



Interaction recherche – éducation – industrie – culture : craintes et apports

Samedi 12 mai 2007

Théâtre de la licorne

25, Avenue Francis Tonner

06150 Cannes La Bocca

La conférence a été présidée par Stéphanie Godier, présidente de l'association européenne Recherche et Avenir. Une synthèse, aussi fidèle qu'elle puisse être, abandonne une grande partie de la richesse des points de vue. C'est en pleine connaissance de ce phénomène que nous nous sommes attachés à retranscrire les points essentiels de ce rencontre. Aussi, si l'un des participants ne retrouvait pas une idée qui lui paraît essentiel, qu'il nous pardonne et nous en fasse part.

Introduction

Stéphanie Godier

Présidente de l'association européenne Recherche et Avenir

L'enseignement des sciences

Gérard Seurat

Inspecteur pédagogique régional de sciences physique et chimie à l'académie de Nice

La culture peut-elle être scientifique ?

Olivier Las Vergnas

Délégué à l'insertion, la formation et l'activité professionnelle de la Cité des sciences et de l'industrie, auteur de *Romanesque 2.0* édité au Passager clandestin en 2007

La recherche en industrie

Erik Lansard

Directeur de la recherche chez Thales Alenia Space

Le métier de chercheur

André Brahic

Astrophysicien, professeur à l'université Paris VII et directeur du laboratoire gamma-gravitation au Commissariat à l'énergie atomique (CEA)

Tableau synthétique récapitulatif

Table ronde



Introduction

Stéphanie Godier

Présidente de l'Association Européenne pour l'Éducation et la Recherche en Sciences Recherche et Avenir (REA)

REA a été créé en août 2005 par un noyau de scientifiques qui ont la passion et l'ambition de réaliser des projets de recherche de niveau international. Ces derniers ont par ailleurs ouvert une section philosophie et histoire des sciences.

André Brahic, qui nous a fait l'honneur de sa présence au Festival de la Recherche, est le parrain de REA.

Le principal but de l'association est de **rapprocher les univers de l'éducation, de la recherche, de la culture et de l'industrie** dans les domaines scientifiques.

Les champs d'action de REA concernent :

- **l'insertion des diplômés en sciences** par un accompagnement personnalisé, un maintien en activité et la possibilité de publier dans des revues spécialisées ;
- le **développement de la culture scientifique dans la région PACA** ;
- la construction d'un réseau par le développement d'une **plateforme d'interaction Recherche - Education - Industrie – Culture** ;
- les **projets de recherche transdisciplinaires** avec des partenaires institutionnels et industriels multi-régionaux.

Nous mobilisons actuellement neuf personnes autour d'un projet de recherche intitulé « opération poussières » et accompagnons en parallèle 10 candidats dans leur insertion professionnelle.

Nous sommes ravis de vous annoncer aujourd'hui qu'un de nos diplômés a signé très récemment un CDI chez un des leaders européens du conseil en innovation.

Subventionnée par la Commission Européenne et reconnue d'intérêt général, REA publiera, début septembre dans la page économique, de Nice Matin les résultats de son enquête inédite sur la Recherche et le Développement menées dans les Alpes-Maritimes et à Monaco auprès de 51 entreprises.

Le festival de la recherche a pour but :

- de favoriser les échanges ;
- d'évaluer les besoins des différents secteurs scientifiques ;
- de valoriser les sciences ;
- de favoriser l'émergence de nouvelles pistes de réflexion.

REA, par ses actions et ses événementiels, œuvre ainsi pour l'emploi en science et la science elle-même.



L'enseignement des sciences

Gérard Seurat

Inspecteur pédagogique régional de sciences physique et chimie à l'académie de Nice

La mission d'un inspecteur pédagogique est d'accompagner et de dialoguer avec les enseignants pour le bien de l'élève.

Une désaffection des filières scientifiques

Nous constatons depuis les années 1980-90 une désaffection des sciences dans toute l'Europe. Toutefois, le phénomène inverse se produit dans les pays émergents.

Plus de la moitié d'une classe d'âge (63%) accède au baccalauréat par une série générale (35%), une série technologique (18%) ou un baccalauréat professionnel (10%). La série scientifique (série S) du baccalauréat enregistre 35% de réussite. Le choix d'une série S est davantage conditionné par l'image d'une élite que par l'envie de faire des sciences. Ce qui reste porteur, en termes d'effectifs, ce sont les séries "santé" ainsi que les formations professionnalisantes telles les classes préparatoires aux grandes écoles (un élève en 2^e année de mathématiques spéciales est quasiment certain d'aller dans une école d'ingénieur), les IUT et les STS (séries technologiques). On enregistre néanmoins une baisse des effectifs dans les deux dernières formations.

Le contenu des programmes de sciences

L'action de l'inspection académique s'étend de la sixième à la terminale et couvre les sections générales et de technicien supérieur. Les classes préparatoires sont réservées aux inspecteurs généraux.

Un élève commence à pratiquer les sciences en classe de cinquième. Sur le terrain, on constate que les élèves sont peu motivés par les sciences. Une des solutions adoptée pour pallier à ce désintérêt est d'agir en amont en introduisant les sciences dès l'école primaire (voir notamment l'opération « la main à la pâte » lancée en 1995) permettant alors à 10 ou 20% des élèves de suivre une initiation en sciences. Cette initiative consiste à observer sous différents angles un objet et à émettre des hypothèses grâce à l'expérience. Dans les faits, l'application de cette opération n'est pas facile à mettre en place car les deux tiers des professeurs des écoles ont suivi une formation littéraire et privilégient un enseignement traditionnel (sur manuel) des sciences au détriment de l'expérimentation.

Depuis 2007, un nouveau programme intégrant la démarche d'investigation en sciences a été appliqué à la classe de cinquième, mais une fois encore, le manque de formation des professeurs à ce type de démarche nuit à sa mise en place. C'est la raison pour laquelle l'académie va proposer une formation spécifique aux enseignants dès la rentrée 2007.

Au collège et au lycée, il existe des travaux pratiques (TP) qui sont censés permettre aux élèves de manipuler. Mais peu d'heures y sont réellement consacrées faute de temps. L'idée, c'est de proposer une alternative au cours magistral en proposant de travailler autrement. Une classe de trente élèves est divisée en groupe de 15 élèves. Un groupe manipule tandis que le second étudie des documents. Mais cette proposition se heurte à des problèmes de gestion de classe. Le rôle de l'académie, dans ce cas, est d'apprendre aux professeurs à gérer plusieurs groupes.

Il est dommage de voir, qu'au lycée, lorsque l'élève a la possibilité de mener des expérimentations, il reste un exécutant.

Par ailleurs, les sciences sont trop proches des mathématiques. Si bien qu'en sciences physiques, l'élève a l'impression de faire des mathématiques. Ceci peut être l'une des explications du manque de motivation des élèves pour les filières scientifiques. Signalons que dans l'académie de Nice, le taux moyen d'élèves qui se dirigent vers les sciences après la classe de seconde est inférieur à la moyenne nationale. Les mathématiques ne devraient pas être le critère de sélection de la série S.

Depuis 2005, l'épreuve des sciences de la vie et de la Terre (SVT) au baccalauréat général – série scientifique – est constituée, dans sa partie pratique, de « l'évaluation des capacités expérimentales ». Celle-ci évalue le geste technique, la compréhension de la situation scientifique qui le motive et l'exploitation de ses résultats.

Il faut bien reconnaître que le contenu des programmes scientifiques mériterait d'être dépoussiéré. La physique, par exemple, est presque enseignée comme au 19^e siècle. Cependant, il n'est pas sûr que les sciences plus contemporaines intéressent davantage les élèves. L'intégration au programme de l'étude du son, par exemple, ne remporte pas plus de succès que les sujets plus classiques.



Les enjeux de l'avenir

L'académie va mettre en place un dialogue entre les professeurs du collège et ceux du lycée. Elle insiste également sur la nécessité d'une transdisciplinarité. Va-t-on travailler seul en sciences physiques, en sciences et vie de la Terre, en langues. Imaginons un TP rédigé en anglais, nécessitant l'utilisation de l'informatique, d'Internet, la mise en place d'expériences, etc. Ce projet n'est pas simple à réaliser mais il fait partie des enjeux de l'avenir.

Nous devons aussi renforcer les liaisons entre les lycées et les universités. Les élèves ont peur d'aller vers la recherche. Les parents craignent un manque d'encadrement à l'université. On ne peut exiger d'un élève un savoir qu'il n'a pas appris au lycée. Les programmes ont évolué. Qui va préparer une licence en sciences ? Celui auquel on a refusé l'entrée en section de technicien supérieur, en institut universitaire de technologie ou en classe préparatoire aux grandes écoles. Il ne s'agit donc pas du meilleur élève. Rares sont les élèves qui ont la maturité de se dire : « je vais à l'université car je sais que je vais y bénéficier d'un enseignement plus généraliste et plus réflexif ».

En classe préparatoire, on part du niveau de terminale pour amener progressivement l'élève à un niveau donné. On tient compte des connaissances effectives des élèves. Il faudrait inverser les populations.

De la salle

Ancien proviseur de lycée d'origine scientifique, j'ai vu changer les élèves. Contrairement aux lieux communs, je les ai vus murir. Ce qui est marquant, c'est que les jeunes ne croient pas en notre système de société. Même ceux qui vont dans une école d'ingénieur ont peur d'être jeté à 40 ans. Ils anticipent ce risque. Les jeunes ne sont pas convaincus qu'on les attende !

Ne serait-il pas nécessaire de les interroger au sujet du regard qu'ils portent sur le monde et pourquoi ils vont faire tels choix ?

Gérard Seurat

Il existe des enquêtes. En sciences physiques, 120 collègues ont été testé sur la perception des matières par les élèves. A l'issue de cette enquête, on s'est rendu compte que les élèves qui ne veulent pas s'engager dans une série scientifique ne souhaitent même pas avoir des sciences au programme. Le collège est unique, les élèves sont différents. Or on a le même enseignement pour tous au même instant.

Il faut développer des moyens de motivation supplémentaire : clubs, concours, partenariats, musées, etc. Nous devons susciter la curiosité des élèves avec autres choses que les programmes officiels.

De la salle

Dans ce cas, pourquoi enfermer les élèves dans les salles de classe comme cela a été fait lors de la dernière éclipse totale ?

Gérard Seurat

Nous devons appliquer le principe de précaution.

De la salle

Mais il existe des lunettes spéciales. S'agit-il d'un manque de moyens ?

Pourquoi n'y a-t-il pas plus de pédagogie par rapport aux applications des recherches scientifiques ?

Gérard Seurat

Bien souvent, c'est en lien avec un manque de formation des enseignants à ces questions.

Le problème français est celui du respect du programme. Pourtant, le discours des inspecteurs est davantage axé sur la motivation des élèves que le strict respect du programme. Les inspecteurs préfèrent un professeur qui sait encourager, motiver et susciter la curiosité de ses élèves, plutôt que celui qui donne un cours magistral et boucle son programme à tout prix.

De la salle

En tant que professeur remplaçant, je tiens à souligner la difficulté de la mise en mots que rencontrent les élèves. Il y a un problème avec le socle commun qu'est le français.



Gérard Seurat

Effectivement, l'expression écrite y compris en sciences est problématique.

De la salle

Ce qui manque à l'enseignement des sciences, c'est l'histoire des sciences.

Gérard Seurat

L'histoire des sciences est abordée. Des formations existent dans certaines académies.

Dans les manuels de sciences physiques en terminale, par exemple, cette question est évoquée.

Et même dans la classe de 5^e, les élèves s'y intéressent beaucoup.



La culture peut-elle être scientifique ?

Olivier Las Vergnas

Directeur délégué à l'insertion, la formation et l'activité professionnelle de la Cité des métiers de Paris, auteur de *Romanesque 2.0* édité au Passager clandestin en 2007

En tant qu'acteur de terrain de la médiation scientifique, je m'interroge sur les raisons du clivage de la culture. Ma réflexion vient de cette action de terrain.

Pourquoi depuis 35 ans tourne t'on en rond à propos de cette question ? Pourquoi dans tous les rapports officiels qui s'interrogent sur la culture scientifique (un en moyenne tous les trois ans), on retrouve toujours le même phénomène ? Et ceci qu'ils viennent du Sénat, de l'Assemblée Nationale, de l'Inspection Générale, ou de l'Union Européenne.

Mon équipe et moi nous sommes posés la question suivante : quels sont les invariants qui tirent vers le bas ? Au regard des théories de Darwin, lorsqu'un système n'évolue pas, c'est qu'il n'a pas besoin d'évoluer. Quand sur 35 ans, un système tel que le système éducatif culturel de formation n'évolue pas, c'est qu'il y a un certain nombre d'invariants qui l'empêche de le faire. Les efforts mis en place doivent sans doute être compensés par des forces antagonistes.

Nous devons donc identifier les paradoxes et les lever au travers de l'action.

Le discours général s'articule autour de l'idée d'une désaffection des études scientifiques et d'un désamour des sciences. En effet, les filières des mathématiques, des sciences physiques enregistrent une baisse d'environ 20% du nombre d'inscriptions en études supérieures. Je souligne par ailleurs que des données précises en la matière sont compliquées à obtenir.

Globalement, les évolutions sont toujours les mêmes : stabilité des baccalauréats S, STI, augmentation du baccalauréat ES, et effondrement du baccalauréat L.

Une pénurie de chercheurs par rapport à un objectif à atteindre

Par rapport au discours sur les postes de recherche, on peut faire le constat suivant : il ne s'agit pas d'une pénurie de chercheurs.

Quand on s'inquiète de la fuite des cerveaux, on ne parle pas d'un manque de chercheurs dans les établissements de recherche. De quoi parle-t-on alors ? Je vous invite à ce sujet à lire le rapport de Joël Bourdin produit pour le Sénat en 2004. Il existe une pénurie de chercheurs si on veut atteindre les objectifs fixés par l'Union européenne au sommet de Lisbonne (c'est-à-dire augmenter les dépenses en matière de Recherche & Développement et d'Innovation pour approcher les 3% du PIB d'ici 2010). Actuellement nous sommes en moyenne entre 2,1% et 2,2%.

On forme 6 000 thésards en techno-sciences par an en France. Pour atteindre les 3%, il en faudrait 4 000 de plus. On constate donc une pénurie par rapport à une projection d'un objectif à atteindre, et non par rapport à des postes à pourvoir. Pour l'instant, économiquement, la structure ne permet pas de passer de 2,2 à 3% du PIB. L'objectif est reculé.

Le rapport précise aussi que chaque fois qu'il y a eu des évolutions dans la recherche, celles-ci avaient été soutenues par la recherche publique.

Lorsqu'on augmente le nombre de poste pour le CAPES de sciences, trois ans après on augmente le nombre de candidats. L'idée selon laquelle il suffit de parler de la pénurie de chercheurs pour que les personnes s'inscrivent dans des filières de recherche en espérant qu'il va y avoir des postes, ne fonctionne pas. C'est le phénomène inverse qui se produit, ce qui est logique. Les gens se présentent aux concours à condition qu'il y ait des postes.

Un désamour des sciences ?

Sur la question d'un possible désamour des sciences, je souhaite vous faire part de mon expérience de terrain. Lorsque l'on travaille avec un groupe d'enfants, une éclipse de soleil se révèle être un phénomène qui les passionne. Mais leur encadrement coûte cher. En fait, les sciences ne sont pas moins aimées par les jeunes que les autres matières. Ainsi la motivation pour les sciences fonctionne si les conditions d'émergence des expressions de la passion (appropriation, progression, échange, aboutissement, valorisation) sont réunies. Les projets permettent l'appropriation du savoir, c'est la base de la pédagogie.



Ils développent d'autres dimensions que celles proposées par l'enseignement traditionnel, à savoir la résolution de problème, la communication, l'estime de soi, l'esprit critique, ainsi que de nombreux "savoir-être".

En vingt ans, 399 expo-sciences, dans lesquelles ont été présenté près de 8 000 projets de jeunes, ont vu le jour à la Cité des sciences.

Une culture scientifique ?

Pour questionner cette conception de la culture, citons l'ouvrage *The two cultures* publié par Charles Percy Snow en 1959, ainsi que *Die drei kulturen* de l'universitaire allemand Wolf Lepenies, paru à l'édition de la Maison des sciences de l'homme en 1991.

Si on prend l'exemple de la formation de l'esprit, en rapport avec le raisonnement scientifique et la maîtrise du langage, comment peut-on imaginer séparer la culture des élèves en matière de langues et en matière de sciences ?

Citons également *L'âge du capitaine* de Stella Baruk, paru aux Editions du Seuil en 1998 qui montre que la question de l'énonciation d'un problème de mathématiques est la même que celle qui concerne l'expression.

Comment imaginer une culture littéraire qui n'aurait pas de culture linguistique ? Quand on retrace l'histoire des mots, les racines, les emprunts, quand on analyse l'orthographe, on a bien affaire à des corpus de données. On compte des mots. On cherche des rythmes. On fait des transformées de Fourier sans le savoir : « Un alexandrin c'est de la transformée de Fourier, il suffit de s'en rendre compte ! ».

Il n'y a pas deux cultures, comme il n'y a pas d'opposition entre la culture et la technique.

Pourquoi accepte-t-on ce système avec cette dualité ?

Au début, en situation, on est porté par sa passion, et on ne se pose pas la question. Plus tard, je me suis rendu compte que je ne pouvais m'intéresser à l'astronomie sans m'intéresser à l'anthropologie.

L'origine du discours sur le désamour des sciences

Mon hypothèse est la suivante : l'enseignement des sciences dans le secondaire a deux missions. La première est de permettre les apprentissages scientifiques de tous les élèves. La seconde est de détecter et de préparer ceux qui seront les futurs scientifiques.

Mais il est impossible d'atteindre ces deux objectifs en parallèle. On accepte d'instrumentaliser les mathématiques comme un moyen de sélection. Le classement des meilleurs élèves est organisé à partir des notes en mathématiques. Ceux qui ne sont pas dans les meilleurs n'ont pas le goût des mathématiques. On laisse alors le système réaliser l'identification des meilleurs et le dégoût des autres. Sur une classe d'âge, aujourd'hui 23% des élèves quittent le système scolaire avec le brevet ou moins ; 41% de ceux qui restent dans le système scolaire ne choisissent pas un cursus scientifique ; 15% des élèves quittent les sciences avant le baccalauréat.

Le système scolaire est focalisé sur les 9% qui constitueront les futurs chercheurs et ingénieurs, et les 15% qui seront les techniciens supérieurs de demain. C'est un choix économique.

Les autres, qui n'ont pas vocation à devenir des scientifiques, sortent par la petite porte avec une mauvaise impression des sciences.

L'image des sciences conditionnée par l'enseignement formel

Dans les cadres hors scolaires on peut redonner le goût des sciences, mais c'est plus long. Et ces efforts sont-ils suffisants ?

En essayant de chiffrer le volume absolu de confrontation aux sciences en France, il en ressort que la majorité de ce temps est consacré à l'école.

Un club non scolaire peut-il prétendre avoir un levier d'action quantitativement aussi important que l'enseignement formel ?

Au maximum, le non scolaire représente 1/40^e de la médiation scolaire et universitaire. Le système formel d'enseignement est quarante fois plus fort dans l'image qu'il donne des sciences que tout le reste réuni. Même si les volumes d'heures consacrés aux sciences a été volontairement surestimé, un constat s'impose : le système scolaire (dont l'université), qui produit plutôt du rejet, est quarante fois plus fort que les autres systèmes. De fait, on ne peut pas espérer que l'image des sciences, si elle est liée au système scolaire, soit considérablement améliorée par les actions hors scolaires. C'est, à mon sens, la raison pour laquelle on tient le même discours sur le désamour des sciences depuis quarante ans.



Trois perspectives des sciences dans les discours officiels

A propos, de quoi parle-t-on lorsqu'on évoque la science ?

La relecture des rapports officiels m'a permis d'identifier trois perspectives, complètement différentes, sur la science.

1. la science comme un ensemble de savoirs notionnels et conceptuels en évolution constante
2. la science comme une méthode d'exploration des phénomènes et de résolution de problème
3. la science comme un processus socio-économique (depuis moins de vingt ans)

On ne peut avoir de vision de la science sans ces trois dimensions.

La deuxième est peu considérée. Je vous invite à lire les travaux de Derek John De Solla Price, et notamment *Little science, big science* paru en 1963.

L'individu a toujours besoin de moyens de résolution de problème. La construction de l'individu, sa capacité à communiquer, le développement de son esprit critique, sa capacité à résoudre les problèmes du quotidien, sa capacité à ne pas être victime d'endoctrinement, à refuser la pensée magique, vient de sa formation en science comme exploration des phénomènes et résolution de problème.

Où est la demande ?

Pour faire de la médiation, il faut un public. Pour les passionnés des sciences, cela ne pose pas de problème. Le public, qui n'est a priori pas intéressé par la science, a-t-il des questions à poser ? Est-on capable, pour faire de la médiation, de partir de la demande du public ? Est-ce qu'il y a du feedback ? Peut-on imaginer que la médiation soit pilotée par la demande des utilisateurs ? si cela était le cas, on mettrait d'abord de la technique, comme le font les boutiques de sciences.

Ensuite, viendraient les questions en rapport avec les évolutions scientifiques et techniques, et notamment les évolutions liées aux métiers. La création de la Cité des Métiers à la Villette est née de cette volonté de partir de la demande des personnes. Actuellement, celle-ci accueille environ 700 personnes par jour. Il en existe une à Marseille, vingt et une autres dans le monde. On ne doit pas uniquement faire de la science descendante. Le but est de se reconnecter aux questions concrètes. Nous avons notamment pour cela comme projet de créer une Cité des Métiers de la Santé.

Pour une question de logistique, le public a été invité à poser ses questions à Olivier Las Vergnas lors de la table ronde de l'après-midi.



La recherche en industrie

Erick Lansard

Directeur de la Recherche chez Thales Alenia Space

Qu'est-ce que la société Thales Alenia Space ?

Notre société est un acteur majeur de rang mondial dans le domaine du spatial, qui réunit le savoir-faire et l'expertise d'Alcatel Space et d'Alenia Spazio dans le développement de technologies spatiales pour des instruments, des satellites, des segments sols, des systèmes complets, dans des domaines aussi divers que les télécommunications, la navigation, la météorologie, la gestion de l'environnement, la défense, la sécurité, l'observation et les sciences.

Leader européen des satellites, notre société est fortement impliquée dans les secteurs civil et militaire, en particulier dans les domaines suivants :

- les projets environnementaux axés sur l'observation de la Terre tels que le programme GMES (surveillance globale pour l'environnement et la sécurité) et la météorologie avec Météosat Seconde Génération) ;
- la navigation avec le programme européen Galileo ;
- la défense, avec sa participation à de nombreux programmes tels que les systèmes de télécommunications français Syracuse (I, II et III) et italien Sicral; et dans des systèmes d'observation civils et/ou militaires tels que Helios (France), COSMO-SkyMed (Italie) et SAR-Lupe (Allemagne).

Les contraintes de la recherche en industrie

A tous s'impose la nécessité de s'adapter au changement. Les aspects techniques et technologiques sont très présents. La notion de retour sur investissement dicte tous les choix.

Se confronter aux problématiques financières est toujours intéressant. Ainsi la prise de décisions va être subordonnée à des questions du type : combien coûte un ingénieur R&D ?

Les Etats-Unis sont nos principaux concurrents.

Leurs moyens financiers sont considérables. Ils mettent dix fois plus d'argent dans la recherche sur le spatial que l'Union européenne. Les moyens mais aussi les méthodes sont différentes. De manière assez générale, on peut dire que les européens consacrent davantage de temps aux études, avant de se lancer dans des développements coûteux. Ce qui fait que lorsque ces derniers franchissent toutes les étapes de mûrissement, ce sont à l'arrivée de très bons projets. En revanche, les américains passent plus vite en réalisation, avec à l'arrivée un certain nombre de projets infructueux et donc un moins bon « rendement » qualitatif que les européens. Il n'en demeure pas moins que la quantité de projets réussis demeure très nettement à l'avantage des Etats-Unis. La Chine, le Japon et l'Inde sont à prendre également très au sérieux, au vu de la qualité de leurs projets, de leurs ingénieurs, de leur volonté politique et des financements engagés.

Chez Thales Alenia Space, l'organisation est centralisée et comprend des équipes spécialement dédiées aux projets futurs. Un « bon » laboratoire compte six personnes. Les laboratoires travaillent pour les clients internes. Ces équipes sont autofinancées par l'entreprise à hauteur de 80%. La contrepartie indispensable : rendre des comptes deux fois par an. Une action de recherche met cinq ans à aboutir. Lors de la prochaine rencontre avec la direction générale, je vais devoir valoriser des résultats qui ont été lancés il y a cinq ans. Il est de ma responsabilité de mettre en œuvre des actions de recherche qui, dans cinq ans, vont arriver au bon moment.

Les leviers de la recherche en industrie

Pour faire de la recherche, nous avons trois leviers :

- **les ingénieurs de recherche.** 30 à 40 % des membres de l'équipe de recherche ont fait une thèse, une moitié des docteurs ayant également un diplôme d'ingénieur. Dans les équipes, il est nécessaire d'avoir des gens de tous horizons. La pensée unique, ce n'est jamais bon. De plus, les ingénieurs et les docteurs se complètent.
- **les thèses dans des laboratoires**(CNRS, INRIA, universités...), y compris dans nos laboratoires communs (TéSA à Toulouse, AXIS à Limoges..) et dans le cadre de nombreux partenariats de co-financement, . Il est fait en sorte que toutes les actions de recherche aient des clients en interne.



- **les collaborations académiques.** Celles-ci courent sur une période de six à neuf mois avec un même laboratoire. Elles concernent chacune une problématique précise.

Nous avons besoin de nous ouvrir à l'extérieur. Il nous faut acheter des graines et les planter. Certaines poussent, d'autres pas. Il y a une part de risque. La pire des choses serait de se recroqueviller sur nous en espérant trouver seuls. Nous prenons le parti d'investir de l'argent à l'extérieur, dans des projets de laboratoire, car nous faisons le pari que cela sera rentable sur le moyen terme. Jusqu'à présent, nous sommes satisfaits des résultats.

Nous mettons aussi l'accent sur les techniques avancées et les technologies génériques, c'est-à-dire pouvant servir autant à du civil qu'à du militaire. La recherche chez Thales Alenia Space est définie et acceptée comme une action dont nous ne sommes pas sûrs qu'elle aboutisse.

L'équipe de recherche représente moins d'un pour cent des effectifs totaux. Les prises de risque sont raisonnées. Les actions à haut risque, mais à haut gain, ne constituent pas plus de vingt à trente pour cent des actions.

Comme je l'ai déjà évoqué, nous fonctionnons avec un plan pluriannuel, dans lequel l'évaluation est très présente. Nous nous interrogeons sans cesse. Où allons-nous et pourquoi ? Notre travail est-il bien fait ? Quels sont les résultats ? À qui servent-ils ? Quels sont les transferts ? Quels sont les brevets ? Quels sont les retours sur investissement ?

Tous les six mois, mes équipes présentent à leurs clients internes l'avancée des actions. Nous faisons également appel à un comité d'évaluation scientifique purement externe, comprenant dix scientifiques de très haut niveau. Ils nous fournissent des recommandations sur les actions à engager.

En France, les laboratoires aiment bien rester sur l'aspect « noble », c'est à dire mathématique des choses, sans forcément s'intéresser au développement instrumental ou technologique. En Italie, les laboratoires vont plus loin, jusqu'à fabriquer des prototypes et parfois même les expérimenter sur avion. Théorie, conception, réalisation, prototype, et validation se font directement à l'université.

La principale différence entre la recherche académique et la recherche industrielle, vient du fait qu'en recherche industrielle, quand les résultats souhaités sont obtenus, le projet concerné est clos.

En tant que Directeur de la Recherche, je suis sollicité par le milieu académique, les régions ou l'Etat, pour donner l'avis de l'industrie sur les actions destinées à promouvoir l'innovation et la créativité. C'est le cas par exemple pour les Réseaux Thématiques de Recherche Avancée (RTRA) dans le cadre de la recomposition de la recherche en France. Ce concept vise à conduire des projets d'excellence scientifique. Un statut dédié de Fondation de Coopération Scientifique a été élaboré pour donner la souplesse et la réactivité nécessaires dans le contexte actuel de compétition internationale. Etant reconnu d'utilité publique, le statut de fondation de coopération scientifique permet d'engager la recherche d'autres sources de financement. Les RTRA rassemblent, autour d'un noyau dur d'unités de recherche proches géographiquement, des chercheurs de très haut niveau, fédérés dans le cadre d'une stratégie partagée autour d'un objectif scientifique commun.

De la salle

Vous recrutez des docteurs. Dans les cinquante étudiants que vous avez en thèse, combien vont être embauchés ?

Erick Lansard

Il n'y a aucune automaticité. Cela dépend de la politique de recrutement du groupe. Bien sûr, c'est le premier vivier lorsque nous avons des recrutements autorisés. Mais, c'est une politique globale de recrutement qui s'impose à tous, sans distinguer les besoins de chacun.



Le métier de chercheur

André Brahic

Astrophysicien, professeur à l'université Paris VII et directeur du laboratoire gamma-gravitation au Commissariat à l'énergie atomique (CEA)

Recherche, éducation et culture

Pourquoi la recherche est-elle si importante ? Il y a dans la recherche plusieurs aspects, il y a la recherche fondamentale où on essaie de comprendre qui nous sommes et dans quel monde on vit. Il y a la recherche appliquée qui permet d'avoir une vie meilleure, etc. Et puis il y a la curiosité de l'homme, celle d'avoir la connaissance. Mais au-delà de ça, la recherche est fondamentale dans les actes de tous les jours. Il y a des penseurs qui ont regardé le ciel, il n'y a pas si longtemps, ils ont emprunté quelques idées aux grecs, aux égyptiens et à d'autres. Ces penseurs ayant fait un corpus, nous en sommes les héritiers. Actuellement, nous préparons la suite en nous inspirant de la manière dont nous voyons l'univers. L'homme se prépare alors à une attitude complètement différente. Et si nous avons la chance, nous occidentaux, d'être en ce moment très légèrement en avance sur les chinois, les indiens et les autres, c'est parce qu'un roi d'un petit pays, le Danemark, vers 1580, a eu un coup de cœur pour l'astronomie et a consacré 5% du produit national brut de son pays pour construire un observatoire. Puis sont venus, Galilée, Newton, la renaissance scientifique, et nous en profitons encore. A la même époque, l'Espagne défendait la religion et a construit une invincible armada qui s'est retrouvée au fond de l'eau... On voit à ces exemples comment les budgets peuvent être bien ou mal placés.

La recherche, si c'est l'avancée des connaissances, c'est aussi l'économie. Pour lutter contre le chômage, le meilleur moyen est la recherche. Quand on dépense des millions d'euros pour lancer des sondes dans l'espace, c'est parce que les industriels doivent avoir une fiabilité à toute épreuve. S'ils ont la fiabilité, ils sont les maîtres du marché. Un exemple : la Chine vient de lancer vingt-deux satellites scientifiques, dans le même temps, l'Europe en a lancé trois. Pour prévenir le chômage, il vaut mieux garder une certaine avance. Pour ce faire, le spatial est le champ de bataille de l'économie actuelle.

On parle aussi de la violence dans les banlieues. « Laissez-moi vous conter mon expérience sur ce sujet : à l'université Paris VII où j'enseigne, je disais à l'un de mes collègues: si on mettait des programmes dans les classes qui soient un peu plus amusants, peut-être que les élèves seraient un peu moins agités. Il m'a invité à aller là où il y a des problèmes. Je suis allé dans les quartiers nord de Paris, à Mantes-la-Jolie. On m'a dit : « attention, ils brûlent les voitures ». On m'a présenté ces quartiers comme des lieux où sévissent la drogue, la violence... vous connaissez ce discours. J'y suis allé et j'ai rencontré ces gamins, deux ou trois ou quatre cents à chaque fois. Ils étaient un peu agités, mais au bout de 10 minutes, en leur tenant un langage un peu différent de celui qu'ils ont l'habitude d'entendre, j'ai trouvé des gamins dont les yeux commençaient à briller. Et j'ai pensé que tout n'est pas perdu. » Cette expérience m'a permis de dire à nos politiques : « quand vous avez des problèmes dans les banlieues, envoyez les astronomes d'abord, la police après ! »

Dans le cas des problèmes de sécurité, de fondamentalisme et autre, il est bien évident que les armes ne sont pas indiquées pour les régler. Il nous faut agir à la base, au niveau scolaire, en expliquant l'Univers dès les petites classes. C'est pour cela que je crois que recherche, culture et éducation vont de pair.

Je peux aussi vous donner quelques exemples de chefs d'état qui ont, pour moi, joué un grand rôle en faveur de la recherche. Commençons par Louis XIV dont les efforts profitent encore à la recherche française. A une époque plus récente, Pierre Mendès-France qui a gouverné peu de temps, et Charles de Gaulle, ont aussi fortement participé à développer la recherche.



Aujourd'hui, il ne faut pas uniquement des crédits supplémentaires, et c'est là mon opinion diverge d'avec celle de certains de mes collègues. Bien sûr que les crédits sont nécessaires à une recherche de qualité, mais il lui faut aussi et essentiellement de l'enthousiasme. Par la place que nous offrons à chacun dans notre société (notamment aux chercheurs et aux politiques), nous favorisons l'émergence de personnes de grande envergure apte à prendre les bonnes décisions. Quand de Gaulle a voulu développer la culture, il a mis Malraux. En 1936, on a mis Jean Perrin, puis Joliot-Curie.

La thèse, le diplôme majeur

Le conseil que je donnerais à chacun, c'est d'abord d'encourager le passage d'une thèse. La thèse, c'est une formation qui apprend l'humilité et on développe son esprit critique. Il serait souhaitable que les hauts responsables soient formés par un doctorat plutôt que par une école avec un concours un peu artificiel.

Passer un doctorat est une très belle leçon. Pendant trois ans de sa vie, un doctorant a un problème à résoudre. Il peut aller voir qui il veut pour avancer. Pour un concours ou un examen, un étudiant doit répondre en trois ou six heures à une question dont tout le monde connaît la réponse. Il suffit d'être le plus rapide. Pour une thèse, il doit répondre en trois ans à une question dont personne ne connaît la réponse. C'est complètement différent. La thèse apprend à être critique, à parler des langues étrangères, à collaborer avec les autres, à trouver un résultat, à construire un projet. Il devrait être le diplôme majeur.

Il y a une temporalité différente entre les enjeux politiques et les enjeux de la recherche.

Peu d'hommes politiques pensent sur le long terme. Prenons l'exemple de la mission Cassini. En 1980, une quinzaine de personnes se réunissait pour promouvoir la mission. En 1990, la mission était sélectionnée et obtenait des crédits des différents gouvernements impliqués. En 1991, on sélectionnait les scientifiques associés à la mission. En 1997, c'était la fin de la construction de la sonde et son lancement. En 2004, la sonde arrivait sur Saturne. La mission devait se terminer en 2008 mais fut prolongée jusqu'en 2010. Nous avons l'espoir qu'elle le soit jusqu'en 2012. Le dépouillement de la mission est prévu jusqu'en 2020. Durée de l'expérience : quarante ans.

Il y a environ quatre siècles que nous avons commencé à comprendre le monde, et c'est au vingtième siècle que ça a vraiment explosé (années 1970/80). Notre vision actuelle de l'univers n'a rien à voir avec celle des années 1950. Actuellement, nous comprenons 0,4% de l'univers...

Plaisirs et douleurs du chercheur

La première idée d'un chercheur, c'est le doute. Un chercheur ne vous dit jamais la vérité mais il vous dit ce qui est faux. Le doute n'est pas contre l'action, au contraire. Les deux piliers du chercheur sont l'observation et la théorie. La recherche c'est aussi un bonheur extraordinaire, quand vous touchez à quelque chose de nouveau. Mais cela s'accompagne de beaucoup d'inconfort car l'homme a besoin de certitudes. C'est confortable de faire partie d'un groupe, de penser comme ce groupe. Le chercheur fait le contraire. Quand le groupe pense quelque chose, le chercheur se dit qu'ils ont peut-être tort. Cela conduit à des moments difficiles, même dans la vie en société. C'est le prix du progrès.

Il faut être passionné et choisir un directeur de thèse enthousiaste, car le prix à payer est très cher. Il est très difficile de concilier vie privé et recherche.

En France, le système est épouvantable. Les Etats-Unis récupèrent les bons étudiants en les payant quatre fois plus. La place du chercheur dans la société n'est pas celle qu'il mérite. Ni le système d'organisation de la recherche, ni celui de la rémunération, ni la reconnaissance en France ne fonctionnent.

Tableau synthétique récapitulatif

Aspects abordés	Analyse et propositions
Gérard Seurat	
Désaffection des filières scientifiques	Privilégier la motivation des élèves plutôt que le strict respect des programmes Motiver les élèves par d'autres moyens que les programmes scolaires
Contenu des programmes scolaires	Intégrer la démarche scientifique dès le primaire Valoriser l'expérimentation Compléter la formation initiale en sciences des enseignants
Olivier Las Vergnas	
Permanence du même discours depuis quarante ans sur les sciences	Identifier les paradoxes Cerner les trois perspectives sur les sciences
Image négative des sciences	Poids de l'enseignement scolaire et universitaire
Publics des sciences	Faire de la science accessible
Erick Lansard	
Contraintes de la recherche en industrie	Retour sur investissement Permanence de l'évaluation
Leviers de la recherche	Ouverture nécessaire aux autres milieux
Recrutement de l'équipe de recherche	Aucun automatisme Question de personnalité
André Brahic	
Enjeux de la recherche	Enjeux éducatifs, culturels et économiques
Vertus de la thèse	Le diplôme majeur
Métier de chercheur	Passion et doute Vie professionnelle et personnelle difficile à concilier
La Recherche en France	Système à réformer



Table ronde

Ont participé : les conférenciers Gérard Seurat, Olivier Las Vergnas, Erick Lansard et André Brahic ; ainsi que deux invités Jean-Pierre Marlier, président du conseil de surveillance de One Too, et Frédéric Guittard, professeur des universités.

Stéphanie Godier et Fabrice Portier-Fozzani, respectivement président et administrateur de REA, ont animé la table ronde.

Stéphanie Godier / interactions entre recherche, éducation, industrie et culture

Je vous rappelle la thématique générale de ce festival : les interactions entre les domaines de la recherche, de l'éducation, de l'industrie et de la culture.

Frédéric Guittard, vous êtes à cheval sur l'industrie et l'université de Nice. Il y a des difficultés dans tous les secteurs. Des besoins existent dans la recherche industrielle mais le recrutement des docteurs y est difficile. Les candidats n'ont peut-être pas le profil, mais dans ce cas c'est quoi le bon profil ? Comment améliorer la situation actuelle ?

Frédéric Guittard / formation universitaire

Avec les diplômes européens (LMD), ce qui est important c'est de diversifier l'offre en fonction des besoins. Je tiens à souligner que le doctorat est une formation professionnelle puisqu'être chercheur c'est aussi une profession.

Fabrice Portier-Fozzani / manque de reconnaissance du bac+8

On peut se demander jusqu'à quel point le problème du doctorat est un problème franco-français. À l'étranger, le bac+8 a une valeur. Un bac+8 y est davantage reconnu qu'une personne qui a passé un concours en début de carrière.

Jean-Pierre Marlier / avantages et inconvénients du docteur en industrie

J'emploie des docteurs chez One Too. Je voudrais faire ici une distinction entre la recherche et le développement. Sur les quarante personnes de One Too, six sont docteurs. La spécificité du docteur, à mon sens, est d'essayer de comprendre les choses avec un souci différent de celui du chef d'entreprise qui est de vouloir progresser. Une activité industrielle est une activité à but lucratif. Une entreprise qui ne fait pas de profit ne peut pas entretenir des chercheurs qui ne trouvent pas.

Mais le fait d'employer des docteurs, nous permet d'avoir une autre vision du projet. Le docteur va le façonner différemment, il ne va pas se cloisonner ni se donner de limite dans sa capacité à imaginer des solutions. Il est capable d'aller sur des pistes complètement vierges, ce que ne fera pas un ingénieur qui est purement dans le rationnel. Toute la difficulté du chef d'entreprise va être de gérer ce côté un peu artiste du docteur, avec une obligation de résultat. En tant que PME, on est plus dans une logique de développement, que dans celle de la recherche. La recherche est du domaine de l'Etat, de la collectivité d'un pays.

Erick Lansard / profil idéal pour la recherche industrielle

Les docteurs et les ingénieurs ont des qualités et des défauts. L'enthousiasme et la motivation se retrouvent des deux côtés. Les ingénieurs ont plutôt un esprit de synthèse par opposition aux docteurs qui ont plus un esprit d'analyse.

L'ingénieur aurait tendance à vite se précipiter sur le problème donné sans s'occuper de l'état de l'art. Du côté du service des ressources humaines, on reproche au docteur un manque de pluridisciplinarité et d'adaptabilité. Le docteur se confrontant à un milieu international, ne souhaite pas refaire ce qui a déjà été fait par ailleurs. La notion de moyen et long terme est plus inscrite chez lui.

J'ai une préférence pour le profil ingénieur + docteur, mais ensuite c'est la personnalité et les opportunités qui vont faire la différence.



André Brahic / cassure entre la recherche et l'industrie

Il existe une cassure historique entre l'université et l'industrie. L'évolution actuelle est insuffisante.

Cette séparation offre l'avantage de former des élites. L'université devrait sélectionner pour avoir un meilleur niveau. Le financement de la recherche publique en France n'est pas très satisfaisant, au contraire du financement privé pour la recherche appliquée, les industries étant motivées par des avantages fiscaux. La recherche fondamentale reste l'apanage de la recherche publique.

Un technicien trop spécialisé est un futur chômeur.

Il faut avoir les fondamentaux de la culture après le lycée (lire, écrire, compter) et ensuite acquérir des spécialisations.

Gérard Seurat / baccalauréat unique

Il y a le collège unique. Dans la série littéraire, il n'y a pas assez de mathématiques. Nous devons revenir à quelque chose de plus généraliste.

Olivier las Vergnas / réaction des enfants face à la science ou à la littérature

Avant le secondaire, cette question n'a pas de sens. Le monde n'est pas composé de problème scientifique d'un côté, et de problème de langues de l'autre. Il ne s'agit pas de poser la question d'un baccalauréat unique, mais de soulever le problème des mathématiques pour les non matheux. Nous avons une représentation archaïque des mathématiques avec des formules, un critère de sélection aux concours des grandes écoles. Les mathématiques ne sont pas envisagées comme un outil de résolution de problème. La question c'est la qualité du secondaire, pas le temps d'enseigner les maths pour tous.

André Brahic / la sélection à l'université

Les bons éléments passent quelque soit le système. Il s'agit de s'occuper de ceux qui ont plus de difficultés. Il faut mettre les gens où ils seront bien, où ils rencontreront un succès. La sélection par l'échec est la pire. Surtout, il faut des passerelles. Mais cela est difficile à mettre en place car l'université n'a ni les moyens de management, ni les ressources humaines, ni la culture. Il faut une réforme complète du système. Un élève du lycée coûte plus cher qu'un élève de l'université à l'Etat. Pourquoi ? Car les parents d'élèves votent. L'étudiant n'est pas assez suivi à l'université.

Erick Lansard / fondation d'entreprise

Il n'y a pas de projet de fondation d'entreprise chez Alcatel. Pourquoi ? Car il est plus efficace de piloter en direct les projets, sans gouvernance externe. Par contre, chez Thalès Alenia Space : oui. Les réseaux thématiques de recherche avancée sont aussi des structures juridiques de fondation. Notre position là-dessus est mitigée car Thalès Alenia Space préférerait investir dans des actions plus ciblées par rapport à ses attentes. Nous n'avons pas de retour pour l'instant.

La question de la propriété intellectuelle nous pose également souci, car aucun industriel ne l'aura. Les scientifiques ont vocation à publier tous les résultats qu'ils vont avoir. C'est la primauté du résultat.

Frédéric Guittard

Il y a une vingtaine d'années, les contrats passés avec l'industrie prenaient la forme de convention directe entre l'entreprise et deux ou trois laboratoires avec définition d'une cible, d'un objectif et de moyens. Le brevet appartenait à l'industriel. En ce qui concerne la fondation, si l'entreprise investit c'est pour avoir un retour sur investissement. Aujourd'hui, ce qui se crée ce sont des sortes de corporatisme où chaque industriel participe financièrement mais ne révèle pas ses intentions. S'il dévoile sa cible, il dévoile ses objectifs industriels et son application sur le marché. Ce type de corporatisme génère souvent des engagements assez superficiels en termes d'objectifs à atteindre. On a volontairement oublié de bien définir un objectif précis et une cible.

Erick Lansard / évolution de carrière chez Thalès Alenia Space

Il est mal vu d'aller dans l'industrie après deux ou trois années post-doctorales. Il faut choisir son camp, soit celui de la recherche académique ou de l'enseignement, soit celui de l'industrie.

Ceux qui ont fait une thèse ont une capacité à créer des réseaux, à rencontrer les autres, à aller chercher l'information dans l'entreprise. Ils sont des atouts pour l'entreprise.