour moitié par les opérateurs et pour moitié par les équipementiers. L'intensité de cet effort est très contrastée : pour les opérateurs, elle représente en moyenne 1,5 % du chiffre d'affaires, et pour les équipementiers 12 %. De même, parmi les équipementiers,

l'effort de R&D des fournisseurs d'infrastructure est supérieur à ces 12 %, alors que pour les fabricants de terminaux mobiles, il est en moyenne de 7 % du chiffre d'affaires.

Dans les deux cas, si on excepte la période d'euphorie entre 1991 et 2000, l'investissement dans la R&D est resté à peu près stable depuis 1996. Pour les 8 principaux équipementiers mondiaux, il s'élève en 2005 à un peu plus de 15 milliards de dollars cumulés.

En matière d'intensité de l'effort, on observe une légère augmentation, mécaniquement liée au fait que la stabilisation des dépenses de R&D s'est produite dans un contexte où le chiffre d'affaires avait plutôt tendance à décroître : les équipementiers ont tenu à préserver leur capacité de R&D.

Sur la question de la localisation de l'effort, on constate également une très nette réallocation d'actifs et de ressources en faveur des pays émergents. A fin 2005, la Chine est sans surprise le premier marché pour les investissements réalisés par les équipementiers en matière d'infrastructures et de terminaux, avec 50 milliards de dollars d'investissement cumulés sur cinq ans. Elle est immédiatement suivie par Singapour et la Malaisie, qui ont bénéficié il y a trois ans d'investissements massifs d'externalisation de production de la part d'équipementiers qui souhaitaient se désengager des fonctions d'assemblage. L'Inde a ouvert plus tardivement son marché aux investissements étrangers mais elle est en train de mettre en place une politique désormais très agressive pour les attirer. Les investissements étrangers réalisés en Inde pendant la première moitié de l'année 2006 représentent 60 % du montant investi pendant les 5 années précédentes.

Des acteurs comme Nokia ou Ericsson ont été les premiers à s'installer à proximité de leurs nouveaux très gros clients, mais c'est aujourd'hui l'ensemble des équipementiers qui se dotent dans ces pays de capacités de recherche. Celles-ci concernent le développement appliqué et l'intégration de systèmes plus que la recherche fondamentale.

Le cas de Cisco

Du fait de son historique, la société Cisco n'est généralement pas classée parmi les équipementiers télécom. Cisco se consacrait, à l'origine, aux infrastructures réseaux d'entreprise, et ne s'est lancée dans les infrastructures opérateur qu'à partir de 1995. A l'heure actuelle, en cumulant les deux activités, Cisco est le plus important équipementier au monde en valeur absolue, devant Alcatel-Lucent et Ericsson-Marconi. L'essentiel de son

chiffre d'affaires est réalisé auprès des entreprises, mais la généralisation de l'IP a permis à Cisco de s'imposer en une dizaine d'années comme un très gros acteur du monde des équipements.

Dès le milieu des années 90, Cisco a élaboré une double stratégie : un effort soutenu de R&D interne, avec des ressources dédiées comparables à celles qui étaient mobilisées par la plupart des équipementiers ; une stratégie de croissance externe à travers le rachat de jeunes sociétés développant des technologies innovantes susceptibles d'enrichir le portefeuille Cisco.

Ce type d'investissement se fait en deux étapes : investissement dans une jeune société à une étape où le risque technologique est encore important ; puis, si le risque est levé, acquisition de la société avec maintien des équipes porteuses de ses activités. Depuis une dizaine d'années, Cisco a réalisé plus de 600 investissements de ce type, qui ont abouti à près de 120 acquisitions. A de rares exceptions près, il s'agissait de sociétés n'ayant encore aucun chiffre d'affaires, mais disposant d'innovations produit et de propriétés intellectuelles stratégiques pour Cisco.

Pendant les années difficiles, Cisco a réduit cette politique de croissance externe, mais a en revanche maintenu son effort de R&D interne. Actuellement, il est intéressant d'observer que Cisco effectue près de 30 % de ses acquisitions en dehors du marché américain, principalement sur le marché israélien, qui historiquement a produit beaucoup d'innovations fondamentales dans le marché des télécommunications, mais également en Chine et en Inde. En moins de deux ans, une trentaine d'investissements ont été réalisés sur le marché chinois, et ce pour des montants importants (plus de 300 millions de dollars).

Le cas de Tech Mahindra

Tech Mahindra est une société indienne fondée il y a 20 ans avec le parrainage de British Telecom, pour assurer des activités off-shore. Elle s'est fortement repositionnée depuis et constitue un exemple intéressant de stratégie pour des opérateurs et des équipementiers occidentaux qui souhaiteraient prendre part à la dynamique de croissance et aux bénéfices que peuvent représenter des investissements dans les pays émergents.

L'offre de produit de Tech Mahindra est aujourd'hui très complète : il ne s'agit plus seulement du développement d'applications jugées non stratégiques par les opérateurs ou équipementiers, mais aussi d'ingénierie externalisée, de maintenance, de gestion des cycles de vie, d'hébergement de plates-formes et de développement de produits spécifiques, notamment pour BT 21 CN. Tech Mahindra a assuré l'équipement du réseau de nouvelle génération de British Telecom et a également développé des offres pour AT&T ou encore pour Telefonica. Elle réalise une part importante de son chiffre d'affaires avec des équipementiers occidentaux comme Alcatel ou Motorola.

Les partenariats prennent la forme de joint ventures ou de contrats spécifiques pour le développement de solutions logiciel ou de hard ware. Les ressources de Tech Mahindra sont mises à disposition sur la base d'accords de confidentialité très stricts. L'entreprise peut ainsi travailler avec des équipementiers concurrents sur des marchés pour lesquels ils ne sont pas encore en compétition frontale, mais entre lesquels existent des zones de rapprochement importantes.

Tech Mahindra ne pèse pas encore beaucoup sur l'échiquier mondial car son chiffre d'affaires est inférieur à 300 millions de dollars. Elle vient cependant de s'introduire en bourse avec une valorisation d'un milliard de dollars et sa courbe de croissance est telle qu'elle atteindra probablement le milliard de dollars de chiffre d'affaires dans les deux ans qui viennent. Elle commencera alors à compter au niveau mondial.

Le même type de partenariats commence à se développer sur le marché chinois, entre des fabricants de terminaux mobiles européens et chinois, ou encore dans le secteur des infrastructures.

Les perspectives

L'un des effets principaux de la généralisation de l'IP a été d'étendre l'innovation bien au-delà des sphères où elle était cantonnée alors, chez les opérateurs et les équipementiers. Aujourd'hui, une grande partie de l'innovation, celle qui génère de nouveaux usages et stimule le trafic, porte sur les services et vient du monde « non télécom ».

On peut s'attendre à ce que les mouvements de consolidation et la concurrence exacerbée de la part des équipementiers émergents pèsent de plus en plus sur l'intensité de leur R&D : il est peu probable que les dépenses de R&D interne recommencent à augmenter en proportion du chiffre d'affaires dans les années qui viennent.

On peut également prévoir que la réallocation des ressources et des actifs de R&D sera le reflet de l'internationalisation des marchés financiers, pour accompagner le développement des marchés émergents.

Enfin, de nouveaux modèles de R&D vont probablement apparaître. J'en ai cité deux qui ont été couronnés de succès, mais il en existe probablement beaucoup d'autres à expérimenter.

Quelques questions

Dans quelle mesure la R&D peut-elle continuer à être une source de différenciation pour les opérateurs et équipementiers, à supposer qu'elle ne l'ait jamais été ? Il y a encore quelques années, la structuration de l'industrie des télécommunications était fortement verticalisée, avec un équipementier national fournissant un opérateur historique national. Cette organisation a volé en éclats. Les équipementiers se sont internationalisés et de nombreuses redondances sont apparues entre eux : les recherches menées par Alcatel en France étaient à peu près les mêmes que celles que conduisait Lucent aux Etats-Unis, Nortel au Canada ou Ericsson en Scandinavie. Aujourd'hui se pose la question de la réorientation de la R&D des équipementiers en fonction de leurs avantages compétitifs par rapport à leurs concurrents directs.

Une deuxième question porte sur la probabilité et l'anticipation de ruptures fondamentales du type de la généralisation de l'IP et du basculement vers le tout optique dans les dix années à venir. Beaucoup d'innovations se produisent actuellement, mais il s'agit d'innovations incrémentales plutôt que de véritables ruptures capables de modifier profondément les règles du jeu et d'alimenter une vague d'innovations dans les services.

Enfin, quel sera le rôle des politiques publiques pour soutenir l'innovation, dans un contexte où celle-ci ne sera plus uniquement portée par les grands groupes industriels, mais proviendra également d'un panel très large de jeunes sociétés innovantes ?

Dynamique de l'innovation dans les télécommunications

Laurent GILLE, *professeur, Télécom Paris*

([Cliquer ici](#) pour accéder à la présentation power point de L. Gille)

Pour évoquer l'évolution de la dynamique de l'innovation dans les télécommunications, je repartirai de ce que Julien Salanave a appelé la déverticalisation de ce secteur. Nous sommes passés en quelques années d'un système technique des télécommunications totalement intégré et vertical à un système modulaire qui articule des éléments techniques tels que les réseaux ou les plates-formes et des éléments informatiques issus de différentes technologies (technologie optique, hertzienne, nanotechnologies...).

L'hélice

La thèse que je défends est que ce passage d'un système intégré à un système modulaire s'explique par l'existence de différentes horloges de l'innovation. On n'innove pas au même rythme dans les différents secteurs technologiques. La technique progresse comme les plaques tectoniques, avec des frottements par endroit, des ruptures ailleurs.

Dans un premier temps, les rigidités induites par ces inégalités d'évolution conduisent à dissocier les différents secteurs les uns des autres afin de tirer le meilleur parti des innovations émergeant dans chaque domaine.

Dans un deuxième temps, les enjeux d'assemblage, d'interconnexion, d'interopérabilité deviennent tels qu'il paraît à nouveau nécessaire de réduire cette fragmentation et d'intégrer ces différents modules.

Des chercheurs du MIT, Charles H. Fine et Daniel E. Whitney, ont parlé à ce sujet d'un « 8 » ou *hélice*. Après avoir parcouru tout le cycle de la déverticalisation et de la fragmentation de la chaîne de la valeur en différents modules qui permettent la désynchronisation de l'innovation, à la fois pour les produits, les process et l'organisation, on parvient à un point où l'hyper-modularité rend l'intégration difficile. L'ensemble du système industriel aborde alors un nouveau cycle caractérisé par la reprise de contrôle sur la chaîne de valeur afin de permettre l'interopérabilité des produits, des process et des

organisations. Une fois que l'intégration a suffisamment progressé, elle a tendance à rigidifier excessivement le système et à freiner l'évolution. On se retrouve alors au point de départ de l'hélice et d'un cycle de déverticalisation.

A l'heure actuelle, nous connaissons un système très modulaire et très horizontal, mais rien ne dit que les choses vont rester en l'état longtemps. On peut au contraire faire l'hypothèse que les limites de ce système ont été atteintes et que nous sommes à la veille d'un grand mouvement de réintégration.

Quelle réintégration ?

Aujourd'hui, les équipementiers proposent pratiquement tous les mêmes produits, car la rançon d'un univers modulaire, c'est une exigence accrue de standardisation. En particulier, la numérisation des réseaux, initiée dans les années quatre-vingts, s'est accompagnée d'une standardisation très marquée des interfaces, qu'on ne trouvait pas dans le monde analogique antérieur. Il est possible aujourd'hui d'opérer de façon isolée chaque partie d'un réseau en dissociant toutes les fonctions. Le dégroupage a constitué l'étape ultime de cette évolution, qui s'est caractérisée aussi par des stratégies de marques *inside* sur le modèle « Intel ».

Mais le dégroupage des réseaux optiques pose le problème des investissements à réaliser pour leur mise en place, de l'installation des terminaux chez les utilisateurs finaux, du passage au tout IP et au *triple play*, questions que la très forte modularisation du système rend particulièrement difficiles à traiter.

On observe actuellement des mouvements de chassés-croisés des différentes parties prenantes de cette industrie sur l'hélice que j'ai décrite, qu'il s'agisse de mouvements de rapprochement du côté des terminaux (x-box, free-box, 9-box, live-box mais aussi terminaux des consoles de jeux), ou de l'éclatement du modèle intégré des fournisseurs de contenus, confrontés à l'évolution différenciée des canaux de distribution.

Une chose est claire : les acteurs ont tout intérêt à s'intégrer, car en reprenant le contrôle de la chaîne de valeur ils peuvent plus facilement différencier leurs offres et en contrôler la valorisation.

La question cruciale est de savoir quel type d'acteur portera cette réintégration. Je soutiendrais volontiers l'idée qu'il ne s'agira pas des opérateurs de télécommunications, mais des intégrateurs de services tels que e-bay, Google, Yahoo!, Amazon ou Microsoft. En effet, au cours des vingt dernières années, comme le soulignait Julien Salanave, l'innovation est passée du monde des opérateurs au monde des équipementiers, et du monde du hardware à celui des services.

Les opérateurs historiques sont donc confrontés à un dilemme : ils sont dans la nécessité de réduire une modularisation qui pourrait précariser les investissements liés à l'intégration, mais savent qu'ils risquent de ne pas être les bénéficiaires de cette réintégration.

Qui définit la vitesse de l'horloge ?

Le premier secteur dans lequel les chercheurs ont mis en évidence le principe de l'hélice est celui de l'automobile. L'innovation progresse à une vitesse différente dans la conception des moteurs, dans l'énergie, dans la métallurgie, dans l'électronique. Toute la question est de savoir quel secteur va réussir à imposer sa propre horloge d'innovation aux autres. Dans l'automobile, ce rôle est longtemps revenu à l'électronique, mais aujourd'hui il semble que l'énergie soit en train de devenir la technologie motrice de l'innovation.

Dans le secteur de l'informatique, c'est IBM qui a inventé le PC, mais chacun sait que ce n'est pas cette firme qui a réglé la vitesse d'innovation du PC. Le couple Windows et Intel, c'est-à-dire l'association entre le producteur de logiciel et le producteur de composants a fait perdre à IBM la maîtrise du processus d'innovation de son propre produit.

Qu'en sera-t-il dans le secteur des télécommunications ? Cisco a prétendu, à une certaine époque, être en mesure de régler la vitesse de l'horloge autour du « tout IP », et annonçait dès 1997 qu'en 2002 il n'existerait plus un seul réseau TDM. Aujourd'hui, on constate que non seulement tous les réseaux ne sont pas en mode IP, mais qu'il n'est pas improbable que sur les réseaux de nouvelle génération, IP soit détrôné par Ethernet, un vieux protocole qui a su monter en puissance et s'implanter sur toutes les couches basses des réseaux.

La délocalisation en Chine de la R&D dans les télécommunications

Max VON ZEDTWITZ, professeur à l'université Tsingua, Pékin

([Cliquer ici](#) pour accéder à la présentation power point de M. Von Zedtwitz)

La situation mondiale actuelle se caractérise par quatre grandes tendances concernant les technologies de l'information et leurs usages.

Un mouvement irrésistible

La première est le fait que les centres de R&D vont se déplacer à proximité des nouveaux marchés et des communautés scientifiques locales. De moins en moins de compagnies occidentales sont capables de mener leurs recherches exclusivement depuis leurs bases. De petits sites de R&D vont se multiplier à proximité des grands centres scientifiques pour collaborer avec les universités, profiter de la flexibilité et des compétences des start-ups locales, pouvoir intégrer dans leur production la prise en compte des besoins des grands clients locaux.

En 2005, le nombre de laboratoires étrangers implantés en Chine était estimé à 700 ; j'en ai personnellement identifié 495. La progression a été rapide, avec seulement 4 créations de laboratoires en 93, une trentaine en 2003, et près d'une soixantaine en 2005. Il est probable que cette progression va bientôt se stabiliser, car la plupart des grands acteurs de la R&D sont désormais présents. Ces laboratoires sont fortement concentrés le long de la côte est, avec une spécialisation à Shanghai pour le développement, qui s'explique par la position géographique centrale, un nombre important d'expatriés et la proximité des clients, et à Pékin pour la recherche, liée à la proximité des décideurs politiques et à la forte densité universitaire.

Sur les 495 unités de recherche que j'ai identifiées, 333 se trouvent à Shanghai ou à Pékin, soit 67 %. D'autres localisations deviennent attractives, dans des villes un peu moins importantes (avec cependant 5 à 7 millions d'habitants), qui offrent des coûts immobiliers et de transports moins élevés et font l'objet de politiques gouvernementales.

Environ la moitié des unités de recherches étrangères implantées en Chine concernent le secteur des télécommunications, du logiciel et des technologies de l'information. A Shanghai, c'est le cas de 72 laboratoires sur les 203 que j'ai identifiés.

En matière de télécommunications, les domaines dans lesquels la recherche chinoise devrait être particulièrement féconde sont la nouvelle génération de téléphones mobiles (au delà de la troisième génération), la nouvelle génération de réseaux, des chips au nanomètre, et le traitement de l'information en chinois. Une invention particulièrement prometteuse est la technologie du TD-SCDMA (Time division – Synchronous code division multiple access), qui représente un effort pour s'affranchir des technologies occidentales et a été choisie en 2006 par le ministre de l'information comme standard pour l'ensemble des téléphones mobiles de la troisième génération.

Des formations de qualité, mais une incitation insuffisante à l'innovation

La seconde tendance est la qualité de tout premier ordre des formations de scientifiques et d'ingénieurs délivrées dans certains pays d'Europe de l'est, en Australie, en Inde et dans certaines parties de l'Asie de l'est, ainsi que l'existence de centres d'excellence en Amérique du sud, en Afrique du sud, en Chine, en Inde, et au sud-est asiatique. Les unités de R&D implantées par les compagnies occidentales dans ces régions bénéficient souvent des équipements technologiques les plus récents. Les chercheurs et étudiants qui retournent dans leurs pays d'origine parlent parfaitement l'anglais et sont bien formés aux nouvelles technologies.

En Chine, le nombre de diplômés (PhD et Masters) augmente très rapidement. Il a été multiplié par 5 entre 1998 et 2004. Leur répartition entre les différentes disciplines est très contrastée : 34 % dans l'ingénierie, 10 % dans les sciences, 6 % dans la médecine, 5 % dans l'économie. Près de la moitié des étudiants se consacrent ainsi aux sciences dites dures, ce qui est un taux beaucoup plus important qu'en Europe ou aux Etats-Unis.

Un élément important pour comprendre le fonctionnement de la R&D en Chine concerne le droit de propriété intellectuelle. Traditionnellement, les artisans sont encouragés à imiter les maîtres anciens, et selon un proverbe, « Voler un livre est un crime élégant ». Ces principes sont très utiles pour la diffusion des technologies, mais pas forcément favorables à l'innovation. Bien que la Chine ait été le foyer de très

nombreuses inventions, peu sont protégées par des brevets et l'incitation à l'innovation n'est donc pas très forte.

Les TIC favorisent la délocalisation de la R&D

Une troisième tendance concerne le rôle de l'expansion de l'Internet dans la délocalisation de la R&D. Les technologies de la réalité virtuelle, incluant les médias sensoriels et holographiques, mais aussi les outils de management s'appuyant sur les intranets et la communication de groupe, sont en train de se développer et vont accroître les capacités de communication et donc l'efficacité des équipes de recherche.

Le développement des capacités de R&D des entreprises locales

Les chercheurs rapatriés de l'étranger sont en mesure de développer des capacités de R&D locales. Des investissements locaux importants sont réalisés dans certains secteurs technologiques en Chine, en Inde et en Corée. Ils bénéficient à des entreprises locales qui peu à peu se constituent leur propre réseau mondial de R&D. De leur côté, les entreprises étrangères établies dans ces pays investissent dans les unités de recherche universitaires et apportent des fonds complémentaires, ce qui renforce leur capacité à monter en charge, sans parler des politiques publiques qui, notamment en matière de recherche sur les télécommunications, sont très volontaristes.

Denis RANDET, *délégué général de l'ANRT*

Le panel de cette conférence accorde une place numériquement plus importante aux équipementiers, mais nous avons vu en première session que du point de vue de la R&D, les problématiques étaient similaires à celles des opérateurs, bien que les montants investis ne soient pas les mêmes.

Cette deuxième session va nous permettre d'aborder des expériences de terrain, dans lesquelles les questions de formation, de culture, de mobilité tiendront probablement une place très importante. Sachant quels sont les taux de turn-over dans les unités de recherche délocalisés, le fait que Cisco parvienne à conserver 90 % des personnels de ses acquisitions constitue par exemple une remarquable performance. Par définition, l'objet même des télécommunications est de faire communiquer tous les humains entre eux, et nous sommes aujourd'hui à un stade de développement où c'est matériellement possible. Mais cette unification technique du monde n'efface pas les différences humaines et j'imagine que ce sera l'un des thèmes évoqués dans les exposés qui viennent.

Pourquoi internationaliser la R&D, à quelle vitesse et où ?

Roman TREBAOL, responsable des partenariats, NOKIA

([Cliquer ici](#) pour accéder à la présentation power point de R. Trebaol)

J'ai rejoint en 1994 l'équipe de Nokia France, qui à l'époque ne comptait que 5 personnes et en comprend 350 aujourd'hui. Pendant cinq ans, j'ai dirigé les ventes et les opérations auprès de SFR. J'ai ensuite participé à la création de l'équipe internationale en charge du compte France Télécom Orange, tant côté réseau que terminaux, et je suis actuellement directeur des partenariats

Une entreprise encore finlandaise ?

Entre 1995 et 2000, Nokia a connu une période de croissance spectaculaire : ses personnels sont passés de 32 à 60 000 personnes, et son chiffre d'affaires de 5 à 30 milliards d'euros. En 2000, la rentabilité était de 19 %. L'entreprise était alors majoritairement finlandaise, même si elle commençait à s'europaniser : sur cette période, les effectifs ont augmenté de 6 500 personnes en Finlande, mais de 20 000 à l'étranger. En 2000, Nokia comptait 22 usines de production dans 10 pays.

Les années 2001 et 2002 sont marquées par un arrêt brutal. En 2003, l'entreprise renoue avec les profits, mais pas avec la croissance. En 2005, les profits restent insuffisants et les effectifs sont à la baisse, que ce soit en Finlande, en Europe ou en Amérique du nord. En pourcentage des effectifs, la Finlande reste stable à 42 %. La seule zone où le nombre de salariés augmente est l'Asie pacifique, avec 1 500 recrutements, dont 600 en Chine.

Fin 2005, Nokia ne comptait plus que 14 usines dans 8 pays, dont 9 usines de terminaux. La production est une des fonctions stratégiques de l'entreprise, avec une logistique associée permettant de produire plus d'un million de téléphones par jour, et ce en flux tendus et au plus près de ses grands marchés : deux usines pour le continent américain (Mexique et Brésil), trois usines en Europe (Finlande, Allemagne et Hongrie), trois en Asie (deux en Chine, une en Corée). Une nouvelle usine ouvre cette année en Inde. Du côté des réseaux, 3 usines sont implantées en Finlande et 2 en Chine. Une nouvelle usine va également ouvrir en Inde.

Le 12 septembre dernier, un communiqué de presse de Nokia annonçait la signature de contrats pour un montant de 3,3 milliards d'euros d'investissement en Chine en 2006, représentant 6 700 personnes et six unités de R&D. Nokia est-il devenu chinois ? La réalité est plus nuancée.

En Finlande, Nokia représente 4 % du PNB, 35 % de la R&D privée et 25 % de la R&D totale du pays. L'entreprise verse plus d'un milliard d'euros d'impôt sur les sociétés et réalise 25 % des exportations nationales. Même si Nokia est en train de s'eupéaniser et de se mondialiser à très grande vitesse, l'entreprise reste finlandaise.

La R&D chez Nokia

La R&D de Nokia comprend quatre entités. Mobile phone développe des terminaux mobiles avec un budget R&D d'1,245 million d'euros. L'entité multimédia développe de nouveaux usages clients et des solutions de bout en bout autour de terminaux multimédias, avec un budget R&D de 860 millions d'euros. Le même concept est développé par l'entité Enterprise solutions, mais du côté entreprise : il s'agit de pouvoir utiliser n'importe quel terminal et n'importe quel réseau, pour n'importe quelle application ou information de l'entreprise. Le budget de R&D est plus modeste : 329 millions d'euros. Enfin l'entité Networks développe des infrastructures de réseau et des plates-formes de services pour ses clients opérateurs mobiles avec un budget de 170 millions d'euros. Globalement, la répartition entre les terminaux et les réseaux est de 70 % pour les terminaux et de 30 % pour les réseaux.

Le dispositif de R&D comprend également deux fonctions support. La première, Technology Platforms Research & venturing, est destinée à développer des composants et des plates-formes communes que les différentes entités peuvent ensuite récupérer afin de réduire leurs temps de cycle. Enfin Nokia dispose d'un centre de recherche fondamentale et appliquée. Le budget global de ces deux dernières fonctions est de 1,604 millions d'euros.

Notre centre de recherche fondamentale comptait fin 2005 1 100 personnes, ce qui correspond à 5 % de la R&D Nokia. Cet effectif comprenait 52 nationalités, et seulement 59 de ces chercheurs étaient finlandais. Nokia research center disposait de quatre sites en 1995 (Dallas, Cambridge, Helsinki, Tampere). Six nouveaux sites ont ouvert au cours de ces dix dernières années, dont deux sur la côte est des Etats-Unis, un à Bochum en Allemagne, un à Budapest, un à Pékin et un à Tokyo.

Cinq nouveaux sites pour Nokia Network

Les défis auxquels Nokia est confronté sont l'augmentation des coûts, associée à la diminution structurelle des marges ; la capacité à consolider de nouveaux produits ou technologies à l'intérieur des structures existantes ; les compromis entre le local et le global ; la réactivité à un marché fragmenté ; le passage d'un modèle d'entreprise de produits à celui d'une entreprise de service. La décision d'ouvrir un nouveau site de R&D peut avoir quatre raisons : répondre à une pression du marché ou à une pression politique ; trouver de nouvelles ressources en personnels ; accéder à de nouvelles technologies, ce qui constitue une justification particulièrement difficile à faire passer en interne ; diminuer les coûts.

Le site de Dallas a été créé en 1995 avec l'idée que pour réussir aux Etats-Unis, il fallait s'implanter localement et apparaître comme une entreprise américaine. Nous avons donc investi à la fois en technologies radio et cœur de réseau. Au bout de deux ans, nous nous sommes rendu compte que la R&D était de qualité, mais les coûts beaucoup trop élevés. Avec l'éclatement de la bulle, nous avons réduit les effectifs et depuis la fin de l'année 2002, nous n'avons conservé qu'une petite partie de l'activité.

Le site de Budapest a été créé en 1998 avec l'objectif de recruter beaucoup de personnel et très rapidement. Cet objectif a été atteint : au bout de deux ans, le centre comptait 350 personnes, avec des coûts inférieurs de moitié à ceux de la Finlande. Beaucoup d'autres sociétés se sont implantées en Hongrie, ce qui a eu l'inconvénient de tendre le marché du travail.

Le site de Mountain View a été fondé en 2001 afin de développer l'IP. Nous avons fait l'acquisition de plusieurs sociétés et construit une équipe de 200 personnes, mais les coûts étaient trop importants et nous avons compris que, même si ces technologies étaient critiques, il était tout à fait inefficace de les développer depuis la Californie. Nous nous sommes donc recentrés, pour ce laboratoire, sur les activités à haute valeur ajoutée.

La création du site de Hangzhou, au sud de Shanghai, en 2001, marque l'arrivée de Nokia en Chine et répond à une demande explicite des opérateurs et du gouvernement chinois. Le coût de la R&D est de 40 % par rapport au coût en Finlande, et sa qualité et son

efficacité sont de haut de niveau. L'équipe compte 300 personnes et contribue de façon croissante à l'activité radio globale du groupe.

Le site de Chengdu a ouvert en 2005 et comprend 100 personnes. L'objectif est d'accéder à de nouvelles compétences sur des domaines très précis, et de créer un deuxième pôle d'investissement dans une nouvelle province chinoise. L'accueil du gouvernement local a été excellent, l'ouverture a pu se faire très rapidement et les coûts de la R&D sont très faibles. Nous prévoyons plusieurs centaines de recrutement dans les années qui viennent.

Maîtriser les coûts de la R&D

Entre 1995 et 2000, le personnel de R&D de Nokia est passé de 7 000 à 19 000 personnes, avec un budget bondissant de 300 millions à 2,6 milliards d'euros et des croissances de 50 % annuels. Pendant les années difficiles, l'entreprise a voulu rester résolument high tech afin de distancer les concurrents, aussi bien côté terminaux que réseaux. Le nombre de personnel R&D a donc encore augmenté de 8 % entre 2000 et 2005. Il représente aujourd'hui 37 % des effectifs, ce qui est énorme.

Malheureusement, en termes de budgets, la croissance a été pendant la même période de 46 % : le coût de la R&D par tête est trop élevé. Il est passé de 49 000 euros en 1995 à 183 000 euros en 2005 et il représente actuellement 11,2 % du chiffre d'affaires. L'objectif est de redescendre entre 9 et 10 %, avec 8 % du côté terminaux et 14 % du côté réseaux. L'évolution se fait dans le bon sens pour les terminaux, avec 10 % en 2004, 9 % en 2005 et peut-être 8 % en 2006. En revanche, du côté réseaux, nous étions à 17 % en 2004 et nous sommes remontés à 18 % en 2005.

La maîtrise des coûts de R&D est désormais un objectif stratégique, qui va se traduire par une délocalisation d'une partie des laboratoires à proximité des nouveaux marchés. Le coût d'un ingénieur de R&D, en comptant le salaire, le bureau, les équipements, les taxes locales, s'élève à 250 000 euros par an et par personne dans la Silicon Valley et à 120 000 euros en Europe de l'ouest. Il est inférieur à 45 000 euros en Europe de l'est, en Chine et en Inde. Les conséquences en sont inéluctables, en tout cas pour de grandes entreprises qui veulent être bien gérées et ne pas disparaître. Nous surveillons également de nouveaux pays où nous pourrions également nous implanter dans les années à venir, comme la Russie, les Philippines ou le Vietnam.

La nouvelle entité Nokia Siemens Networks compte 60 000 personnes et pèse 15,8 milliards d'euros, ce qui en fait un groupe à l'échelle des deux leaders mondiaux, Alcatel & Lucent (17,2 milliards d'euros) et Ericsson & Marconi (16,2). Sur le plan social, cette fusion entraînera la suppression de 15 000 emplois. Les premières fermetures de sites ont été annoncées et concernent 2 000 personnes en Allemagne et en Finlande.

L'inévitable délocalisation de la R&D

La délocalisation de la R&D hors des Etats-Unis et de l'Europe de l'ouest paraît inévitable. Elle peut, selon les cas, prendre la forme d'outsourcing ou d'insourcing. Aux avantages en termes de coûts s'ajoutent un bénéfice politique et économique local considérable, en particulier pour l'Inde et la Chine, l'accès à des technologies nouvelles et la qualité des ressources.

Cette internationalisation inexorable de la R&D de Nokia s'effectue cependant à un rythme lent : 65 % des personnels de R&D restent basés en Finlande. Le passage du modèle de l'entreprise de produit à celui de l'entreprise de services est l'occasion de réallouer les sites de recherche au plus près du marché. Dans cette évolution, la France n'est pas mal placée : c'est un pays très attractif pour lequel nous avons préparé plusieurs dossiers de localisation de R&D.

Modèles globaux d'innovation

Jean-Luc BEYLAT, *directeur des programmes coopératifs, ALCATEL*

([Cliquer ici](#) pour accéder à la présentation power point de J.L. Beylat)

Outre ma responsabilité à la direction de Motorola France, je suis chargé de la recherche en Europe et on m'a confié récemment la responsabilité globale de la recherche de Motorola, y compris aux Etats-Unis, en Chine et au Japon.

A l'origine, 95 % de la recherche de Motorola se faisait aux Etats-Unis. Aujourd'hui, nous avons adopté le principe de corrélérer l'intensité de la R&D au marché local. Nous avons 14 000 ingénieurs en Amérique du nord (région qui représente 45 % des ventes), 5 500 en Asie (23 % des ventes), 4 000 en Europe (23 % des ventes) et 400 en Amérique latine (9 % des ventes). La recherche se répartit en deux entités, Motorola Labs qui compte 800 personnes chargées de la recherche amont, et Global Software Group, qui compte 5 000 personnes sollicitées pour la R&D par les différentes unités en fonction de leurs besoins.

L'effort d'internationalisation de la R&D de Motorola a porté d'abord sur l'Europe : le nombre d'ingénieurs y a été multiplié par quatre entre 1997 et 2005. Nous avons en particulier localisé en Europe des têtes de pont de niveau mondial sur un certain nombre de thèmes : la télévision mobile, les réseaux du futur (IPv6, Mobile IP), les logiciels destinés aux mobiles, la radio broadband (OFDM, Wifi)...

Les deux principes de notre déploiement à l'international consistent, d'une part, à nous rapprocher de nos clients ; d'autre part, à confier à nos centres offshore des responsabilités mondiales, d'abord en Europe mais aussi maintenant en Asie. Il n'y a en effet pas de raison que ce modèle ne s'applique pas à des pays comme l'Inde ou la Chine.

Ce qui a changé depuis cinq ans

Depuis cinq ans, nous avons optimisé les coûts de notre R&D en abaissant les coûts unitaire grâce à un déploiement global, à une réorganisation des plates-formes mondiales et à une rationalisation programmatique pour éviter les multiples redondances qui étaient liées, dans les années 1995-2000, à la très grande fragmentation de notre R&D. Nous avons aussi fortement accéléré la création de nouveaux produits et services.

Nous avons réévalué notre portefeuille de technologies et l'avons fait évoluer à travers des cessions (par exemple dans les semi-conducteurs), des acquisitions (par exemple des centres de R&D en Angleterre), et le développement de nouvelles familles technologiques.

Nous avons changé de modèle d'innovation. Nous pratiquons une forme de recherche traditionnelle, qui consistait à développer de très nombreuses technologies en faisant l'hypothèse qu'émergeraient de façon naturelle de nouveaux produits et services. Aujourd'hui, nous préférons développer moins de technologies mais assurer un flux tendu entre la recherche et le développement, avec des personnes chargées de transformer les potentiels d'innovation en innovations produits, et ce de façon accélérée. Pour cela, nous avons dû former nos ingénieurs afin de les faire passer de la question du « quoi ? » à la question du « pourquoi ? » : il est essentiel de se demander pour quelle raison on doit privilégier tel ou tel domaine ou technologie.

Nous avons également développé la pratique des leadership teams, qui consiste à réunir localement une équipe d'innovateurs et de les faire travailler ensemble, quelle que soit leur position d'origine dans l'organisation. L'objectif est de stimuler et de détecter les idées, puis de les financer après avoir analysé leur proposition de valeur, afin que les innovateurs existant dans l'entreprise, qui ne sont pas forcément reliés entre eux sur le plan institutionnel et organisationnel, puissent se réunir pour créer de l'innovation et la transférer dans les produits.

Depuis cinq ans, nous avons également renforcé la proximité de nos centres d'innovation avec nos clients, selon le principe du rapport recherché entre le chiffre d'affaire et l'investissement dans la R&D. En Europe, par exemple, nous avons créé les Customer solution centers, dédiés à la particularisation de nos plates-formes génériques pour les besoins précis de tel ou tel client européen, qu'il s'agisse d'un opérateur ou d'un autre compte. Auparavant, tous les besoins recensés étaient soumis au siège, aux Etats-Unis, qui décidait de donner suite ou non. Aujourd'hui, l'Europe et l'Asie ont leurs propres centres de décision pour particulariser une partie des plates-formes vers des besoins locaux.

Enfin, conformément à la culture européenne, selon laquelle les entreprises ont l'habitude de réfléchir ensemble sur des solutions pré-compétitives, nous travaillons avec nos coopétiteurs Nokia, Siemens, Alcatel, Ericsson, pour échanger des idées et élaborer des pré-normalisations. Nous nous impliquons aussi dans les pôles de compétitivité qui ont été récemment créés en France. Dès que se met en place, dans un des pays où nous sommes

implantés, une initiative forte, orientée vers le futur et concernant l'innovation, nous y participons à la mesure de nos moyens.

Notre modèle d'innovation est de plus en plus ouvert, avec en particulier de nombreuses interactions avec des entités extérieures. L'une des plus originales est le recours à des ressources externes à l'entreprise pour faire évoluer notre vision stratégique. Nous avons créé le Motorola Labs Visionary Board, constitué d'acteurs issus de l'université et de l'industrie dans différents pays du monde, qui acceptent dans un processus structuré et itératif d'élaborer une vision commune nous permettant de réorienter nos stratégies.

Nous développons également des partenariats de R&D avec nos clients, dont un grand nombre sont des opérateurs. C'est une démarche à la fois très motivante et relativement difficile à mettre en œuvre dans la pratique, mais nous travaillons à rendre ce modèle opérationnel et performant, afin d'éviter une trop grande fragmentation de notre industrie. Je rejoins complètement, à cet égard, l'analyse présentée par Laurent Gille.

L'urgence d'une reconvergence

Quand on analyse la structure de coût de la R&D par rapport à la valeur créée, on s'aperçoit en effet que la fragmentation des standards et des normes nous coûte très cher, pour des fonctions qui, du point de vue de l'utilisateur final, reviennent au même. Notre industrie est désormais mature et la tension sur les marges va s'accroître. La solution adoptée jusqu'ici a consisté à implanter les centres de R&D dans les pays à faibles coûts salariaux, mais une fois que tous les acteurs industriels l'auront fait, la situation de concurrence sera la même. Nous avons désormais un intérêt collectif à minimiser l'effort d'investissement dans la R&D, d'autant que nos technologies sont de plus en plus complexes et que le coût incrémental d'une innovation augmente sans cesse : il n'est plus possible de maintenir des dizaines de familles technologiques différentes et de les faire toutes progresser. Nous souhaitons donc contribuer à une reconvergence.

Le nouveau paysage global

Nous sommes actuellement confrontés à une compétition globale pour un leadership d'innovation, à la fois sur le plan des coûts mais aussi sur la recherche des talents et compétences et sur la connaissance des besoins locaux. On dit souvent, par exemple, que l'Inde étant un pays pauvre, elle a essentiellement besoin de téléphones bas de gamme. C'est vrai pour un grand nombre de clients, mais une partie d'entre eux se servent de leur

mobile pour faire des affaires, car ils n'ont ni téléphone fixe ni PC et leur mobile est leur seul terminal. Il faut donc leur proposer un certain nombre de fonctions orientées business. Nous avons également découvert que beaucoup d'Indiens utilisent leur mobile pour des applications tournées vers l'éducation. Il est capital pour nous d'identifier ces besoins locaux particuliers.

A côté de cette stratégie d'approche très locale, destinée à profiter au mieux de chaque écosystème et à contribuer à son développement, nous devons organiser un fonctionnement global multipolaire. A ce sujet, nous observons avec inquiétude que l'écart entre les grands groupes et les PME se creuse, ce qui finira par créer des difficultés, car les grands groupes n'existent que grâce aux innovations généralement portées par les petites entreprises.

Quelle valeur ajoutée pour la vieille Europe ?

On dit souvent que la R&D européenne est condamnée du fait de ses coûts trop élevés, mais une autre difficulté très importante qu'on rencontre en Europe est l'extrême fragmentation des gouvernements, des réglementations, des standardisations. Des efforts de convergence sont entrepris par la communauté européenne, mais avec des temps de mise en œuvre très longs : les approches les plus innovantes sur la réglementation du spectre et sur l'intégration des problématiques sont portées par les Etats-Unis, la Chine et l'Inde. Ce retard rend le marché européen moins attractif que d'autres, alors même que sur le plan technique, les Européens et particulièrement les Français sont excellents pour tout ce qui concerne le broadband, la convergence, le triple play ou quadruple play, etc. Au total, c'est moins la structure des coûts de R&D qui pose problème que la capacité de l'Europe à offrir un champ intéressant au business. Quelle est notre vision collective ? Comment pourrait-on simplifier toutes les problématiques, depuis les aspects fiscaux jusqu'à la réglementation ?

Les arguments en faveur du maintien de la R&D en Europe ne sont sûrement pas ceux des coûts, ni de la quantité ou de la qualité des « cerveaux », car on trouve l'équivalent ou mieux ailleurs, ni de l'agilité des nos ingénieurs à s'adapter aux dynamiques d'innovation, car ils se caractérisent plutôt par une absence de flexibilité intellectuelle. En revanche, une fois qu'on a identifié un problème complexe, les ingénieurs européens ont une bonne capacité à le maîtriser et à le traiter. Mais pour l'essentiel, l'attractivité de l'Europe en matière de R&D dépendra d'évolutions et de décisions globales. Si les clients et utilisateurs européens développent des besoins particuliers, et si ces besoins sont significativement différents de ceux du reste du monde ; si l'Europe est la première à se

positionner sur un changement de paradigme majeur ; si des ressources naturelles intéressantes pour l'industrie des télécommunications sont identifiées, protégées et développées, notamment à travers le financement des universités ; alors, peut-être, pourra-t-on maintenir une R&D ambitieuse en Europe.