Comment développer la compétitivité de la R & D européenne

I – La réponse du monde industriel

Régis Poisson

Résumé Suite au traumatisme de la crise de fin 2008, les industriels, les politiques et les universitaires se sont interrogés sur la situation de l'Europe, sur l'attitude à avoir et les actions à entreprendre pour préserver notre activité économique. Cet article aborde la réponse de l'industrie européenne en ce qui concerne l'innovation et la R & D. Les grandes entreprises européennes se mettent en ordre de bataille pour profiter de la croissance, là où elle existe. À cet égard, les directions principales sont l'organisation au niveau global en se concentrant sur les pays en forte croissance, l'ouverture dans le processus d'innovation à tout partenaire de l'environnement concurrentiel permettant d'accélérer le processus d'innovation et les consortiums préconcurrentiels. Cependant, les pays en croissance sont de mieux en mieux organisés, plus nombreux que nous, et disposent de capitaux plus importants ; ils comblent très rapidement leur manque de talents et s'organisent aussi en matière d'innovation. Il s'agit donc d'une course de vitesse pour se positionner et développer, les premiers, des avantages concurrentiels nouveaux et pérennes. Mais cette démarche ne conduit pas forcément à des créations supplémentaires d'emplois en Europe.

Mots-clés **Industrie, Europe, innovation, R & D, compétitivité.**

Abstract **How to develop the European R&D competitiveness. I – The answer of the European companies**
The crisis which started at the end of 2008 created a real traumatism in Europe. Companies, politicians and universities were pushed to consider the position of Europe as regard to other part of the world, the right attitude to be taken and the action to undertake to preserve our economical activity. This article considers the answer of the European companies regarding innovation and R&D. Large European companies are organizing themselves to be ready for battle to take advantage of the growth where it is. The main directions are to have a global R&D organization with a focus on the strongly growing countries, to open the innovation process to all the partners of the competitive environment to accelerate the innovation process and to set up consortiums. However, the developing countries are better organized, are more numerous than we are, have larger than us capital in hand, are developing talents equivalent to ours and get organized to innovate! This is a running competition where we try to be the first ones to get positioned and develop new and perpetuated competitive advantages. But this process is not obviously leading to the creation of jobs in Europe.

Keywords **Industry, Europe, innovation, R&D, competitiveness.**

Suite au traumatisme de la crise qui s'est déclenchée fin 2008, les industriels, les politiques et les universitaires se sont interrogés sur la situation de l'Europe, sur l'attitude à avoir et les actions à entreprendre pour préserver notre activité économique. L'interrogation majeure concerne l'évolution de notre positionnement concurrentiel au regard des pays en voie de développement et notamment les BRIC (pour Brésil, Russie, Inde et Chine, [1]) qui connaissent une évolution rapide et profonde.

L'un des maillons de la compétitivité est l'innovation, elle-même sous-tendue notamment par la R & D. *L'Actualité Chimique*, à l'instar de la SCF, est très tournée vers la recherche et la façon de la mener. Nous nous sommes intéressés de plus près à la façon de développer la compétitivité de la R & D européenne. Nous avons assisté à un certain nombre de réunions sur le sujet entre industriels, universitaires et représentants des administrations [2] et nous nous proposons à ce stade de faire état de l'analyse que l'on peut faire de la situation.

Cette analyse sera publiée en trois parties : la vision du monde industriel (*ci-après*), la réponse des politiques et la contribution du monde académique (*à suivre*).

Le contexte général

L'Europe est encore à ce jour la première économie mondiale avec un PIB en parité de pouvoir d'achat de 15 150,667 milliards de dollars (Mds $) [3], juste devant les États-Unis (14 624,184 Mds $) et pour le moment nettement devant la Chine (10 084,369 Mds $). Mais toutes les prévisions indiquent que bientôt, avant 2020, la Chine aura la première position.

Comment l'Europe peut-elle maintenir sa compétitivité industrielle alors que les talents et les capitaux sont répartis de façon de plus en plus égale dans le monde ? Aujourd'hui, il est devenu consensuel de dire que l'une des réponses est l'innovation, la création de nouvelle valeur par une savante combinaison de la créativité et des ressources d'un pays. Le

problème est que chaque pays, y compris ceux du BRIC, aboutissent à la même conclusion, ce qui dévalue la valeur même d'être une économie tirée par l'innovation.

La croissance va donc dépendre de la qualité de l'innovation, de la qualité des ressources que chacun a en main, et de la façon dont chacun les organisera pour créer de nouveaux produits et de nouveaux services et conquérir de nouveaux marchés. Bien évidemment, se pose aussi la question de la pérennité de l'avantage concurrentiel créé par cette innovation. En d'autres termes, comme il ressortira de cette première partie, il faut innover avec les autres, mais pas pour les autres !

Comment l'Europe peut-elle tirer son épingle du jeu dans un tel contexte ?

Il faut d'abord bien prendre en compte les réalités économiques. Le PIB des pays européens et celui des États-Unis se caractérisent par l'importance du secteur tertiaire ou des services qui compte pour plus de 70 %. Le secteur secondaire ou celui de la transformation des matières premières compte pour moins de 25 %, et le secteur primaire ou celui de la production des matières premières pour quelques pourcents (voir *encadré 1*).

C'est notamment le cas de la France, où le secteur secondaire représente moins de 20 % (en Allemagne de l'ordre de 25 %) et décroît. La part du secteur primaire peut difficilement être modifiée ; l'espace de compétition est donc dans le secondaire et le tertiaire. L'enjeu est double : d'une part, nous avons en Europe des leaders de qualité qui doivent se développer à l'international, et d'autre part nous devons développer de nouvelles entreprises sur des marchés à forte croissance.

Il n'est pas toujours facile de distinguer la part de service de la part industrielle et de la part relevant du secteur primaire :

• Se retrouvent par exemple dans les trois secteurs, les trois plus grosses sociétés pétrolières européennes : Royal Dutsch (Pays-Bas, 260 milliards d'euros de chiffre d'affaires (Mds € de CA)), BP (Royaume-Uni, 166 Mds €) et Total (France, 154 Mds €).

• Se retrouve dans le secondaire l'industrie chimique au sens large (comprenant les industries qui s'appuient sur la chimie : les cosmétiques, la parfumerie et la pharmacie).

Encadré 1

La répartition du PIB par activités

Pour être en phase avec les données économiques mondiales, il n'est pas inutile de décoder le PIB qui s'articule sur trois secteurs économiques :

• Le *secteur primaire* correspond aux activités liées à l'extraction des ressources naturelles. Il comprend l'agriculture, la pêche, l'exploitation forestière et l'exploitation minière. On désigne parfois les trois dernières industries par « autres industries primaires ».

• Le *secteur secondaire* regroupe l'ensemble des activités consistant en une transformation plus ou moins élaborée des matières premières qui sont issues du secteur primaire, dont les industries manufacturières et la construction. Il comprend des activités aussi variées que la chimie, l'industrie du bois, l'aéronautique et l'électronique, le raffinage du pétrole…

• Le *secteur tertiaire* regroupe toutes les activités économiques qui ne font pas partie des deux autres, essentiellement des services. Par exemple : le conseil, l'assurance, l'enseignement, la grande distribution, le tourisme et les agences immobilières, mais aussi l'e-activité.

Les PIB européens et américains se caractérisent par un découpage où le primaire représente quelques pourcents, le secondaire entre 25 et 30 %, et les services 70 à 75 % (ces derniers ayant tendance à augmenter).

• Se retrouvent dans le tertiaire des sociétés :

- dans les services à l'environnement, comme Veolia (France, 35 Mds € de CA), leader mondial, et Suez Environnement (France, 14 Mds €).
- dans le courrier et les téléphones, notamment Deutsche Post (Allemagne, 62 Mds €) [4], France Telecom (France, 45 Mds €).
- dans le domaine des logiciels : SAP (Allemagne) [4a] est le leader mondial des logiciels de gestion pour entreprise avec un CA de 20 Mds € (des milliers de firmes utilisent un modèle de gestion intégré de SAP).
- dans le commerce, la France a de fortes positions à travers Carrefour, Auchan, Dreyfus, Leclerc, Intermarché, etc. ; ces cinq sociétés cumulent 200 Mds € de CA.

À cet égard, de grands leaders mondiaux se sont logiquement créés ces dernières années dans les pays développés dans le domaine des services et notamment aux États-Unis :

- par exemple FedEx [4c], TNT [4d], UPS [4e], les plus grandes sociétés mondiales de messagerie et de logistique qui cumulent un CA de plus de 100 Mds € ; elles s'appuient sur leur propre réseau mondial aérien et terrestre pour accélérer la livraison des envois urgents avec une garantie de délai de livraison ;
- Google et Facebook sont aujourd'hui les leaders mondiaux en technologie centrés sur l'amélioration des moyens que les gens utilisent pour se connecter à l'information ;
- il ne faut pas oublier Microsoft, le leader global du « soft » et du « hardware » avec un CA de 40 Mds €…

Il n'y a pas de raison valable de privilégier le secondaire par rapport au tertiaire. De toute façon, que ce soit dans les services ou dans le secondaire, les actions à entreprendre sont les mêmes, que l'on peut regrouper en quatre chapitres :

- être organisé au niveau global,
- l'innovation ouverte,
- les consortiums préconcurrentiels,
- la prise en compte du développement durable.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il convient de faire un retour sur l'évolution, ces trente dernières années, du management des recherches et de l'innovation.

Retour sur l'évolution de la R & D et de l'innovation

Le processus de la gestion de la recherche

Le processus de la gestion de la recherche est maintenant bien établi dans ses principes et, avec des spécificités diverses, est pratiqué dans toutes les entreprises. Ceci a été formalisé dans les années 1980-90 par les grosses sociétés de conseil, notamment Arthur D. Little (ADL), le Boston Consulting Group (BCG) et le Stanford Research Institute (SRI). Du fait de l'évolution de l'environnement économique et concurrentiel, ce sujet a été et est encore largement débattu dans les associations regroupant des responsables R & D d'entreprises, comme l'EIRMA en Europe, l'IRI aux États-Unis, etc. (voir *encadré 2*).

Les projets sont d'une manière générale alignés sur la stratégie de l'entreprise. Ils correspondent à des sujets concernant le champ d'action de l'entreprise et qui sont susceptibles en cas d'aboutissement de créer un avantage concurrentiel du fait d'un nouveau procédé, produit ou service. Au départ, toutes les idées qui vont dans ce sens sont bonnes. Elles peuvent être source de solutions nouvelles pour un besoin identifié, ou au contraire à l'origine

Encadré 2

Les associations de responsables R & D

- L'EIRMA (Association européenne pour la gestion de la recherche industrielle) se donne pour mission de dégager une perspective sur le management global de la recherche appliquée et l'innovation. Elle comprend parmi ses membres quelque 120 entreprises opérant en Europe dans un large spectre de secteurs et rassemblant les sociétés les plus performantes en R & D. La plupart des grands acteurs de la chimie sont membres (le président actuel est un dirigeant de Solvay).
Les actions au sein de l'EIRMA sont de différents types (groupes de travail, tables rondes, etc.), toutes ayant pour but de permettre aux membres de partager entre eux des problématiques concernant la gestion de la recherche à travers cinq thèmes clés : le management de l'innovation, la stratégie d'innovation, le management des ressources en recherche, les personnes et les savoir-faire, le cadre public pour l'innovation.
Les 27 et 28 janvier 2011 s'est tenue la table ronde annuelle des représentants de l'EIRMA sur le thème : « ***Comment encourager et développer la compétitivité de la R & D européenne*** ». Pendant deux jours, les représentants R & D d'une trentaine de sociétés ont débattu sur ce sujet. Deux universitaires étaient aussi invités, l'un spécialisé sur le rôle des politiques et l'autre sur l'évolution du monde académique, ainsi qu'un représentant de l'ERT (European round table of industrialists). L'un de nous a pu assister à cette table ronde, mais évidemment, pour des raisons de confidentialité, les éléments présentés ici ne sont que ceux disponibles sur le net.
• www.eirma.org
- L'IRI (Industrial Research Institute) est une association regroupant les responsables de l'innovation (Chief technology officer, R & D Director) de plus de 200 entreprises opérant aux États-Unis – l'équivalent japonais est le JIRI (Japanese Industrial Research Institute). Les thèmes sont très proches de ceux de l'EIRMA.

d'une façon de répondre à un besoin auquel on n'avait pas pensé.

L'innovation s'ouvre au maximum d'idées possibles venant de l'intérieur et de l'extérieur de l'entreprise, et est généralement le résultat d'une veille technologique et concurrentielle active et d'une connaissance du tissu des universités et des organisations de recherche.

Ensuite un tri s'effectue progressivement de l'idée de recherche à la validation technique de l'idée, à sa validation commerciale, à sa mise en œuvre industrielle et à sa mise sur le marché. L'image classique est celle de l'entonnoir (« funnel ») [5] (*figure 1*). Bien sûr, toute cette démarche est encadrée par un processus de « stage gate process » [6a], dans lequel l'équipe de direction du projet décide à chaque phase, en fonction de l'avancement par rapport aux objectifs, si on continue, si on arrête ou si on a besoin de moyens supplémentaires (*figure 2*).

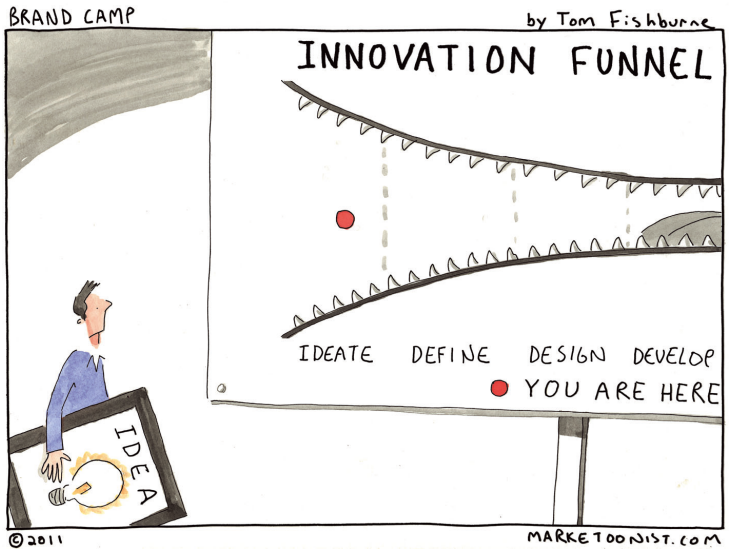

Figure 1 - « Innovation funnel ».

La globalisation

Dès les années 1970-80, la question s'est posée de la globalisation des marchés et de la gestion des recherches dans ce contexte. Cela a d'abord été les États-Unis vers les pays européens, puis la réciproque, puis la collaboration avec le Japon, puis la collaboration entre pays développés dont la Corée.

Les deux grands problèmes débattus ont été :
- L'organisation de la recherche mondiale d'une entreprise : comment répartir les efforts de recherche entre les pays ; quels poids relatifs et quelles missions donner à la recherche centrale et à la recherche décentralisée.
- Le management de la connaissance : comment récupérer la connaissance disponible dans les différentes entités ; comment en faire la synthèse et comment la faire circuler, cette connaissance étant considérée comme une richesse essentielle de l'entreprise et devant donc être tenue comme très confidentielle.

L'ouverture dans l'innovation

Dans les années 1980, le Japon a montré la voie de l'innovation en coopération avec des partenaires de la chaîne de valeur (les différentes entreprises impliquées dans la conception et la fabrication d'un produit, depuis la matière première jusqu'au client final).

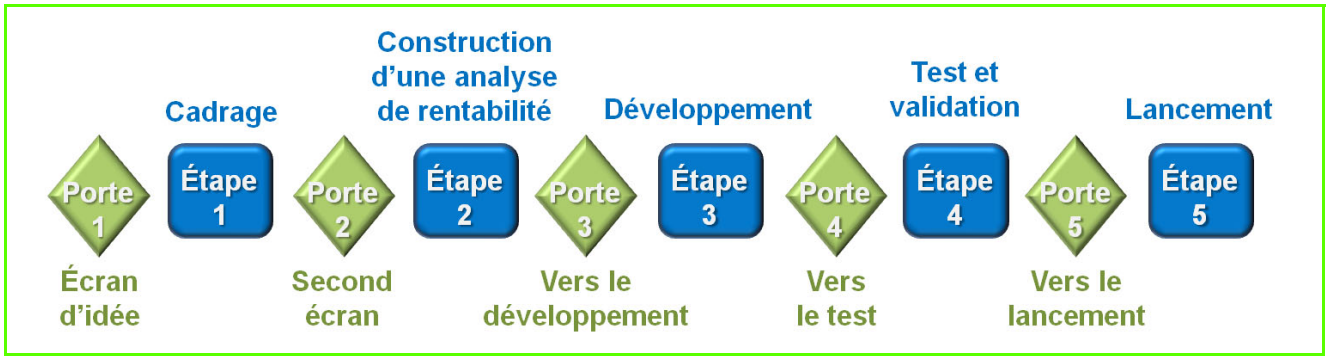

Figure 2 - Processus d'innovation d'un produit.

Encadré 3

NineSigma (Innovation Network)

Créé en 2000, NineSigma met à disposition un réseau d'experts susceptible d'apporter des solutions aux questions que se posent les entreprises. Ce réseau mondial ouvre l'accès à de l'information publiée ou non, aussi bien qu'à de l'information brevetée ou non brevetée.
Ce réseau comprend des experts provenant de plus de 135 pays qui représentent divers domaines de science et de technologie comprenant : biotechnologie/biomédical, chimie, électricité/engineering, technolologie de l'alimentaire, technologie verte, matériaux, engineering mécanique et industriel.
• Pour voir des exemples de contributions à l'innovation apportés par NineSigma :
www.ninesigma.com/WhatWeDo/CaseStudies.aspx

Encadré 4

Six mois pour créer l'iPod !

Plus précisément, c'est Portal Player qui gère le design technique. Il fournit la plate-forme et produit le design de référence en collaboration avec Apple sur la base d'une liste de qualités requises. Apple s'associe avec Tony Farell pour qu'il crée et dirige un groupe de personnes venant de Philips, IDEO, General Magic, Apple, Connectix et WebTV. Apple développe l'interface d'utilisateur laissant Portal Player en charge de la conception technique. En retour, Portal Player reçoit 15 $ par iPod vendu.

Dans les années 1992-95, un élément nouveau intervient : Internet. Ceci va changer le monde en un grand « village global » et la connaissance en une « marchandise » globalement disponible (communication privée de l'EIRMA).

Dans le même temps, les entreprises commencent à découvrir que leurs produits et leurs procédés sont devenus trop complexes pour pouvoir espérer faire tout en interne, et à réaliser qu'il y a autant de gens brillants dans leurs entreprises qu'en dehors. Petit à petit, elles ouvrent leur R & D au monde extérieur.

Les barrières viennent des habitudes – le syndrome du NIH (« not invented here ») par exemple – et des personnels des entreprises qui doivent « acheter » cette évolution, notamment ceux qui sont impliqués dans le management de la connaissance.

Au début des années 2000, point la notion d'« open innovation ». Procter & Gamble (P & G) est considéré comme le premier à se lancer dans cette aventure [6b]. À cette époque, l'action P & G connaît une chute spectaculaire et l'audit montre que ceci vient du fait qu'ils ne créent plus de nouveaux produits. Le nouveau PDG lance un processus généralisé d'innovation ouverte où les fonds alloués à la recherche externe passent de 20 % en 2002 à 50 % en 2007 !

C'est à cette époque que se crée NineSigma (*encadré 3*) et nombre de conseils en innovation ayant leur propre réseau international d'experts (incluant des experts industriels et universitaires), en vue d'aider les entreprises qui sont confrontées à des technologies ou des marchés qui ne leur sont pas familiers ou qui sont à leur recherche.

Un autre exemple fascine l'époque : la ***création de l'iPod en un temps record***. L'iPod a été le premier baladeur numérique à disque dur, extra plat, capable d'embarquer 10 Go de musique, et qui a proprement lancé ce concept à une grande échelle commerciale. Il a été créé en six mois par la combinaison d'un entrepreneur individuel (Tony Fadell), qui apporte l'idée (en février 2001), et Apple (Steve Jobs en personne), qui adhère à l'idée et met en place une équipe d'une trentaine de personnes venant de différentes entreprises pour le développer (voir *encadré 4*).

La commercialisation des premiers iPods est lancée le 23 octobre 2001, au cours d'une conférence de presse où tout le monde est pris à contre-pied.

À la suite de cet exploit, l'open innovation au sens le plus large prend forme. Dès les années 2004, les responsables R & D européens, notamment dans le cadre de l'EIRMA (*encadré 2*), travaillent à valoriser ce concept pour leur compte. De nombreuses réunions ont lieu sur le sujet. La nouveauté dans l'innovation ouverte est d'aller chercher en dehors de la société des connaissances pour le développement de ses produits, de ne pas craindre au cours du processus de s'associer en amont avec un concurrent qui possède un élément manquant, de prendre des licences sur une partie technique que la société ne possède pas, de racheter une société ou de faire une « joint venture » avec elle car elle va aider dans le processus en ce qui concerne le savoir-faire manquant, la connaissance du marché, la mise en œuvre industrielle, etc.

Le chimiste DSM est un fervent promoteur et acteur de l'innovation ouverte depuis de nombreuses années. Pour eux, « *le cœur de l'innovation ouverte est bien imagé dans l'entonnoir* (le « funnel ») *qui représente un portefeuille de projets d'un centre d'activité* (« business unit ») » (*figure 3*). Dans ce procédé, toujours selon eux [7] : « *Il y a une interaction continue entre les projets dans l'entonnoir et le monde extérieur. Du fait de cette interaction (pour laquelle il existe une gamme d'outils à disposition), des opportunités potentiellement intéressantes peuvent entrer dans l'entonnoir. De façon similaire, pour optimiser le portefeuille, des développements qui paraissent moins adaptés à la stratégie, qui n'avancent pas à la vitesse voulue ou qui ont des perspectives moins attirantes peuvent quitter l'entonnoir. Toutes les interactions décrites plus haut peuvent arriver à tout moment du processus. Toute l'attention du manager du portefeuille doit porter sur l'entonnoir tout entier de la gauche vers la droite, y compris les différents outils qui permettent l'interaction avec le monde extérieur. C'est la responsabilité du manager du portefeuille de projet de l'optimiser en continu en se concentrant sur les projets les plus prometteurs*. »

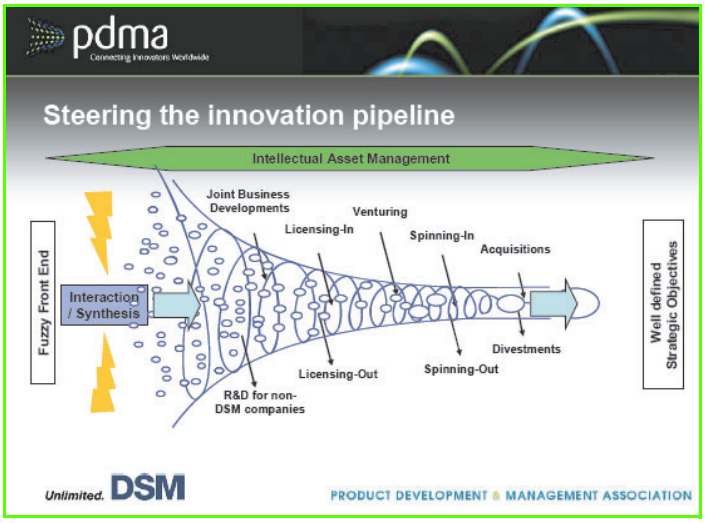

Figure 3.

En fait, ***on privilégie la vitesse de mise sur le marché au secret trop bien gardé*** qui ne permet pas d'aller au bout de l'idée ou qui retarde le processus.

Dans cette philosophie qui consiste à s'ouvrir systématiquement vers l'extérieur dans le processus d'innovation, il y a plusieurs options :

- La plus courante consiste à s'ouvrir à travers un réseau de relations établi dans le monde entier par les directeurs scientifiques, R & D et marketing et qui s'appuie entre autres sur les relais locaux : bureau commercial ou marketing, site industriel ou centre technique. En informatique, c'est pratiquement la règle comme en témoignent les sites de Psion Ltd [8a], CISCO [8b], HP [8c], SAP [8d], voire Medtronics (technologie médicale) [8e]. En chimie, c'est le cas notamment de Solvay [9] qui, à l'instar de Procter & Gamble, revendique 50 % des nouveaux produits venant d'idées de l'extérieur. C'est aussi le cas de BASF [10].
- Une autre forme d'ouverture est employée qui consiste, comme l'ont fait Philips et DSM [11], à avoir un gros centre corporate, d'ouvrir à proximité un parc industriel où les entreprises sont encouragées à s'installer pour le bien mutuel des deux parties, et un campus universitaire où les laboratoires sont aussi invités à s'installer. Ces parcs hébergent entre 50 et 100 entreprises qui contribuent au processus d'innovation pour la société hôte ou avec cette dernière pour leur propre compte. Le campus permet de partager la connaissance dans un réseau global. Dans le même esprit, BASF a mis en place une structure pour le développement de produits organiques pour l'électronique : le Joint Innovation Lab [12].

Un autre aspect de l'innovation ouverte est l'interaction avec les universités et les organisations de recherche. La collaboration avec les universités est relativement ancienne. Elle a débuté par des projets à long terme, à la recherche d'idées scientifiques nouvelles ou d'une meilleure compréhension des processus. En France, en chimie, ceci remonte au début des années 1980. Des relations plus structurées et plus appliquées se sont mises en place dans les années 1990.

L'innovation ouverte, au sens de savoir saisir les opportunités d'innovation venant des universités et des « start-up », est un processus plus récent mais qui se développe de plus en plus. C'est même devenu une méthode pour faire de l'innovation de rupture à moindre coût. Cela a commencé en pharmacie, où les grands groupes à la recherche de nouvelles idées ont investi dans des start-up innovantes. Cela s'est généralisé aux entreprises chimiques qui ont maintenant toutes en place des structures de développement de « new business » et très souvent des structures d'hébergement de start-up.

Le premier principe est de laisser à ces structures leur autonomie, de façon à bénéficier de la motivation et du dynamisme de l'équipe – ce que les grands groupes, par construction, ont de la peine à maintenir dans leurs structures. Le deuxième principe est de faire un tour de table avec des investisseurs financiers qui partagent le risque. Si l'idée peut être développée, le grand groupe procède à un rachat de tout ou partie des parts.

Ce système s'est étendu à tous les domaines, dont l'informatique, mais aussi à la chimie.

Des exemples dans le temps

DSM est très attaché aux processus de l'open innovation qui leur a permis, en quarante ans, de passer de la production de charbon aux commodités chimiques et aux spécialités, pour aller vers les sciences de la vie et des matériaux. Ceci évidemment ne peut pas se faire sans une grande ouverture vers l'extérieur et le bon choix des partenaires dans l'innovation.

Un autre exemple du même type est celui d'Umicore qui est parti du secteur minier en passant par les procédés d'hydrométallurgie et de pyrométallurgie, la récupération des métaux précieux, les oxydes fins, pour aboutir aux catalyseurs de post-combustion.

Les actions à entreprendre

Ce retour sur l'évolution de la gestion de la recherche en entreprise étant fait, nous pouvons faire le point sur les actions prioritaires mises en place ou à mettre en place pour relever les récents défis auxquels l'industrie est confrontée en matière de compétitivité de son innovation. Nous nous efforcerons de faire apparaître à travers des exemples les pistes et initiatives nouvelles dans ce contexte.

Être organisés au niveau global

Comme on l'a vu plus haut, l'organisation de la R & D d'une entreprise au niveau global est un sujet récurrent depuis plusieurs décennies. La réalité du monde économique d'aujourd'hui apparaît maintenant clairement à tous : la croissance est dans les pays émergents, les BRIC [1] et notamment la Chine. Leur développement va à un rythme bien supérieur à celui du monde « développé ».

Compte tenu du différentiel de croissance des économies, on est dans une situation différente de celle de la période japonaise. La conclusion s'impose à tous les acteurs : il faut se rapprocher de ces nouveaux clients potentiels, autant sur le plan de la production de biens et de services que de la recherche. C'est le seul moyen d'engranger le bénéfice de cette croissance et de développer en temps et en heure des innovations qui correspondent à la demande locale. C'est aussi une nécessité absolue pour que nos entreprises gardent ou développent leur compétitivité vis-à-vis des sociétés du BRIC qui montent en puissance plus vite que prévu.

Ceci pose de façon poignante les questions de délocalisation des technologies et des connaissances, notamment quelle forme de coopération établir, quelle recherche mettre à quel endroit, pour quelle raison ?

En R & D, il faut trouver l'équilibre entre une bonne circulation de la connaissance dans l'entreprise, la conservation d'une certaine confidentialité sur des informations très sensibles et une réactivité suffisante pour tirer profit de cette organisation. Ceci demande des changements importants dans l'organisation de l'innovation à adapter à chaque pays partenaire. Les exemples ne manquent pas, du reste, d'entreprises qui ont investi en Chine dans des unités de fabrication et des centres techniques. Pour prendre nos deux entreprises chimiques françaises :

- Arkema a plusieurs implantations industrielles en Chine sur ses axes forts [13] : le peroxyde d'hydrogène, les gaz fluorés, le PMMA (polyméthacrylate de méthyle), les additifs fonctionnels, le PVDF (polyfluorure de vinylidène), les polyamides. Par contre, pour l'instant, ils n'ont pas franchi le pas en R & D et le centre de recherche asiatique est à Kyoto.
- Rhodia (maintenant Solvay) a par contre un important centre de recherche à Shanghai (130 personnes) et a

récemment investi (en 2010) dans une unité de silice qui représente une augmentation de 72 000 tonnes ou 30 % de la capacité existante [14].

On peut aussi prendre, à titre d'exemple, la production d'hydrogène et de gaz de synthèse qui va connaître un développement considérable en Chine du fait de la demande en raffinage et de la production du méthanol. Si on considère les principaux producteurs de catalyseurs :

- Engelhard Industry, avant d'être racheté par BASF (2007), a acquis en 2004 auprès de Sinopec Nanjing Chemical Industrial Company le centre produisant des catalyseurs de gaz de synthèse [15].
- Johnson Matthey a créé en 2007 une joint venture avec Qingdao Hero Catalyst Company, Qingdao China [16], pour développer et produire son nouveau catalyseur de shift ($CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$).
- *A contrario*, le troisième grand acteur, la société danoise Haldor Topsoe, n'a pas souhaité délocaliser sa recherche et sa fabrication, se contentant d'un bureau d'étude en Chine [17].

Un autre exemple est celui de l'automobile où la Chine devient définitivement le plus grand marché automobile du monde. Pour ne citer qu'un exemple de constructeur, PSA (en partenariat avec Dongfeng dans Dongfeng Peugeot Citroën Automobile), faisant suite au démarrage de sa deuxième usine à Wuhan en 2009, a commencé en mai 2011 la construction d'une troisième usine d'assemblage en Chine, dans la province centrale du Hubei. Par ailleurs, le centre technique de Shanghai, opérationnel depuis 2008, est clairement le centre de design et de R & D qui permet de développer des véhicules bien adaptés à la clientèle locale [18].

En matière de catalyseur de post-combustion : Johnson Matthey a commencé à produire à Shanghai en 2001 (!) et vient d'installer un centre technique [19] ; BASF a installé dans son centre de Guilin de nouveaux moyens de test de catalyseurs pour petites cylindrées en 2009 [20] ; Umicore a démarré sa première unité de fabrication de catalyseurs en 2005 à Suzhou et y construit un centre de développement technologique qui devrait être opérationnel cette année [21].

L'innovation ouverte ou « open innovation »

Comme on l'a dit plus haut, il s'agit là d'un concept très général qui, au départ, allait à l'encontre des habitudes qui entouraient la recherche et l'innovation : d'une part cela allait contre la notion de secret ; d'autre part, dans le mot ouverture, il y a la notion de diversification qui est le contraire de la concentration sur son cœur de métier ! Mais avec la mondialisation des échanges et les délais de mise sur le marché des produits et services, il n'est plus possible d'innover seul et trouver des partenaires extérieurs est devenu indispensable.

Ce qui était, il y a dix ans, l'apanage de quelques-uns comme Procter & Gamble et le secteur informatique se généralise à tous les secteurs et toutes les entreprises, y compris les PME.

Il ne faut pas confondre ouverte avec transparente ; cela reste une démarche d'ouverture de l'entreprise ou des entreprises qui s'associent pour y trouver un avantage pour elle-même ou pour les membres du groupe. Il en résulte, du reste, de multiples aspects de la mise en œuvre de l'innovation ouverte. Ceci recouvre aussi le cas où l'invention vient du monde ouvert de la recherche (c'est-à-dire hors de tout contrat avec l'industrie) et est potentiellement porteuse d'innovation ou de start-up.

L'open innovation pratiquée par les industriels

Si on en croit une étude faite en 2011 par NineSigma, les entreprises françaises se mettent à l'open innovation mais sont nettement en retard sur leurs homologues américains [22]. Alors qu'en France 21,9 % des grandes entreprises disent être en train d'optimiser leurs pratiques d'open innovation, elles étaient déjà 40 % aux États-Unis en 2009.

Aujourd'hui, dans 86 % des entreprises françaises, moins de 20 % des nouveaux produits ou services sont le fruit d'une démarche d'open innovation. Aux États-Unis, ce pourcentage était près de 50 % en 2009 ; 20 % des entreprises américaines déclaraient en 2009 que 20 à 30 % de leurs nouveautés étaient liées à une stratégie d'open innovation, contre seulement 8 % en France aujourd'hui.

Un des exemples les plus récents est cependant celui de PSA qui a récemment communiqué sur sa stratégie d'innovation [23]. Conscient des évolutions radicales de la voiture de demain, PSA a noué une trentaine de partenariats industriels et une vingtaine de partenariats de nature scientifique. Ils citent par exemple des « contrats d'innovation » avec Rhodia sur le développement de pièces en polyamide, avec Saint-Gobain sur les verres, avec DuPont sur différents types de plastiques, avec EADS, etc. En ce qui concerne les partenariats scientifiques, ils ont récemment mis en place un réseau d'« open labs », des structures mettant en commun leurs propres moyens expérimentaux avec ceux de divers laboratoires en Europe, en Asie et Amérique latine.

Un autre exemple récent nous est donné dans le domaine des ciments à faible émission de CO_2. La société Celitement trouve son origine dans une invention du Karlruhe Institute of Technology qui permet de produire un ciment à des températures inférieures à 300 °C (au lieu de 1 450 °C pour le ciment portland). Cette société a été créée avec le support du groupe de matériaux allemand Schwenk [24].

Le développement à grand pas des acteurs du BRIC a pour conséquence de donner un coup d'accélérateur au processus d'innovation ouverte. Les pays du BRIC sont demandeurs et sont les premiers à chercher des partenaires pour accélérer leur innovation. Ceci repose de façon cruciale sur le management des connaissances et les limites dans lesquelles s'opère l'ouverture.

Mais ***les pays développés n'ont pas le choix et doivent plutôt être à l'initiative*** qu'être contraints à le faire ; ceci peut être à l'origine de collaborations industrielles pérennes. Sinon, les pays du BRIC ont les moyens d'acheter le savoir-faire en achetant une entreprise, comme on l'a vu par exemple dans le cas du rachat des silicones de Rhodia par Bluestar !

L'open innovation avec les pays à fort développement se met en place, même si cela pose de nombreux problèmes :

- Un des premiers exemples vient de Süd-Chemie (maintenant Clariant) : sur la base d'un brevet déposé par Zhejiang University of Technology de Hangzhou, Süd-Chemie a travaillé avec Liaohe Catalyst Co. à Panjin dans le cadre d'une joint-venture mise en place en 2002 et a pu développer un nouveau catalyseur de synthèse d'ammoniac. Ce nouveau catalyseur, AmoMax, a été commercialisé en Chine et dans le reste du monde en 2005 [25].
- Une collaboration a été lancée récemment par Shell et Quatar Petroleum en relation avec l'Imperial College de Londres sur les réservoirs de captation de CO_2 [26].
- À l'instar des sociétés européennes comme DSM, BASF, Philips, la compagnie Quatar Petroleum a mis en place le « Qatar Science and Technology Park » [27], installé aux

États-Unis sur les campus de Carnegie Mellon, Texas A & M, Weill Cornell et autres universités de premier ordre. Ceci procure un espace de recherche pour les entreprises du monde entier et de plus un incubateur pour les start-up technologiques. Le but est d'attirer les entreprises du monde entier pour qu'elles développent et commercialisent leurs technologies au Quatar. Déjà, EADS, Exxon Mobil, GE, Microsoft, Rolls-Royce, Shell et Total ont rejoint ce parc de science et technologie et la première tranche de bâtiments a ouvert mi-2008.

- Au brésil, la société Omnisys avec qui Thales entretenait un partenariat sur les radars est devenue une joint venture en 2006 avec un contrat de recherche partagé avec Thales [28]. Le Brésil a organisé les 23 et 24 novembre 2011 son 4e séminaire annuel sur l'innovation ouverte [29].
- En Chine : dès 2007, les Chinois prenaient acte que le développement futur de la Chine passait par la promotion de l'innovation domestique et par une « approche ouverte de l'innovation » basée sur la création de connaissances et sur l'acquisition de technologies par des relations globales et des partenariats [30].
- ESI, TPE française leader et pionnière des solutions de prototypage virtuel pour les industries manufacturières, a annoncé en août 2011 la signature d'un accord de partenariat stratégique sur cinq ans pour la coopération en R & D avec le Beijing Institute of Aeronautical Materials (BIAM) du groupe AVIC (Aviation Industry Corporation of China). Cet accord implique une collaboration scientifique rapprochée entre le BIAM et ESI, rassemblant leur expertise propre dans des technologies innovantes et complémentaires. L'objectif est de créer, à terme, une équipe de recherche commune pour la technologie numérique appliquée aux matériaux aéronautiques [31].

L'innovation venant des universités

En ce qui concerne le cas où l'invention vient du monde ouvert de la recherche (c'est-à-dire hors de tout contrat avec l'industrie) et est potentiellement porteuse d'innovation ou de start-up, vu du côté des universités et des inventeurs, ceci ne fonctionne pas à l'optimum. Et pourtant, ***c'est un élément crucial pour la mise en place en Europe de nouvelles entreprises sur des créneaux porteurs***. Ce sujet est régulièrement débattu au niveau européen (une nouvelle table ronde s'est déroulée dans le cadre de l'EIRMA en septembre 2011). On constate que les inventions issues des universités européennes sont souvent récupérées par des non-Européens, voire pire, qu'elles sont perdues.

La raison est connue depuis longtemps : quand un laboratoire sous contrat avec une entreprise trouve quelque chose qui n'est pas dans le droit fil de la stratégie de l'entreprise, soit cette dernière ne fait rien et souvent ceci est perdu, soit cela sort du contrat et le laboratoire doit se tourner vers quelqu'un d'autre. Les universités, bien souvent, ne sont pas bien équipées pour gérer ce genre de situation qui leur échappe.

En Europe, chacun sait en gros qui travaille avec qui. En conséquence, ce n'est pas dans les pratiques de mettre son nez dans les affaires des autres, sauf évidemment si c'est un concurrent direct. Résultat : ces inventions orphelines sont soit égarées, soit détectées par des non-Européens.

La solution existe puisque d'autres récupèrent ces inventions. C'est notamment le cas au Royaume-Uni pour les universités de réputation mondiale comme Oxford, Cambridge et l'Imperial College. Dans chaque université, une équipe est dédiée à la détection systématique des éléments brevetables et/ou valorisables. Elle a mis en place un incubateur et est par ailleurs couplée avec un ou des groupes d'investisseurs prêts à accompagner les premiers développements issus de ces inventions.

Un exemple est en cours avec l'Imperial College de Londres qui a proposé en 2008 de développer un procédé de fabrication de ciment magnésien en partant de silicate de magnésium naturel. Ce ciment aurait la propriété d'avoir une empreinte carbone négative alors que le ciment portland produit 0,8 t de CO_2 par tonne de ciment. Après avoir bénéficié d'un fond de démarrage de l'université, un investisseur privé lié à l'université (Imperial Innovations, une filiale de l'Imperial College) a contribué en 2009. Ce projet, intitulé Novacem [32], a bénéficié en juillet 2010 d'une levée de fonds de 1,6 millions de livres (2 millions d'euros) à laquelle Lafarge et Laing O'Rourke (une des plus grosses entreprises de génie civil anglaises) ont contribué.

Les organisations de recherche technique, comme les Fraunhofer Institutes en Allemagne, et le CEA et le CNRS en France, sont équipées pour une valorisation des inventions scientifiques ou technologiques avec plus ou moins de bonheur. Par contre pour les universités, le problème reste posé en Europe (hors Royaume-Uni) de mettre en place les systèmes *ad hoc*.

Enfin, les start-up apportant une ***innovation de rupture*** sont confrontées à de nombreuses difficultés. La première est de trouver des experts capables de donner confiance aux investisseurs institutionnels ! La seconde est structurelle. Qui dit rupture dit du temps pour faire accepter l'idée par les utilisateurs. Ceci ne va pas dans le sens des capitaux risqueurs et pas non plus dans le sens de trouver un PDG adapté.

Au cours de la réunion de la DGCIS (Direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services) du 19 mai 2011, « L'innovation dans les entreprises : moteurs, moyens, enjeux », le cas de la start-up SYSNAV et de son système de navigation de proximité ne dépendant pas des satellites a été évoqué [33]. Sur un sujet aussi innovant, la société peine à lever des fonds et par voie de conséquence, à mettre en place une organisation adaptée.

Les consortiums pré-concurrentiels

Apparus aux États-Unis dans les années 1980, ils relèvent de façon classique d'une collaboration de plusieurs entreprises avec des universités sur des thèmes communs. À la même époque, le Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie (MITI) au Japon a porté de nombreux consortiums de sociétés japonaises. Ceci est en parfaite cohérence avec l'innovation ouverte. C'est un bon moyen de regrouper des entreprises et de leur permettre de tester ensemble des ruptures technologiques potentielles. Enfin, cela permet de ***restreindre les résultats à des communautés régionales d'intérêt***. Ces consortiums sont donc bien adaptés au cas des entreprises européennes existantes, soucieuses de se renouveler.

La plupart du temps, dans la mesure où ils sont dans un contexte pré-concurrentiel, ils sont accompagnés par la Communauté européenne ou par les pays.

Sous l'égide de la Communauté européenne ou à l'initiative des États, de nombreux consortiums rebaptisés projets dans les programmes cadres successifs ou partenariats publics/privés ont été mis en place, notamment : PICADA, avec Italcementi sur la dépollution photocatalytique ; PreCarBi, sous la houlette de ESI en relation avec Airbus et les sociétés de composites pour le développement d'une

nouvelle génération de matériaux composites pré-imprégnés ; OMEGA, sous l'égide de France Telecom pour l'évolution des réseaux domestiques, etc.

À l'initiative des États par exemple, l'Allemagne a lancé le projet THESEUS sur les moteurs de recherche intelligents qui regroupe un certain nombre d'entreprises et de laboratoires autour de SAP, le leader mondial des logiciels de gestion des entreprises [34]. Le Joint Innovation Lab sous l'égide de BASF cité plus haut est un consortium du même type [12s].

En 2004, une initiative intéressante a été prise par Lafarge. Ils ont mis en place un consortium appelé Nanocem, un effort multidisciplinaire pour mettre au jour les mécanismes fondamentaux sous-tendant les produits à base de ciment, avec vingt-trois partenaires académiques et douze partenaires industriels européens, ces derniers apportant la contribution financière pour soutenir les sujets fortement influencés par les préoccupations industrielles [35]. Les autres sujets plus fondamentaux relèvent d'un financement public (ou mixte).

Cette initiative est intéressante car elle est potentiellement porteuse d'innovations de rupture et elle est réservée à des acteurs européens. Elle est par ailleurs très motivante pour les chercheurs académiques et leur démontre que la recherche appliquée ne s'abstrait pas de la recherche fondamentale. Enfin, elle est applicable d'une manière générale aux secteurs de commodité [36] qui, par ce biais, peuvent trouver un moyen d'élargir le spectre d'applications de leurs produits et les modalités de leurs procédés (plus durables par exemple…), et de ce fait créer au niveau européen des éléments de différenciation, donc des avantages concurrentiels.

La prise en compte du développement durable

L'acceptation du développement durable

La plupart des grands projets européens s'attaquant aux grands défis sont basés sur des politiques publiques résultant d'un choix collectif. Ils sont le reflet de nos valeurs en tant que démocratie sociale. Ce choix est déjà l'objet de nombreux programmes européens ou nationaux dans la mesure où les milieux des affaires reconnaissent qu'il faut aller dans le sens d'une société où il fait bon vivre et où nous prenons en compte l'avenir de notre territoire. En fait, tout le monde est d'accord sur la prise en compte d'un développement durable, mais pas forcément de la même façon.

Les débats ont montré au congrès de Copenhague que les propos vertueux des Européens sur le sujet ne faisaient pas du tout l'unanimité. Notamment, les Chinois nous ont fait remarquer que notre révolution industrielle dont nous sommes si fiers a été à l'origine de la situation que nous dénonçons aujourd'hui et que dans leur développement, ils seront attentifs à faire mieux que nous en prenant en compte toutes nos erreurs…

La prise de conscience

En matière de ***protection de l'environnement***, on a oublié que les États-Unis ont voté le premier « Clean Air Act » en 1963 [37], à une époque où l'Europe vivait la fin de ses Trente Glorieuses et n'était pas préoccupée par ces problèmes. Les Allemands et le Benelux ont pris conscience des problèmes d'environnement dans les années 1980. Il a fallu attendre les années 1990 pour que la France commence à prendre conscience à son tour de la problématique.

L'Europe n'a légiféré sur les normes de pollution des véhicules à moteur qu'en 1991, c'est-à-dire vingt ans après les États-Unis (à cause de la résistance du patron de Peugeot de l'époque) !

Dans les pays développés (Europe et États-Unis), la notion de ***développement durable*** remonte aux années 1983 mais prend vraiment sa place à la publication du rapport de la Commission Brundtland en 1987 [38]. En 1999, les États-Unis ont développé le « Dow Jones Sustainability Index » [39-40], dont le but est d'évaluer la qualité et la valeur des entreprises mondiales ayant une stratégie affichée dans le développement durable. L'Europe a suivi en lançant le développement durable en juin 2001 [41].

Après Johannesburg (2002) et New York (2005), tout le monde, y compris les BRIC, sont conscients qu'il existe un problème et chacun entend bien sûr le gérer à sa façon. La plupart des sociétés d'une certaine importance ont un chapitre « durable » dans leur rapport annuel.

Les grands défis sociétaux

Ils sont bien connus [42] :
- un nombre croissant d'individus à venir et à vivre dans des villes,
- la limitation des ressources agricoles au regard de la déforestation,
- la réduction des émissions de CO_2 du fait des combustibles d'origine fossile,
- l'épuisement des ressources de matières premières doublé d'un problème géopolitique.

Ceci ouvre des espaces obligés de recherche et d'innovation dans le domaine :
- de la gestion de l'eau, de l'agriculture, de l'élevage et de l'alimentation ;
- du logement, au niveau de l'architecture et des matériaux ;
- des moyens de transport (voiture, train, avion) ;
- des énergies renouvelables.

Durable ou rentable

L'Europe prétend effectivement aller au-delà de ce que font les autres nations ; cette attitude correspond à nos valeurs. Mieux vaut anticiper au mieux ces défis au plus vite. Ceci peut amener en interne une activité économique nouvelle, mais surtout nous apporter un avantage concurrentiel dans le futur sur la base des innovations que nous pourrons développer.

Le cas de REACH est intéressant. À terme, les produits nouveaux développés pour satisfaire cette réglementation peuvent être une source de différenciation car ils répondent aujourd'hui à une demande de la population européenne, mais répondront sans doute demain à une demande plus générale des autres populations.

Les industriels européens sont très conscients de tout cela, et ils se mettent en ordre de marche. Pour ne citer que deux exemples :
- Saint-Gobain, qui s'organise pour innover dans l'architecture et les matériaux, va parfaitement dans ce sens [43] ;
- Le monde automobile se positionne sur les défis du futur : changer les matériaux – de l'acier aux composites –, réduire la consommation – des biofuels à l'hydrogène –, les voitures électriques, la gestion des flottes de véhicules, posséder ou louer, etc. [44].

Ils savent aussi qu'il ne faut pas mettre en danger notre compétitivité pour des raisons d'éthique environnementale. La génération de CO_2 doit être limitée, mais sans perdre

notre compétitivité par rapport aux autres régions. Les protestations « énergiques » des industriels allemands sur l'arrêt de l'énergie nucléaire sont un exemple de leur réalisme. De même, les Européens apprennent à leurs dépends qu'il faut faire attention de ne pas mettre la charrue avant les bœufs.

Quelle que soit la justification éthique du développement durable, à partir du moment où les lois sont votées et s'accompagnent de mesures d'encouragement, ***il faut qu'un dispositif industriel compétitif soit présent en Europe***, sinon on prend le risque que les produits soient manufacturés et vendus par des pays en voie de développement ! Les développements en photovoltaïque et en éolienne sont malheureusement une triste illustration de cette réalité.

Espérons que le récent appel d'offres français sur les éoliennes en mer (10 milliards !) prenne bien en compte cette recommandation. On espère aussi que le problème des relais en cas de calme plat a été bien réfléchi.

Espérons que les politiques sauront écouter les industriels autant que leur électorat. À charge pour les industriels de s'exprimer auprès des politiques et des populations.

Conclusion

Les grandes entreprises européennes se mettent en ordre de bataille pour profiter de la croissance, là où elle existe. La R & D et l'innovation sont des éléments essentiels pour accroître la compétitivité des entreprises vis-à-vis de leurs concurrents de toutes origines géographiques.

À cet égard, les directions principales sont l'organisation au niveau global en se concentrant sur les pays en forte croissance, l'ouverture dans le processus d'innovation à tout partenaire de l'environnement concurrentiel permettant d'accélérer le processus d'innovation et les consortiums pré-concurrentiels.

Cependant, les pays en croissance sont de mieux en mieux organisés, plus nombreux que nous ; ils disposent de capitaux plus importants que les nôtres, comblent très rapidement leur manque de talents et s'organisent aussi en matière d'innovation. Il s'agit donc d'une course de vitesse pour se positionner et développer les premiers des avantages concurrentiels nouveaux et pérennes.

Par contre, ***cette démarche ne conduit pas forcément à des créations supplémentaires d'emplois*** en Europe.

Notes et références

[1] BRIC : acronyme qui désigne le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine (http://en.wikipedia.org/wiki/BRIC).
[2] Réunion dans le cadre de l'EIRMA, 27-28 janvier **2011** (voir *encadré 2*) ; Colloque Futuris, 4 mars **2011** ; Les ateliers de compétitivité (DGCIS et IGPDE), 19 mai **2011** ; Assemblée générale des ingénieurs et scientifiques de France, 25 mai **2011**.
[3] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(PPP)
[4] a) www.dp-dhl.com/en.html ; www.dp-dhl.com/reports/2010/annualreport/consolidated-financial-statements/income-statement.html ; b) www.sap.com ; c) http://about.fedex.designcdt.com/files/FedEx_Citizenship_Summary_FrenchEMEA_08.pdf ; d) http://group.tnt.com/Images/TNT-Annual-Report-2010_tcm177-540040.pdf ; e) www.pressroom.ups.com/Fact+Sheets/2010+UPS+Annual+Report
[5] http://tomfishburne.com/2011/03/innovation-funnel.html
[6] a) www.stage-gate.com/knowledge_pipwhat.php ; b) www.slideshare.net/Allagi/open-innovation-seminar-2008-brazil-henry-chesbrough (§ 15).
[7] www.pdma.org/view_document.cfm?pk_document=651
[8] a) www.ingenuityworking.com ; b) www.cisco.com/web/solutions/iprize/index.html ; c) www.hpl.hp.com/open_innovation ; d) www.sdn.sap.com/irj/sdn/coil ; e) www.medtronic.com/innovation
[9] www.innovationpartagee.com/Blog/archives/demarche-innovation-participative-solvay-innovation-trophy
[10] http://annualreport2009.dsm.com/pages/EN/Report_by_the_Managing_Board/Innovation_and_RD.html#d10e402
[11] www.dsm.com/en_US/html/dnl/news_items/2008_06_17.htm
[12] a) www.basf.com/group/corporate/en/function/conversions:/publish/content/innovations/research-verbund/science-relations/joint-innovation-lab/images/PI_P319_e_Photovoltaics.pdf ; b) www.basf.com/group/corporate/en/innovations/research-verbund/science-relations/joint-innovation-lab/index
[13] www.arkema.com/group/fr/corporate/arkema_implantations/chine.page
[14] www.rhodia.com/en/innovation/worldwide_network/r_and_d_centers/asia_pacific.tcm
[15] www.highbeam.com/doc/1G1-136200045.html
[16] www.jmcatalysts.com/ptd/site-news-story.asp?siteid=582&newsid=87
[17] www.topsoe.com/contact_us/China.aspx
[18] www.psa-peugeot-citroen.com/document/presse_dossier/dp%20chine%20avril%2020101272291531.pdf
[19] www.matthey.com/media/Presentations/tradingupdate_20100128.pdf
[20] www.catalysts.basf.com/p02/USWeb-Internet/catalysts/e/content/microsites/catalysts/news/news70
[21] www.express.be/sectors/fr/industry/umicore-continue-son-dveloppement-en-chine/126874.htm
[22] www.bluenove.com/bluenove/wp-content/uploads/2011/05/Etude-bluenove-2011-Les-grandes-entreprises-francaises-et-lOpen-Innovation-Vcompl%C3%A8te.pdf
[23] *Les Échos*, 27 et 28 mai **2011**.
[24] www.celitement.com/en/celitement.html
[25] Süd-Chemie, *Annual report*, **2004**.
[26] www.shell.com/home/content/innovation
[27] a) www-static.shell.com/static/innovation/downloads/innovation/news_publications/2008_research_collaboration.pdf ; b) www.qstp.org.qa/output/page7.asp
[28] www.inovacao.unicamp.br/english/report/news-omnisys.shtml
[29] www.openinnovationseminar.com.br/2011/Programacao.php
[30] www.globelicsacademy.net/2007/papers/Xielin%20Liu%20Paper%201.pdf
[31] www.esi-group.com/corporate/about-us-french
[32] http://novacem.com
[33] www.sysnav.com
[34] a) www.les-infostrateges.com/actu/0708220/lallemagne-autorisee-a-subventionner-theseus ; b) http://theseus-programm.de
[35] www.nanocem.org
[36] Une commodité (de l'anglais « commodity ») est, en économie, un produit standardisé, essentiel et courant, aux qualités parfaitement définies et connues des acheteurs ; les producteurs et commercialisateurs de commodités ne peuvent donc se concurrencer que sur le prix de vente. Les « commodités » sont souvent opposées aux « spécialités », notamment dans l'industrie chimique.
[37] www.epa.gov/air/caa/caa_history.html
[38] www.mediaterre.org/international/actu,20060816174238.html
[39] www.sustainability-index.com/djsi_pdf/publications/Factsheets/SAM_IndexesMonthly_DJSIUS40.pdf
[40] www.dsm.com/en_US/cworld/public/media/pages/press-releases/49_10_dsm_again_leader_dow_jones_sustainability_world_index.jsp
[41] http://ec.europa.eu/sustainable/sds2001/index_fr.htm
[42] http://s-webdesign.de/factor10/STEFAN%20BR%20FEB%2011.pdf
[43] www.saint-gobain.com
[44] www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/ws38.pdf

Régis Poisson, retraité, a consacré sa carrière à la R & D et à l'innovation dans l'industrie chimique. Membre de l'EIRMA (à titre individuel), il dirige la société de conseil en innovation AETV-Balard*.

* Courriel : Regis.poisson@aetv-balard.com
www.aetv-balard.com