

FORMATION PAR LA RECHERCHE

39

Juin 92

Lettre de l'Association
Bernard Gregory
53, rue de Turbigo
75003 Paris

ISSN 0754-8893

EDITORIAL

FORUM USA 92

José Ezratty

Directeur de l'Association
Bernard Gregory

Nés il y a cinq ans sous l'égide du Ministère des Affaires Etrangères, à partir d'une initiative des boursiers Lavoisier et des étudiants effectuant leur service national en Nouvelle Angleterre, les forums USA sont maintenant organisés chaque année par la Mission scientifique de l'Ambassade de France aux Etats-Unis, en étroite collaboration avec l'Association Bernard Gregory (ces forums sont le point d'orgue de ses efforts visant à diffuser aux employeurs français les profils de jeunes scientifiques ayant une expérience internationale).

Le plein succès de l'édition 1992 du Forum USA, qui s'est tenue en avril dernier à Boston, Chicago et Los Angeles, confirme l'exemplarité de ce rendez-vous annuel que prennent les jeunes Français en formation supérieure aux Etats-Unis et les représentants d'entreprises et d'organismes français.

Cette année, 850 étudiants en sciences et en commerce et 25 employeurs français ayant traversé l'Atlantique pour les rencontrer, ont échangé curriculum vitae et cartes de visite. Comme les années précédentes, des embauches seront ensuite facilitées par ce premier contact, lorsque les étudiants rentreront en France. Mais au-delà de cet aspect concret et parce qu'ils sont loin de leur pays, ces étudiants se demandent plus généralement si l'évolution du marché de l'emploi en France leur est favorable, s'ils pourront y rentabiliser pleinement l'investissement de leur formation complémentaire américaine. Ils apprécient donc particulièrement le Forum USA, qui leur fournit un espace de dialogue et d'échanges avec les employeurs français désireux de mieux connaître le vivier particulier des Français aux Etats-Unis. ■



Du côté des laboratoires (page 5)

**L'IRISA
ET LA FORMATION PAR LA RECHERCHE
EN INFORMATIQUE**

Que ce soit pour le plaisir de l'œil ou pour la simulation, on demande toujours plus de réalisme aux images de synthèse. Pour y parvenir, les chercheurs de l'Irisa intègrent des modèles physiques dans les algorithmes de production d'images (photo © A. Eidelman/Inria).

SOMMAIRE

Enquête: Les débouchés des docteurs en sciences "dures"	2-3
Ingénieurs: Un rapport Académie des sciences-CADAS	4
Laboratoire: L'IRISA, à Rennes	5
Chimie: 25% des ingénieurs chimistes font une thèse	6
Pratique: Des bourses pour la mobilité internationale	8
Curriculum Vitae: La R & D à Pechiney	9
Ailleurs: L'entreprise japonaise et ses chercheurs	10-11

Raymond Deniau est responsable de l'Observatoire des Flux et Débouchés au Ministère de la Recherche et de l'Espace, et membre du Comité d'Orientation de Formation par la Recherche.

ENQUETE

LES DEBOUCHES DES DOCTEURS EN SCIENCES "DURES"

Raymond Deniau

Les entreprises recrutent un docteur sur deux en sciences "dures". C'est ce qu'il ressort de la présente enquête, qui s'appuie sur un échantillon de 2 800 docteurs ayant soutenu leur thèse entre 1987 et 1990. Ces débouchés dans le secteur privé sont donc importants, mais aussi excessivement concentrés puisque cinquante entreprises seulement offrent la moitié des emplois industriels proposés chaque année aux scientifiques "durs".

Les sciences "dures" sont considérées ici de façon quelque peu restrictive. Comme il est d'usage, elles n'incluent pas les sciences humaines et sociales (qui n'en sont pas "molles" pour autant!). Mais on a exclu également les sciences de la vie et de la santé, qui ont fait l'objet d'une étude spécifique publiée dans le précédent numéro de *Formation par la Recherche*.

Les disciplines scientifiques concernées correspondent aux quatre premières directions scientifiques de la Direction de la Recherche et des Etudes Doctorales (DRED) du Ministère de l'Education Nationale: mathématiques, sciences de la matière (physique, chimie et chimie-physique), sciences de la Terre et de l'univers, sciences pour l'ingénieur (informatique, automatique, électronique, électrotechnique, optique, mécanique, énergétique, génie des procédés, génie civil).

Le matériau de base de l'étude provient de l'enquête annuelle à laquelle doivent répondre les responsables de

DEA (diplômes d'études approfondies) lorsqu'ils constituent leur dossier de demande d'attribution d'allocations de recherche. Ce sont les réponses fournies en 1991 qui ont été analysées.

Plus de 10 000 thèses soutenues en quatre ans

Plus de 10 000 thèses dites "nouveau régime" ont été soutenues entre 1987 et 1990 dans le domaine des sciences "dures" (dont 2 750 en 1990). Aussi était-il légitime de chercher à constituer un échantillon dans lequel les importances relatives des grandes disciplines puissent être respectées, de même que la répartition géographique entre la région parisienne et l'ensemble des autres régions. Par ailleurs, il nous a semblé intéressant de travailler plutôt sur une population représentant l'équivalent d'un flux annuel de "production" de docteurs, afin d'assurer une certaine représentativité aux chiffres bruts obtenus.

Un échantillon de près de 2 800 docteurs pour lesquels nous disposons d'informations sur leur devenir professionnel après la thèse a été obtenu, en retenant, pour la période 1987-1990, l'université de Paris-VI pour la région parisienne, les universités et établissements d'enseignement supérieur de Grenoble, Lille et Rennes pour la province. Pour compléter le "tableau", on a ajouté deux DEA en sciences pour l'ingénieur de Toulouse et de Bordeaux. Cet ensemble représente au total 3 069 thèses soutenues, mais pour près de 10% d'entre

elles, parmi celles qui ont été soutenues en 1990, nous ne disposons d'aucune indication quant au devenir professionnel des docteurs.

Dans notre échantillon, le poids de la région parisienne est de 42%, en léger excès par rapport aux 37% indiqués par la DRED pour les thèses soutenues en 1989.

Si l'on compare la représentativité des disciplines de notre échantillon à celle qui résulte des données concernant l'ensemble des thèses de l'année 1990, on voit que notre échantillon "gonfle" quelque peu les mathématiques, au détriment des sciences pour l'ingénieur (voir tableau 1). Mais il faut remarquer que, dans ce dernier secteur, qui connaît une expansion rapide, la référence à l'année 1990 se situe forcément au-dessus de la moyenne des quatre années 1987-1990. En tout état de cause, la distorsion disciplinaire de l'échantillon représente tout au plus le déplacement d'une centaine de thèses d'une grande discipline à une autre.

Représentativité de l'échantillon Tableau 1

	Thèses 1990	Echantillon
Mathématiques	6,4%	10,9%
Sciences de la matière	37,3%	37,6%
Terre et univers	8,9%	9,6%
Sciences pour l'ingénieur	47,4%	41,8%

Débouchés professionnels:

le secteur de l'économie

et de la recherche publique à égalité

Avec 40% des débouchés, le secteur de l'économie pèse à lui tout seul autant que les organismes publics de recherche et l'enseignement supérieur réunis. Si l'on ne tient compte ni des chercheurs post-doctoraux, dont on ne peut assimiler la situation à une insertion professionnelle, ni des situations inconnues, c'est pratiquement un docteur sur deux qui s'insère dans le secteur de l'économie, constitué essentiellement par les entreprises. Ceci se vérifie pour trois grandes disciplines sur cinq et il n'est pas étonnant de constater que c'est la chimie qui bat le record des débouchés industriels.

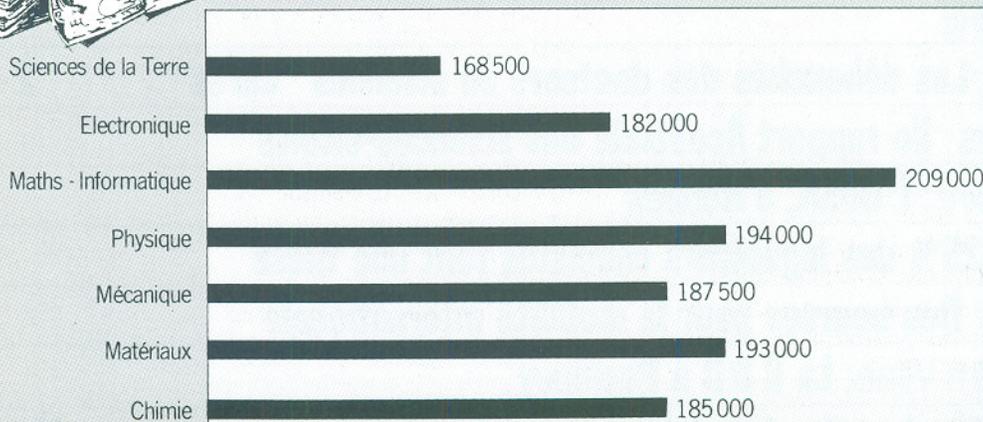
C'est dans le domaine des mathématiques que l'insertion en entreprise se situe en net retrait par rapport à la moyenne. Encore faut-il noter la situation atypique de cette discipline: 54% des docteurs mathématiciens de l'échantillon sont de nationalité étrangère. De plus, il semble que ce secteur se préoccupe de couvrir en priorité ses propres besoins en enseignants-chercheurs, avant de répondre à l'émergence des débouchés en entreprises, jadis exceptionnels.

Moins atypiques, les sciences pour l'ingénieur connaissent également un

L'enquête annuelle de l'Association Bernard Gregory sur les salaires d'embauche des jeunes docteurs en entreprises permet d'indiquer les approximations ci-dessous dans le domaine des sciences "dures". Ces chiffres renvoient à des salaires annuels bruts de 1991.



Les salaires d'embauche en entreprises des jeunes docteurs en sciences dures



Source: ABG

Secteurs d'insertion professionnelle à l'issue de la thèse

(échantillon de 2777 docteurs ayant soutenu leur thèse entre 1987 et 1990)

Tableau 2

Disciplines	Nombre de thèses dans l'échantillon	Dont Etrangers	Post-Doc	Enseignement secondaire	Enseignement Supérieur	Organismes publics de R&D ou assimilés	Secteur de l'Economie (dont Administr.)	Etrangers retour au pays d'origine	Situations inconnues, sans emploi
Mathématiques	304	165	13 6%	8 4%	83 40%	28 14%	34 17%	98	40 19%
Physique	410	104	39 11%	6 2%	39 11%	109 30%	139 38%	48	30 8%
Chimie et Chimie-Physique	634	207	54 11%	23 5%	60 12%	70 14%	256 51%	135	36 7%
Sciences de la Terre et de l'Univers	267	79	14 7%	5 2%	24 12%	52 25%	78 38%	60	34 16%
Sciences pour l'ingénieur	1162	447	39 4%	18 2%	297 31%	121 13%	383 40%	203	101 10%
TOTAL de l'échantillon	2777	1 002 CEE: 51	159 7,1%	60 2,7%	503 22,5%	380 17%	890 39,9%	544 retour: 54,3%	241 10,8%

besoin intense d'enseignants-chercheurs et contribuent sensiblement à accroître l'importance de ce débouché pour l'ensemble des sciences "dures". La part globale des débouchés dans l'enseignement supérieur est en effet de 22,5%; mais si l'on y regarde de près, on remarque que dans trois disciplines sur cinq, l'enseignement supérieur ne représente tout au plus que 12% des débouchés. On peut penser qu'il s'agit là d'une circonstance qui empêche les sciences pour l'ingénieur de ravier à la chimie la première place pour les débouchés dans le secteur économique.

En sciences de la Terre et de l'univers, où les docteurs rencontrent depuis plusieurs années de sérieuses difficultés d'insertion professionnelle, la situation semble s'améliorer. Cependant, le pourcentage élevé (16%) de la rubrique "situations inconnues, sans emploi" reste préoccupant, car il ne peut être imputé - comme c'est le cas pour les mathématiques - à un nombre important d'étrangers dont on est resté sans nouvelles. En effet, les étrangers sont relativement peu nombreux dans cette discipline et rentrent massivement au pays. Et il convient d'être prudent avec les 38% de débouchés dans le secteur économique, dans la mesure où ils incluent un nombre relativement élevé (18 sur 78) d'emplois

"déviant", notamment des emplois d'informaticiens dans des sociétés financières ou commerciales.

50 entreprises offrent

50% des débouchés du privé

Cette concentration importante des débouchés industriels dans quelques entreprises n'est pas un phénomène spécifique aux sciences "dures". On retrouve en fait une distribution des recrutements dans les entreprises similaire à celle que l'on avait déjà observée pour les sciences de la vie et de la santé. Plus précisément, sur 786 emplois pourvus par des docteurs et pour lesquels le nom de l'entreprise est connu, on observe que :

- les dix plus "gros" recruteurs représentent à eux seuls 212 emplois, soit 27% des recrutements ;

- les vingt employeurs suivants du classement totalisent 130 emplois, soit 16,5% des embauches ;

- les vingt suivants ne représentent déjà plus que 52 emplois (6,6%).

On voit donc que les débouchés en entreprises présentent un tableau très contrasté, puisqu'une vingtaine de grands groupes industriels offrent à peu près autant d'emplois qu'une population quinze fois plus importante d'entreprises - souvent des PME - qui ne recrutent

qu'un seul docteur par an. Seules soixante entreprises - dont une petite majorité est encore constituée de grandes entreprises - occupent une position intermédiaire, en recrutant chacune entre 2 et 5 docteurs par an, ce qui aboutit à un total de 150 emplois pourvus.

Les entreprises non industrielles (banques, sociétés de brevets, presse...) offrent une trentaine d'emplois par an (3,4% des recrutements) aux docteurs en sciences "dures", la part des administrations (ministères, armement...) se montant tout juste à 2% des embauches.

La mobilité internationale après la thèse

C'est également à une trentaine que se chiffrent les emplois industriels localisés à l'étranger, principalement en Suisse et aux Etats-Unis. Mais il ne s'agit là que d'une estimation partielle, car elle ne tient pas compte des recrutements opérés par des sociétés étrangères implantées en France, qui conduiront tôt ou tard à des expatriations.

108 chercheurs post-doctoraux poursuivent leurs travaux à l'étranger, dont 60 en Amérique du Nord, 28 en Europe et 8 au Japon. Le classement par pays d'accueil est en fait très semblable à celui qui avait été fait pour le domaine des sciences de la vie et de la santé. ■

▲ Les pourcentages se rapportent au nombre de docteurs disponibles (déduction faite des docteurs étrangers retournés au pays d'origine)
Source: MRE, Observatoire des Flux et Débouchés

LES RECOMMANDATIONS

1/ Augmenter au plus de 4% par an le flux total des formations d'ingénieurs.

2/ Confirmer dans leurs structures les formations à grande part d'enseignement théorique, mais ne pas en augmenter voire en diminuer quelque peu les flux.

3/ Diversifier les filières des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques; maintenir leur durée à deux ans et favoriser davantage l'intégration effective des élèves dans les écoles après la deuxième année; diminuer le nombre de ces classes au profit de formations intégrées sur cinq ans; augmenter les flux d'intégrations en écoles d'étudiants issus des universités.

4/ Faire porter l'augmentation du flux sur des formations longues à grande part d'enseignement technologique et d'alternance en entreprise.

5/ Augmenter les flux d'ingénieurs recevant une formation complémentaire par la recherche; maintenir l'unité des thèses; augmenter le nombre de celles qui portent sur des méthodologies et objets d'ingénierie nouveaux, par des procédures de validation adéquates.

6/ Sélectionner et attirer une fraction des meilleurs ingénieurs ayant obtenu le grade de docteur vers des carrières de formateurs-chercheurs.

7/ Renforcer le rôle de la Commission des titres d'ingénieur dans l'agrément des formations; lui adjoindre un observatoire prospectif ciblé sur les formations d'ingénieurs, du type CEFI.

INGENIEURS

L'ACADEMIE DES SCIENCES PRECONISE DE FREINER LA FORMATION DES INGENIEURS FRANCAIS

René-Luc Bénichou

L'Académie des sciences et son Comité des applications (CADAS) viennent de publier un rapport sur "la formation des ingénieurs", assorti de sept recommandations sur les flux, le contenu des enseignements et la formation par la recherche.

Halte là! 4% d'augmentation par an des flux d'ingénieurs diplômés, c'est bien assez. Telle est la première recommandation du rapport. Ce message ravit Jacques Lévy, directeur de l'Ecole des mines de Paris et président de la Conférence des grandes écoles, qui plaide depuis plusieurs années pour que l'on n'augmente pas inconsidérément les promotions d'ingénieurs diplômés. Pour lui, la recommandation de l'Académie des sciences vient même "avec trois ans de retard".

Il est un fait que cet appel à la prudence va à contre-courant d'un sentiment assez général, selon lequel il y aurait pénurie de cadres techniques de haut niveau en France. Mais, en bons scientifiques, les "sages" du quai Conti se fient davantage aux études chiffrées qu'à l'air du temps, quitte à bousculer les idées reçues. Premier argument: la France a un ratio d'ingénieurs formés par rapport à la population active qui la classe en tête des pays industrialisés. Ensuite, les prévisions établies à court terme par la Conférence des grandes écoles laissent présager qu'entre 1989 et 1993, le nombre de diplômés des écoles d'ingénieurs aura augmenté de quelque 30% au total, passant de 16 000 à 21 000. En tenant compte des ingénieurs qui vont exercer d'autres métiers (environ 2 000 par an) et des universitaires qui sont recrutés sur des postes d'ingénieurs (environ 4 000), on en arrive à la conclusion que la France disposera dès 1993 d'un vivier annuel de 23 000 à 24 000 cadres techniques de haut niveau. Or c'est précisément le besoin que prévoyait dès 1988 le Comité

même phénomène: si globalement 16% des thèses sont soutenues par des étrangers, cette proportion atteint près de 50% en sciences et dépasse les 50% en sciences physiques pour l'ingénieur. Dans les autres pays, la proportion de docteurs étrangers est notablement plus faible. De plus, note le rapport, "en France comme en Allemagne, la majorité des docteurs autochtones poursuivent leur métier dans l'industrie, où ils ont une haute mobilité (moins de cinq ans de séjour en moyenne dans un laboratoire industriel) dans un marché industriel tendu. Aussi leur flux reste-t-il très inférieur aux postes à pourvoir non seulement

Flux annuel des thèses

Source: MEN/DRED 1991

	Total	Sciences	Thèses de sciences par million d'habitants
France	6 300	4 300	76
Allemagne	7 700	5 300	87
Grande-Bretagne	7 700	2 700	48
Etats-Unis	32 300	11 000	45
Japon	3 600	2 600	21

d'études sur les formations d'ingénieurs (CEFI)... mais pour 2 003! Nous sommes donc en passe de prendre dix ans d'avance sur les prévisions, ce qui est plus une source d'inquiétude que de satisfaction.

Autre recommandation du rapport: augmenter les flux d'ingénieurs recevant une formation complémentaire par la recherche. Que disent les chiffres disponibles? Il est connu qu'en France, le pourcentage des ingénieurs ayant le grade de docteur est faible: 5% des ingénieurs formés. Ils représentent 10% du flux total des docteurs, 15% en sciences, 24% en sciences physiques pour l'ingénieur et 25% en chimie.

Plus d'ingénieurs formés par la recherche

A observer le nombre de thèses annuelles en sciences par million d'habitants, on pourrait croire que notre situation ne pose aucun problème pour l'avenir. "Il n'en n'est rien", souligne le rapport. Tout d'abord, le pourcentage des étrangers est important en France: 35% du nombre total de thèses soutenues chaque année, de même que des thèses en sciences. Les Etats-Unis connaissent le

dans la recherche industrielle, mais surtout dans les personnels de l'enseignement supérieur et de la recherche institutionnelle."

L'Académie des sciences et le CADAS appellent donc à consentir un "très gros effort" pour combler ce déficit. Tout d'abord en aidant les jeunes ingénieurs par des bourses d'un montant "comparable au salaire d'un ingénieur débutant", ce qu'ont réussi en partie les conventions Cifre par exemple. Cela dit, la volonté d'attirer à la recherche des jeunes ingénieurs en leur offrant une meilleure rémunération risque de se heurter à un épineux problème financier. Les rapporteurs sont en effet conscients que "les contingences du court terme en matière de recrutement ont souvent conduit les industriels à s'attacher tout de suite, dès la sortie d'école, les ingénieurs opérationnels dont ils avaient besoin, provoquant une inflation sur les salaires d'embauche tout à fait décourageante pour une vocation, même provisoire, de chercheur."

La bourse de recherche n'est d'ailleurs par une condition suffisante. Encore faut-il que les entreprises puissent assurer, à ces ingénieurs titulaires d'un doctorat, "une carrière aussi prestigieuse et rémunérée que celle des gestionnaires de haut niveau." Pour cela, la voie de la double échelle doit être encouragée. ■

"La formation des ingénieurs"
mars 1992
Académie des sciences
23 quai de Conti - 75006 Paris
Tél. 1/43.26.66.21
Tél. du CADAS 1/43.54.12.96



DU COTE DES LABORATOIRES

L'IRISA ET LA FORMATION PAR LA RECHERCHE EN INFORMATIQUE

René-Luc Bénichou

L'Irisa est un institut de recherche informatique placé sous la tutelle de deux établissements de recherche - l'INRIA et le CNRS -, et de deux établissements d'enseignement supérieur l'université de Rennes-I et l'INSA de Rennes. Mondialement connu pour ses travaux fondamentaux, cet institut entretient des relations privilégiées avec de nombreuses entreprises. Il compte aussi quelque 90 thésards sur un total de 250 personnes.

Le problème, avec l'informatique, c'est que toute innovation devient obsolète un an plus tard. Les chercheurs eux-mêmes sont parfois dépassés par les événements. Exemple typique: le retard du "soft" (le logiciel) sur le "hard" (le matériel). "Les industriels produisent des machines parallèles extrêmement puissantes. Le problème, c'est qu'on ne sait pas bien les programmer", explique Jean-Pierre Banâtre, directeur de l'Irisa. Il a déjà fallu environ trente ans pour mettre au point les langages évolués qui permettent de programmer les calculateurs séquentiels, dont l'unique microprocesseur ne peut faire qu'une chose à la fois. Maintenant, avec les calculateurs parallèles, ce sont des bataillons entiers de microprocesseurs qui se répartissent le travail, chacun effectuant une tâche bien précise. Encore faut-il pouvoir leur indiquer par programme interposé ce qu'ils doivent faire. Or les langages classiques sont inefficaces pour tirer pleinement parti de ce "taylorisme électronique".

Une vitrine de nouveaux concepts informatiques

De nouveaux concepts de programmation sont donc à l'étude. "C'est notre rôle de chercheurs que d'approfondir les concepts dont a besoin l'industrie pour mieux faire face à l'intense compétition économique. Ainsi, nos axes de recherche majeurs, qui sont les architectures parallèles et les systèmes, n'occupent pas moins de 90 chercheurs sur les 250 que compte l'institut. De plus, il nous appartient de former les spécialistes dont la recherche et l'industrie ont besoin. Cela dit, nous ne pourrions pas progresser si nous n'avions aucun contact avec l'industrie. C'est la raison pour laquelle, en plus de notre production scientifique "normale", nous tenons à montrer nos résultats à travers des prototypes."

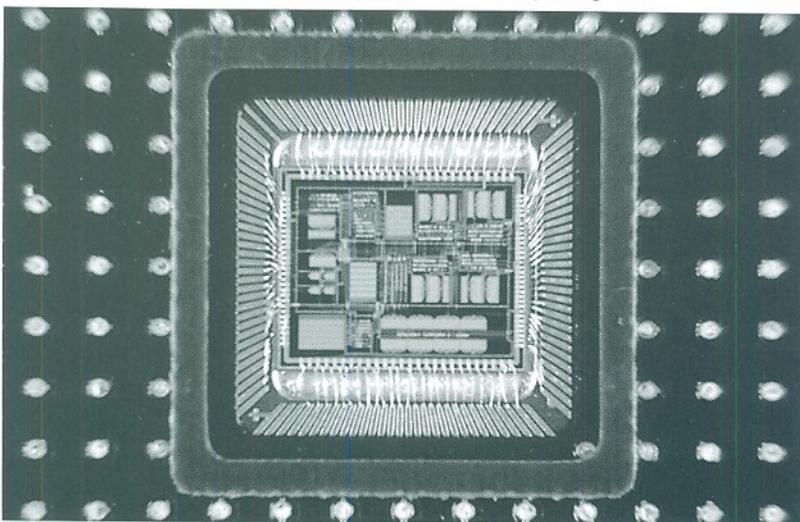
De fait, l'institut rennais est une véritable vitrine technologique, où des

machines et des logiciels prototypes sont en démonstration permanente. Il en va ainsi du système distribué Gothic, conçu et réalisé en collaboration avec Bull, qui offre un environnement de programmation pour des machines massivement parallèles. Ou du projet d'intelligence artificielle REPCO: un ordinateur chargé d'assister l'enseignement de la géométrie à des classes de quatrième, tout en étant capable de se mettre au niveau de chaque élève. Citons encore le projet SIAMES, destiné à affranchir l'animation d'images de synthèse de ses tâches les plus fastidieuses (la programmation image par image): après avoir assimilé les lois fondamentales de la mécanique, l'ordinateur saura parfaitement se débrouiller avec un ordre du genre "anime-moi une balle de caoutchouc qui tombe par terre".

Les thésards sont chercheurs à part entière

En plus d'une riche palette de calculateurs parallèles et autres machines,

matique et Communication) et par le département informatique de l'Insa de Rennes. Bien entendu, les thésards de l'Irisa proviennent majoritairement des DEA dans lesquels l'institut est impliqué. Ce qui ne l'empêche pas de diversifier son recrutement, notamment en essayant d'attirer des thésards étrangers. Tous suivent un enseignement post-DEA obligatoire, visant à les mettre à niveau et à leur inculquer des notions d'autres spécialités que la leur. Il est noter que tous disposent aussi d'un financement de thèse. "Parce que nos thésards sont des chercheurs comme les autres, je n'accepterais pas qu'ils n'aient pas de financement", indique Jean-Pierre Banâtre. L'Irisa assure d'ailleurs pour l'instant, lorsque c'est nécessaire, la prolongation de la troisième année d'allocation de recherche." Le montant de ces bourses peut paraître faible, comparé aux rémunérations pratiquées dans le secteur informatique. Mais le nombre élevé des thésards de l'Irisa montre qu'il existe bel et bien des jeunes informaticiens qui estiment faire un investissement rentable en préparant une thèse. "Aucun d'entre eux n'éprouve ensuite de difficulté à se placer, que ce soit à l'Université, dans le monde de la recherche (Inria, Cnrs...), chez un constructeur ou dans une société de service. Mais surtout, ils parviennent la plupart du temps à trouver un emploi qui coïncide bien avec leurs possibilités et le savoir-faire qu'ils ont acquis à l'Irisa. Souvent d'ailleurs, ils vont rejoindre de petites sociétés qui sont sur des créneaux assez pointus et prometteurs, avec qui nous entretenons des relations privilégiées".



Destiné à la synthèse d'images, le processeur à instructions longues PCS a été réalisé conjointement par l'Irisa et la société Sogitec (photo © A. Eidelman/Inria). (photo © A. Eidelman/Inria).

l'Irisa est doté d'autant de stations de travail qu'il a de chercheurs. Chacun des 90 thésards de l'institut dispose ainsi de son propre outil de travail.

90 thésards, soit une trentaine de thèses soutenues chaque année: le chiffre est conséquent, surtout dans un domaine où l'attraction du marché est telle que beaucoup d'étudiants sont "happés" par les entreprises avant d'entreprendre des études doctorales. En fait, l'Irisa bénéficie de l'apport inestimable de la formation de haut niveau offerte par l'Ifsic (Institut de Formation Supérieure en Infor-

IRISA: Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires. Campus universitaire de Beaulieu 35042 Rennes Cedex. Tél. 99.84.71.00 - Fax 99.38.38.32
Directeur: Jean-Pierre Banâtre.
Effectifs: 250 personnes, dont 110 chercheurs et enseignants-chercheurs, 90 thésards et 50 ITA.
Programmes scientifiques: architectures parallèles, bases de données, réseaux et systèmes distribués; calcul symbolique, programmation et génie logiciel; intelligence artificielle, systèmes cognitifs, interaction homme-machine; robotique, image et vision; traitement du signal, automatique et productique; calcul scientifique.

TIMEAT, UNE ENTREPRISE CREEE PAR DES THESARDS DE L'IRISA

Thierry Daniel, 29 ans, est géologue de formation. Après avoir fait une thèse en traitement d'images à l'Irisa, il a fondé en 1989, avec un docteur informaticien et un ingénieur de l'Insa de Rennes, la société Timeat, spécialisée dans le traitement de séquences d'images et la vision industrielle.

Timeat emploie aujourd'hui 7 personnes et réalisera un chiffre d'affaires de 3 millions de francs cette année.

Timeat: Technopole Rennes-Atalante bât. Gallium 80 avenue des Buttes de Coësmes 35700 Rennes. Tél. 99.63.64.55

L'INRIA A 25 ANS

A l'occasion de son 25ème anniversaire, l'INRIA organise à Paris du 8 au 11 décembre 1992 une conférence internationale sur la recherche en informatique et en automatique.

Christine Genest ou François Tapissier, INRIA Tél. 1/39.63.56.00



USA: LES PhDs
D'INGENIERIE ONT LE VENT
EN POUPE

Alors que le nombre de diplômés de Bachelor délivrés chaque année aux Etats-Unis en sciences pour l'ingénieur est en nette diminution depuis 1986 - on est pratiquement revenu aujourd'hui au niveau de 1981, avec 64 000 Bachelors -, les Masters et les PhDs sont pour leur part en augmentation constante: +20% pour les Masters entre 1986 et 1991 et, surtout, +54% pour les PhDs. En 1991, 5 680 doctorats ont été délivrés, dont 2 900 à des étrangers. Le pourcentage de ces derniers continue à s'accroître en ingénierie. De fait, entre 1986 et 1991, le nombre des docteurs étrangers a tout bonnement doublé.

100 000 EUROPEENS
ONT PARTICIPE
A COMETT 1

Une évaluation récente de la première phase du programme Comett (1987-1989), menée par Ecotec, dresse un bilan très positif: 52,5 millions d'écus ont permis de soutenir 1 358 projets: 125 associations université-entreprise pour la formation ont vu le jour, 4 200 étudiants ont fait un stage dans une entreprise étrangère, 1 274 cours ont été organisés pour un total de 31 000 personnes, 720 matériaux de formation ont été développés et sont maintenant utilisés par 90 000 personnes. En définitive, Comett 1 a impliqué plus de 100 000 personnes en Europe, 4 500 entreprises, 1 400 universités et 2 000 organismes.

CONGRES

LES MATHÉMATIENS EUROPEENS SE REUNISSENT A PARIS

Avec le colloque "Mathématiques à venir" de 1987, les mathématiciens ont montré leur capacité à se mobiliser pour promouvoir leur discipline et mieux l'ancrer dans la société. Ils récidivent aujourd'hui, mais à l'échelon européen. Pour la première fois en effet, les mathématiciens européens seront en congrès l'été prochain à Paris, du 6 au 10 juillet, à la Sorbonne. Le congrès est organisé par la Société mathématique européenne, qui compte un millier d'adhérents issus de 25 pays, avec les soutiens de la Société mathématique de France et de la Société de mathématiques appliquées et industrielles.

Deux points forts des débats devraient tourner autour du manque de mathématiciens et de l'exode de ceux des pays de l'Est. Les Etats-Unis les attirent, mais on les retrouve à des postes de "développeurs de software", bien en-deçà de leurs compétences, souligne Daniel Gabay, directeur de recherche au CNRS et enseignant à l'Ecole polytechnique. L'intérêt de tous n'est pas de "vider les pays, mais de reprendre des échanges interrompus pendant les années Brejnev, par exemple des jumelages de labos", plaide-t-il.

D'un autre côté, on assiste à une accélération de la demande de modélisation par les mathématiques. Mais la machine sophistiquée et le calcul avancé ne suffisent plus: il faut des chercheurs. Or les étudiants se détournent des mathématiques... Aussi Daniel Gabay compte-t-il sur le congrès pour présenter et enrichir un programme à long terme destiné à soutenir le recrutement de chercheurs en mathématiques en Europe. Ce programme, baptisé Pythagore, devrait ensuite être soumis à Bruxelles.

Congrès Européen de Mathématiques
Contact: Mireille Chaleyat-Maurel
Collège de France
3 rue d'Ulm - 75005 Paris
Tél. 1/44.27.70.41

ANCIENS ELEVES

UN QUART DES INGENIEURS CHIMISTES FONT UNE THESE

C'est ce qu'il ressort d'une enquête réalisée dans le courant 1991 par l'Union des industries chimiques (UIC), portant sur le devenir des diplômés des écoles supérieures de chimie de l'année 1988. Selon les écoles, le pourcentage des ingénieurs poursuivant une formation doctorale peut varier de 6 à 44%.

Une telle proportion peut surprendre au premier abord, lorsque l'on

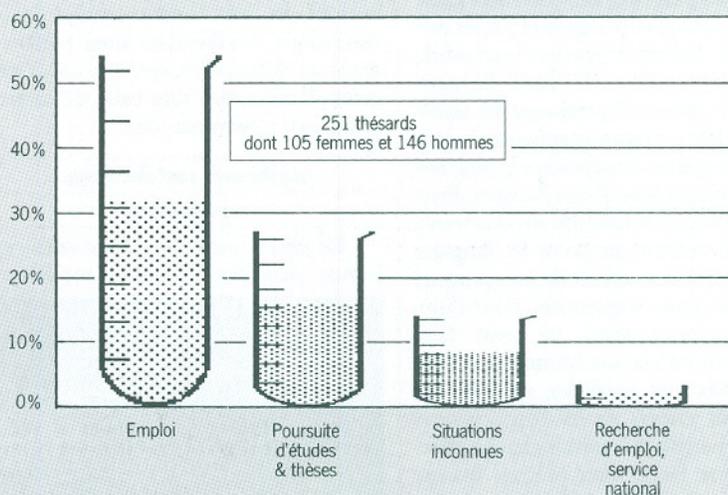
connait la réticence tenace des ingénieurs à s'engager dans des études doctorales. On estime en effet que, globalement, un ingénieur sur vingt seulement prépare une thèse après avoir obtenu son diplôme. L'UIC s'empresse donc de devancer la conclusion hâtive que l'on pourrait tirer de cette situation très particulière au sein du monde des grandes écoles: "Il ne faut pas interpréter ces poursuites d'études comme une conséquence de difficultés d'emploi pour les ingénieurs chimistes, commente-t-elle. Il s'agit au contraire d'un phénomène tout à fait normal dans une spécialité où la formation par la recherche est beaucoup plus importante que dans d'autres domaines d'activité."

Le fait est que la fonction R&D représente le premier débouché des jeunes ingénieurs chimistes, avec 37% des premiers emplois. En outre, comme on peut s'y attendre, 65% des emplois con-

nus sont concentrés dans l'industrie chimique au sens large. Or ce secteur (qui englobe ici l'industrie pharmaceutique) vient au troisième rang des employeurs de chercheurs en France: près de 8 000 en 1989 (source MRE). Dans ces conditions, la thèse constitue un investissement de formation tout à fait justifié pour les ingénieurs diplômés des écoles de chimie. Il ne faut pas oublier aussi que de nombreux thésards recensés dans la rubrique "poursuite d'études" sont en réalité déjà salariés par des entreprises qui les ont recrutés dans le cadre d'une convention Cifre par exemple.

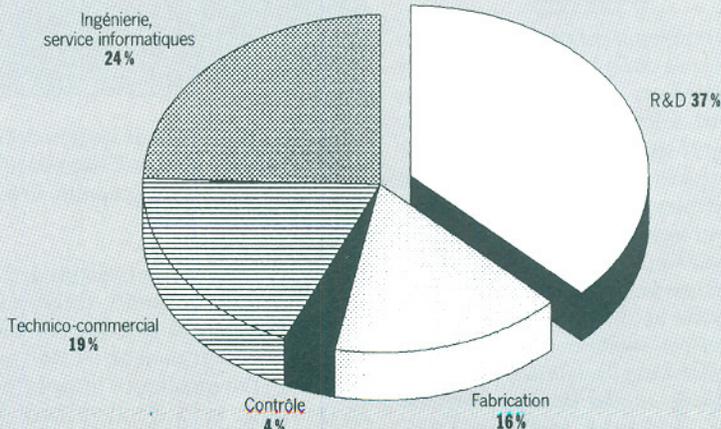
"Enquête sur le devenir des diplômés des écoles supérieures de chimie de l'année 1988".
Union des industries chimiques:
64 avenue Marceau - 75008 Paris
Tél. 1/47.20.56.03

Situation des ingénieurs chimistes diplômés en 1988



Source: UIC, 1992

Les fonctions occupées par les ingénieurs chimistes



Source: UIC 1992

PARCOURS

MODELISER SANS PERDRE CONTACT AVEC LA REALITE

Une nouvelle rubrique pour présenter des métiers, des fonctions, des carrières, à travers l'exemple de docteurs ayant été inscrits à l'Association Bernard Gregory.

Sorti à 23 ans de l'Ecole polytechnique, Thierry Braine-Bonnaire n'avait pas envie de "pantoufler" tout de suite en costume-cravate. "J'ai donc choisi de préparer une thèse pour pouvoir aller au fond d'un sujet qui m'intéressait".

Après un DEA d'océanographie/météorologie, il explore les laboratoires pouvant l'accueillir et opte pour le laboratoire de météorologie dynamique du CNRS, implanté à l'Ecole normale supérieure et à l'Ecole polytechnique, où il travaille sur la modélisation atmosphérique. "J'ai étudié la simulation des ondes qui se déplacent à l'Equateur et qui sont associées au déclenchement de phénomènes particuliers, telle la mousson indienne." L'enjeu consistait à prédire de manière plus fiable l'arrivée de cette mousson, de manière à ce que les agriculteurs puissent faire les semailles au bon moment. Ce travail de thèse l'a rompu à la modélisation. Il lui a

aussi permis de mieux connaître le monde de la recherche et d'apprendre à organiser son travail ("cela réclame beaucoup de rigueur et d'organisation"). Il a pu vérifier du même coup qu'il n'avait pas la "fibre" de la recherche. "J'avais choisi ce sujet parce que je pensais qu'il pouvait avoir des applications rapides et tangibles. En fait, j'ai le sentiment que la vie de laboratoire est un peu déconnectée de la réalité, que l'on peut y passer sa vie dans les modèles et les équations."

Calculateur humaniste

Décidément sensible à la situation des régions indiennes, il contacte en 1989 les cinq sociétés d'ingénierie françaises impliquées dans le projet d'endiguement des trois grands fleuves du Bangladesh et est embauché par Coyne et Bellier, 200 personnes, spécialisée surtout dans la conception de barrages (mais qui réalise aussi les calculs d'ouvrages compliqués, comme les enceintes de centrales nucléaires ou l'Arche de la Défense). D'abord ingénieur d'études au département de calcul scientifique (le "vivier" de l'entreprise), il est au-



jourd'hui, à 30 ans, ingénieur de projet au département des aménagements hydrauliques. Travail varié : optimisation de formes, calculs de résistance aux séismes, études d'impact sur l'environnement, études technico-économiques... "Je voyage un peu, au Bangladesh, en Turquie, au Soudan. En général, lorsqu'on fait une retenue d'eau, cela implique de déplacer des populations. Or les pays pour lesquels nous travaillons ne prennent pas tellement de gants pour le faire. C'est donc à l'ingénieur conseil qui'il appartient d'encourager le maître d'ouvrage à prendre des engagements vis-à-vis des populations. Cette tâche procure un sentiment d'utilité et permet de rencontrer des personnes aux cultures et mentalités différentes - non pas avec l'œil toujours un peu voyeur et conquérant du touriste, mais avec le désir humble d'écouter et d'aider à résoudre des problèmes dont la France, par chance, n'a pas idée." ■

A Coyne et Bellier, ▲ spécialiste des barrages, Thierry Braine-Bonnaire se sert de la modélisation pour aider les pays devant contenir la nature. Le Bangladesh par exemple, où les crues du Brahmapoutre sont catastrophiques.



• Une équipe rodée pour des idées neuves.

3 sociétés parmi les plus actives en capital-risque ont uni leurs forces pour agir en "seed capital".

• Un vaste réseau d'experts dans les domaines de la haute technologie :

- Services
- Audiovisuel
- Matériaux nouveaux
- Bio-technologies
- Bio-médical - Santé
- Electronique
- Electricité
- Télécommunications
- Informatique

• Au total, plus de 300 investissements au cours des 5 dernières années dans des entreprises jeunes.



INNOLION

60 ALLOCATAIRES PAR AN
POUR RENFORCER LA R & D
AGRO-ALIMENTAIRE

A la suite du rapport de Pierre Feillet, de l'INRA, sur le développement technologique des industries alimentaires, le Ministère de la Recherche et de l'Espace a décidé de porter à 60, dès cette année, le nombre d'allocations de recherche dans les domaines pouvant bénéficier aux industries agro-alimentaires.

LE PREMIER GUIDE
DES FORMATIONS "BIO"

Le mensuel Biofutur publie un numéro spécial recensant toutes les formations supérieures spécialisées dans le domaine de la biologie en France, du BTS à la thèse, soit près de 400 spécialisations différentes et plus de 200 centres de formations. Ce numéro analyse également les enjeux scientifiques et économiques des sciences de la vie et livre les tendances du marché de l'emploi.



**Editions scientifiques
Elsevier 29 rue Buffon
75005 Paris
Tél. 1/47.07.11.22 (50 F).**

MOBILITE INTERNATIONALE

LES BOURSES DU MINISTERE DE LA RECHERCHE ET DE L'ESPACE

La Délégation aux Affaires Internationales du Ministère de la Recherche et de l'Espace met à la disposition des laboratoires français ou étrangers, publics ou privés, divers mécanismes afin de faciliter la mobilité internationale des chercheurs.

L'accueil de chercheurs étrangers en France peut être soutenu par trois procédures : des bourses de haut niveau destinées aux chercheurs de tous pays, des bourses post-doctorales destinées aux chercheurs d'Europe de l'Ouest et d'Europe de l'Est, ainsi que le soutien aux réseaux formation-recherche. Ces réseaux, qui associent des laboratoires français et des laboratoires d'Europe de l'Est, du Portugal ou d'Amérique latine, permettent à la fois aux chercheurs français de participer à des séminaires organisés dans ces pays, et aux chercheurs étrangers de séjourner en France. Il est à noter que ces réseaux formation-recherche prévoient également l'accueil en France de thésards étrangers, qui reçoivent une bourse de 6 000 francs par mois pendant une période de 18 mois pouvant éventuellement être prolongée jusqu'à deux ans (cette période est inférieure à la durée normale d'une thèse, mais une partie des travaux doit être effectuée dans le laboratoire d'origine du boursier).

Des procédures spécifiques à destination des pays d'Europe de l'Est ont aussi été mises en place.

Par ailleurs, la DAI propose aux jeunes chercheurs français des bourses post-doctorales et des indemnités de séjour à l'étranger pour des thésards français. Les bourses post-doctorales sont attribuées pour 6 à 12 mois et leur montant de base est de 10 000 francs mensuels, ajusté en fonction du lieu de séjour pour tenir compte du coût de la vie. Pour les étudiants en cours de thèse désirant se rendre à l'étranger, l'indemnité proposée par la DAI est attribuée pour une période de 3 à 9 mois, non renouvelable. Le montant de l'indemnité de séjour est calculé sur la base de 3 000 francs par mois. Pour ces deux systèmes, les frais de voyage ne sont pas pris en charge.

Les principales caractéristiques de ces mécanismes sont données dans le tableau, ainsi que les noms et numéros de téléphone des personnes à contacter. Les dossiers peuvent être adressés en continu à la DAI. Il faut compter en général de 4 à 5 mois pour obtenir la réponse.

Ministère de la Recherche
et l'Espace
Délégation aux Affaires Internationales
1 rue Descartes - 75231 Paris Cedex 05
Mme de la Mota

Accueil en France de chercheurs étrangers

Mécanisme	Pays d'origine du bénéficiaire	Durée du séjour	Montant de l'allocation	Frais de voyage	Contact
Bourses de haut niveau	Europe de l'Est	0-6 mois	Variable	non	Mme de la Mota 1/46.34.38.88
Bourses de haut niveau	Reste du monde	0-6 mois	Variable	non	Mme Lefebvre 1/46.34.36.18
Bourses post-doctorales	Europe de l'Ouest	6-12 mois	10 000F/mois	non	Mme de la Mota 1/46.34.38.88
Bourses post-doctorales	Europe de l'Est	6-12 mois	10 000F/mois	non	Mme de la Mota 1/46.34.38.88
ACCES	Europe de l'Est	Durée du colloque	Indemnité journalière	oui	Mme Legrand 1/46.34.38.49
BRITEST	Europe de l'Est	1-6 mois	8 000F/mois maximum	non	Mme Bourel 1/46.34.38.62 Mme Raffour 1/45.01.72.27
Réseaux Formation Recherche	Europe de l'Est Portugal Amérique latine				Mme Bourel 1/46.34.38.62

Séjours de chercheurs français à l'étranger

Bourses post-doctorales	France	6-12 mois	10 000F/mois (modulable)	non	Mme de la Mota 1/46.34.38.88
Indemnités de séjour de thésards	France	3-9 mois	3 000F/mois (modulable)	non	Mme de la Mota 1/46.34.38.88

CAPITAL HUMAIN

L'EUROPE PARIE SUR LES JEUNES CHERCHEURS

Le programme communautaire Capital humain et mobilité, qui vise à créer une véritable communauté scientifique européenne, est enfin sur le point d'être adopté. Ce programme prévoit 220 millions d'écus pour des bourses post-doctorales d'une durée de six mois à deux ans. La création et le développement de réseaux européens de recherche (un réseau est composé d'au moins cinq laboratoires ou équipes appartenant à au moins trois Etats-membres et coopérant sur des projets communs) seront dotés d'une enveloppe globale de 200 millions d'écus, dont 60% seront affectés aux chercheurs en formation. Sur les 50 millions d'écus qui faciliteront l'accès de chercheurs aux grands équipements de recherche, 40% seront réservés aux jeunes chercheurs. Enfin, 13 millions d'écus permettront d'organiser des "euro-conférences" et d'y inviter des jeunes chercheurs qui pourront dialoguer avec des experts éminents.

CEE - DG XII - Division H-1
200 rue de la Loi - B1049 Bruxelles
Tél. 322/235.36.96 - Fax 322/236.33.07



BOURSES LE PROGRAMME BIOMED

Le programme européen de recherche biomédicale et de santé, Biomed 1, adopté en septembre 1991 et portant sur la période 1990-1994, prévoit un certain nombre de bourses pour faciliter la formation des chercheurs dans un autre pays que le leur. Quatre types de soutiens sont proposés : des bourses "junior" d'une durée de 6 à 18 mois ; des bourses de courte durée (jusqu'à 6 mois) ; des bourses "senior" de 6 à 18 mois ; enfin, des compléments de salaires pour des professeurs et chercheurs confirmés passant jusqu'à un an dans un laboratoire étranger.

Contact : Miss M. Mongini
CEE - DG XII - Direction de la Biologie
200 rue de la Loi - B1049 Bruxelles
Tél. 32-2/235.85.96

CURRICULUM VITAE

LA R & D A PECHINEY : UN VIVIER EN RENOUVELLEMENT PERMANENT

René-Luc Bénichou et Gérard Bessière

Lorsque les "coups d'accordéon" dus à la conjoncture économique ne se font pas trop durement sentir, Pechiney recrute une quarantaine d'ingénieurs de recherche par an. 70% d'entre eux resteront moins de cinq ans en recherche, puis passeront dans les départements opérationnels.

Il n'y a pas de chercheur à Pechiney, mais des "ingénieurs de recherche" : 350 environ, répartis dans les 27 laboratoires du groupe (sur un total de 1 600 personnes affectées à la R & D). La nuance n'est pas un effet de style. Le leader mondial de l'aluminium et de l'emballage alimentaire n'a pas pour vocation de collectionner les publications scientifiques à caractère fondamental. Son souci, en matière de R & D, consiste plus pragmatiquement à faire en sorte que ses départements opérationnels soient, chacun dans leur partie, à la pointe des technologies industrielles. Le groupe a pour cela choisi d'organiser sa recherche selon le mode client-fournisseur. Les ingénieurs de recherche, donc, sont les fournisseurs de prestations scientifiques et technologiques aux clients que sont les divisions opérationnelles. Dans la pratique, cela signifie que chaque projet de R & D est dirigé bien entendu par un scientifique, mais supervisé par un "opérationnel".

Il existe certes des programmes de recherche exploratoire, financés au niveau du groupe et exécutés essentiellement au laboratoire central, le centre de recherches de Voreppe, qui emploie à lui seul 420 personnes, dont plus de 130 ingénieurs de recherche. Mais le souci des gestionnaires de la recherche comme des responsables du management des cadres est d'éviter de spécialiser des ingénieurs dans ce type de recherche. D'autant que 200 contrats avec des laboratoires publics, français et étrangers, et le financement d'environ 80 thésards permettent d'assurer de manière tout à fait appréciable une veille scientifique et technique de qualité.

**Parce que la R & D est un vivier,
le turn-over est important**

Car l'une des conséquences directes de cette organisation du type client-fournisseur se traduit par un turn-over très important des cadres de R & D, vite repé-

rés et happés par les départements opérationnels. C'est bien simple : 70% d'entre eux passent au plus cinq ans dans les laboratoires du groupe après y avoir commencé leur carrière. Ce pourcentage très important montre combien la recherche joue un rôle important de "vivier" pour l'encadrement de Pechiney. Le groupe estime qu'en moyenne, sur les dix dernières années, entre 30 et 40% des ingénieurs embauchés ont commencé par occuper un poste en R & D, ce taux pouvant monter certaines années jusqu'à 50%.

Ce turn-over important fait le bonheur de la politique de gestion des cadres de Pechiney, qui s'efforce de favoriser la mobilité (6% des cadres français du groupe sont depuis plus de dix ans au même poste). Cela dit, on sait aussi qu'un turn-over important n'est pas forcément un bien pour la recherche. "L'inconvénient est clair, indique Yves Farge, directeur de la R & D du groupe : certains de nos ingénieurs ne restent pas suffisamment longtemps en recherche. Pour celui qui est titulaire d'une thèse, on peut accepter qu'il ne reste que trois ans en R & D car il est immédiatement opérationnel. Mais l'ingénieur sans thèse a besoin de plus de temps pour être productif. D'un autre côté, il y a un aspect très positif car nos ingénieurs de recherche vont irriguer les départements opérationnels, où ils créent des interactions fortes avec nos laboratoires."

N'y a-t-il donc pas de place chez Pechiney pour ceux qui ont la "fibre" recherche ? Oui et non. Oui, parce qu'un système de double échelle permet aux ingénieurs de recherche qui le souhaitent de progresser dans leur carrière tout en continuant à faire de la recherche au-delà de la "barre" des cinq ans. Non, car la situation de cette quarantaine d'ingénieurs est de toute façon remise en cause au cas par cas au bout d'une dizaine d'années d'activité, avec cette fois une forte incitation à la mobilité. Au bout du compte, une dizaine d'entre eux feront leur carrière en recherche avec des formations leur évitant de "s'assoupir" et de "s'enkyster" dans des spécialités trop pointues.

**La plupart des ingénieurs de R & D
embauchés sont déjà connus du groupe**

Pour recruter ses ingénieurs de recherche, Pechiney utilise deux métho-

des complémentaires. La première puise largement dans les candidatures spontanées (1 200 par mois toutes spécialités confondues). Mais de par ses contacts avec l'enseignement supérieur, le groupe peut repérer très tôt des étudiants de qualité à qui il financera une thèse (notamment sur convention Cifre) ou un stage à l'étranger dans le cadre du service national (système des VSN).

Qu'il s'agisse d'un pré-recrutement ou d'une embauche ferme, tous les candidats passent par les mêmes étapes de sélection : au moins cinq ou six entretiens pendant deux jours avec leurs futurs supérieurs hiérarchiques et avec un consultant de la direction centrale des ressources humaines. "Le rôle du consultant en recrutement est de donner un avis, mais de toute façon, la décision finale appartient au responsable opérationnel, sur proposition de son directeur de laboratoire. Je me garde bien de trop centraliser de peur d'aboutir à une dilution des responsabilités sur le terrain", précise Michel Gaume, directeur adjoint de la gestion des cadres.

**Attention à la qualité
de l'encadrement des thèses !**

Pour ce qui est du salaire d'embauche, l'ingénieur titulaire d'une thèse est recruté à un niveau tout juste inférieur à celui d'un ingénieur sans thèse ayant trois ans de "maison". "Je sais que les salaires d'embauche sont une des préoccupations de l'Association Bernard Gregory, indique Yves Farge. Et c'est vrai que l'on pourrait gratifier davantage dès le recrutement le fait d'être titulaire d'une thèse. Mais il faudrait pouvoir aussi englober dans vos analyses les progressions de carrière des personnes ayant une thèse par rapport à celles qui n'en ont pas. A Pechiney en tout cas, il est clair que la thèse agit comme un "accélérateur" de la carrière et accentue sensiblement la pente de la rémunération.

Par ailleurs, je pense que l'Association Bernard Gregory pourrait faire œuvre utile en engageant un débat sur la qualité de l'encadrement des thèses. Cet encadrement se dégrade dans certains laboratoires, ce dont souffrent en définitive les thésards eux-mêmes. Or la compétition internationale est suffisamment vive pour que nous, industriels, soyons tentés d'aller chercher à l'étranger ce que nous ne trouverions plus en France. Si nos universités et nos grandes écoles ne font pas d'effort pour intégrer une démarche qualité dans la formation par la recherche, nous nous en éloignerons". ■

Pechiney : Immeuble Balzac : Cedex 68 92048 Paris la Défense - Tél. 1/46.91.46.91
Activités principales : emballage, aluminium, composants industriels, activités industrielles connexes.
Directeur de la R & D : Yves Farge.
Budget de R & D : 1 milliard de francs.
Effectifs de R & D : 1 600, dont environ 350 ingénieurs et cadres et 80 thésards, dans 27 laboratoires.
Compétences de bases : élaboration chimique des matériaux, mise en forme, métallurgie des poudres, techniques d'assemblage.

COMITE DES USAGERS
DE L'ASSOCIATION
BERNARD GREGORY

Les directeurs de la recherche et du personnel des entreprises et organismes membres de l'Association Bernard Gregory se réunissent périodiquement au sein de son Comité des Usagers Industriels, pour échanger leur expérience de la gestion des ressources humaines scientifiques. La dernière réunion, qui s'est tenue le 4 juin dernier, était accueillie par Pechiney.

ENQUETE

LA GESTION DES CADRES DE R & D DANS LES GRANDES ENTREPRISES JAPONAISES

Koichiro Imano

Professeur à l'Université de Tokyo

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, les entreprises japonaises ont connu une expansion rapide, grâce à l'introduction de nouvelles technologies en provenance de pays industrialisés les Etats-Unis notamment. Aujourd'hui, la situation est quelque peu différente. Les importations de technologies sont en baisse et les entreprises ont déjà commencé, depuis le milieu des années 80, à développer leurs propres capacités de recherche et d'innovation. Une évolution en profondeur qui bouleverse littéralement les traditions japonaises en matière de gestion des ressources humaines scientifiques.

A l'heure actuelle, le Japon est l'une des nations qui investit le plus en R & D. En 1988, 279 000 scientifiques et ingénieurs travaillaient dans l'industrie japonaise, soit un effectif comparable à celui des Etats-Unis et de l'Allemagne, si on le rapporte à la population totale. Ce nombre a presque été multiplié par quatre en l'espace de vingt ans, grâce à une profonde évolution du système universitaire. Aujourd'hui, ce sont près de

300 000 diplômés en sciences et en ingénierie qui entrent chaque année sur le marché du travail. Cet accroissement des flux de diplômés a permis aux entreprises de recruter de nombreux chercheurs et ingénieurs issus de l'université (à des niveaux de salaires relativement bas, il est vrai).

Cette expansion a été accompagnée d'une élévation du niveau de qualification du personnel de R & D. Selon une étude de l'Agence de la science et de la technologie, portant sur 1986, 4,8% des chercheurs du privé sont docteurs, 18,4% sont titulaires d'un master, 55,6% d'un bachelors, 6,1% d'un certificat d'école supérieure et 5,5% ont diverses qualifications. Le nombre de titulaires d'un master a en outre augmenté assez fortement depuis dix ans. Bien entendu, la répartition des niveaux de qualifications varie selon la fonction occupée. Dans les grandes entreprises, la plupart des ingénieurs de recherche sont de niveau master, une minorité étant titulaire d'un doctorat ou d'un bachelors. Mais l'évolution des stratégies de R & D, qui conduit les entreprises à s'engager dans des recherches originales, fait que le

niveau moyen du personnel de R & D est en augmentation constante.

Une formation professionnelle particulièrement développée

Les grandes entreprises japonaises investissent d'ailleurs énormément dans la formation de leurs cadres de recherche. Les premières années d'activité, particulièrement, sont extrêmement suivies, dans la mesure où les industriels japonais sont convaincus que les jeunes diplômés ne sont pas suffisamment qualifiés pour être immédiatement opérationnels en recherche. Aussi passent-ils tous par un programme spécialement conçu à leur intention, qui poursuit deux objectifs : renforcer leurs connaissances universitaires par une connaissance plus précise des technologies-clés de l'entreprise ; leur apporter les qualités humaines et les compétences économiques indispensables à la compréhension et à l'exercice de la R & D en entreprise. En d'autres termes, ce programme d'intégration a pour vocation d'aider les chercheurs débutants à s'adapter "en douceur" à l'entreprise. De l'avis général, cette formation d'un an ou deux s'avère être une méthode très efficace pour transformer progressivement ces jeunes diplômés en chercheurs ayant la "fibre" du marché.

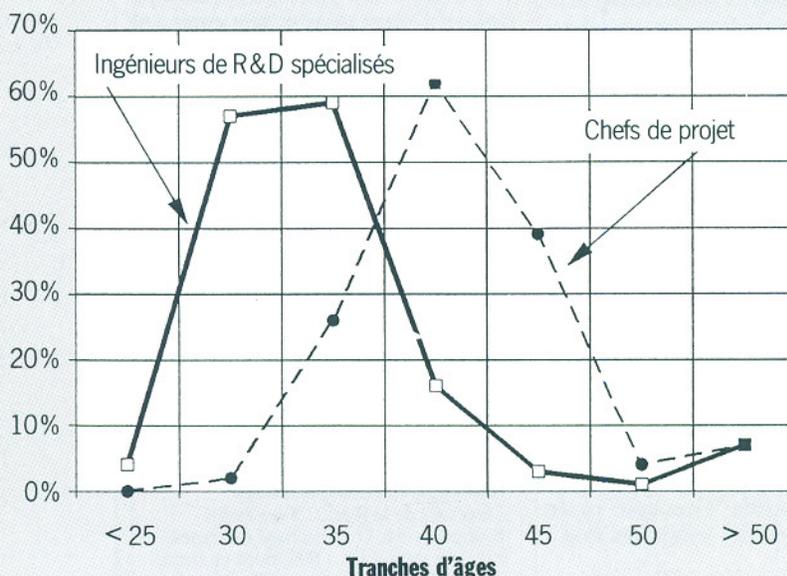
Cette politique de formation ne s'arrête pas à l'accueil de nouveaux embauchés. Tout au long de leur vie professionnelle, les cadres de R & D disposent de formations adaptées, leur permettant de renforcer leurs compétences scientifiques, technologiques et de management.

Plans de carrière des chercheurs

Comme celle des autres cadres industriels, la carrière des chercheurs japonais suit un parcours jalonné d'étapes précises, combinant à la fois une mobilité "horizontale" (passage par différentes fonctions) et une mobilité "verticale" (progression hiérarchique). La mobilité fonctionnelle vise à développer leurs compétences scientifiques et techniques, mais la montée dans la hiérarchie se fait plutôt à l'ancienneté. Typiquement, les ingénieurs de R & D accomplissent leur carrière de la façon suivante : à l'âge de 20 ans, ils assument la fonction d'assistant de recherche tout en développant leur propre capacité d'expertise. A 30-35 ans, ils deviennent ingénieurs de recherche dans un domaine spécialisé ; à ce stade, on considère qu'ils maîtrisent bien leur domaine et on commence à leur confier les premiers projets. A 40 ans, ils accèdent au statut de chef de projet, avant d'être promu à des postes de direction de la recherche.

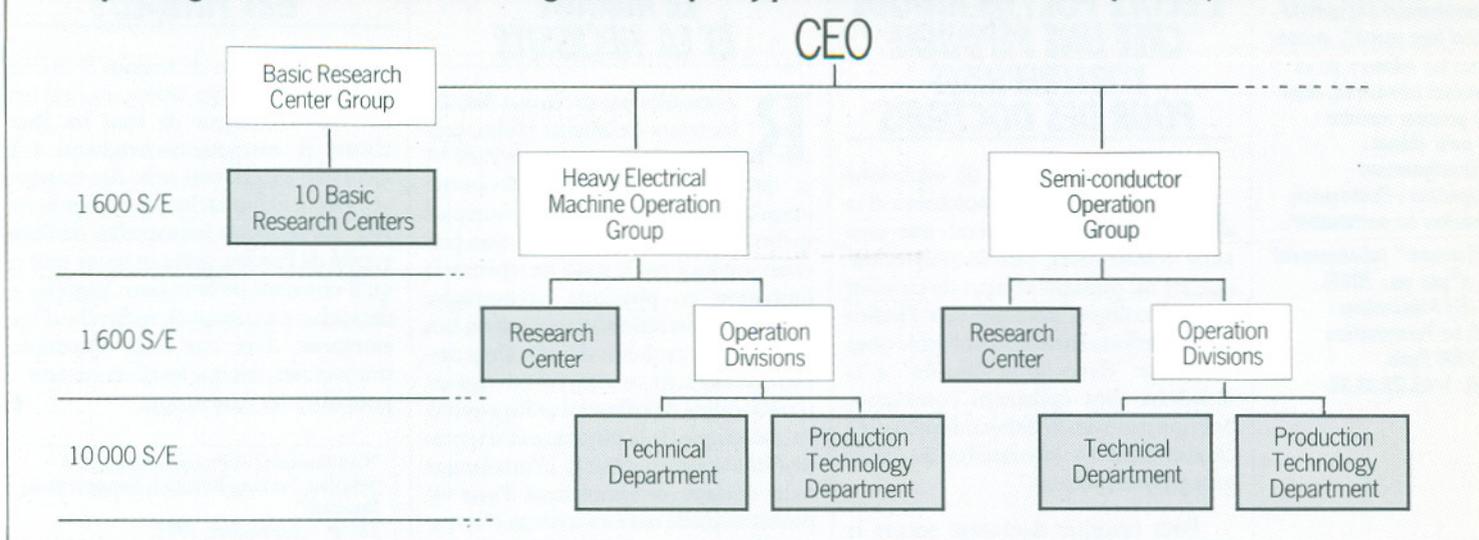
L'existence d'un tel plan de carrière accompagné de formations adaptées a eu des conséquences bénéfiques sur l'efficacité de la R & D industrielle. Il a donné en tout cas aux ingénieurs de recherche une certaine tranquillité d'esprit quant à leur avenir, ce qui les a motivés pour dévelop-

Plans de carrière des ingénieurs de R & D le souhait des patrons de la recherche



Source : enquête auprès des directeurs de R & D, Japan Productivity Center, 1985

Exemple d'organisation de la R&D dans une grande entreprise japonaise (Effectifs totaux : 70 000 personnes, dont 13 000 en R & D)



per leurs compétences techniques. Car ce plan de carrière implique que toute promotion à un poste de direction en recherche est basée sur la reconnaissance et l'évaluation sur le long terme de l'expertise technique. On peut penser que les entreprises n'auraient pas pu instaurer une telle motivation chez leurs chercheurs si elles avaient adopté une autre politique de gestion des carrières, mettant par exemple l'accent sur l'expérience en marketing ou en gestion, ou encore en imposant des compétences managériales pour devenir directeur de recherche.

La fin des traditions

Tous ces éléments ont contribué à conduire les entreprises japonaises au succès que l'on connaît. Mais ils ne constituent en aucune façon une "recette miracle" et durable pour la gestion des ressources humaines. Déjà, les entreprises japonaises sont en train de repenser leur management des ressources humaines scientifiques et techniques, qui ne répond plus de façon optimale au contexte actuel. Tous d'abord, la période faste du marché de l'emploi scientifique (embauches massives, égalité pour tous devant la formation professionnelle, plans de carrière aux allures "d'auto-route") semble révolue. Ensuite, le Japon tente de s'affranchir de sa dépendance technologique à l'égard de l'Occident ; ses entreprises sont en train de mettre sur pied de nouvelles stratégies de R&D, davantage orientées vers le long terme que vers la réponse aux besoins immédiats du marché - et sont donc en pleine restructuration de l'organisation de leur recherche.

Or elles doivent compter avec une évolution démographique peu favorable. L'expansion des flux de formation universitaires s'est arrêtée au début des années 80, soit précisément à l'époque où les investissements industriels en R&D ont massivement repris pour engager le développement autonome des technologies innovantes. Depuis 1985, la raréfaction des scientifiques et ingé-

nieurs disponibles sur le marché du travail se fait de plus en plus sentir. Surtout dans un pays où l'on recrute essentiellement des jeunes diplômés dans une optique d'emploi "à vie" (les embauches de cadres confirmés sont par conséquent relativement rares, tout au moins en R & D). Actuellement, les entreprises tentent de favoriser l'emploi des femmes et des efforts sont déployés pour attirer des chercheurs étrangers (deux "révolutions", quand on observe l'incroyable homogénéité des chercheurs japonais : hommes, nationaux, diplômés d'universités japonaises).

Par ailleurs, la pyramide des âges des chercheurs commence à poser de sérieux problèmes aux compagnies. Les nombreux ingénieurs de recherche embauchés vers 1970 ont aujourd'hui atteint la quarantaine, c'est-à-dire l'âge théorique auquel ils peuvent prétendre aux postes de direction. Malheureusement le nombre de ces derniers n'est pas extensible à l'infini et le "goulot d'étranglement" qui se profile à l'horizon risque d'avoir des conséquences extrêmement néfastes sur la motivation et l'enthousiasme du personnel de recherche de l'industrie. Au début des années 80, une entreprise chimique en était arrivée à un stade où l'ancienneté de ses chercheurs était telle que 60% d'entre eux dirigeaient les travaux des 40% restants ! Une solution partielle a été trouvée néanmoins par certains et se met peu à peu en place depuis les années 80, bien qu'elle rompe avec le principe d'une gestion uniformisée des personnels : le système *senmonshoku* (littéralement : "spécialiste"), qui consiste à assurer une progression de carrière hiérarchique basée sur la reconnaissance de l'expertise scientifique, sans être assortie des responsabilités classiques de management et d'encadrement d'équipes. C'est le système connu en Occident sous le nom de double-échelle.

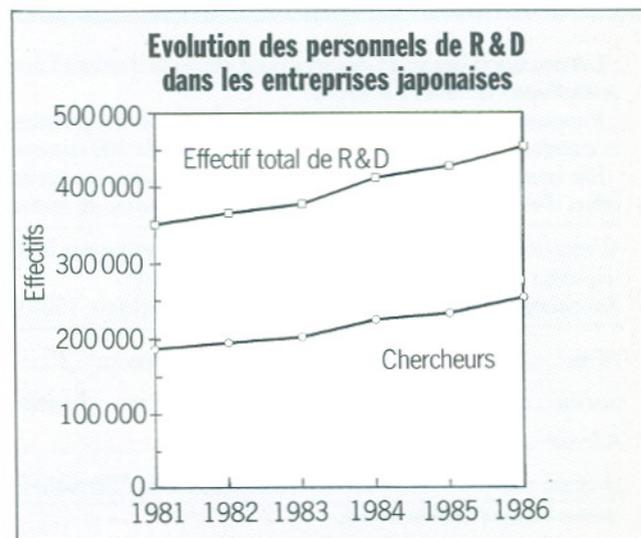
Dans le même temps, l'augmentation soutenue pendant plusieurs années des effectifs d'ingénieurs et scientifiques a fini par saturer complètement les capa-

cités de formation interne des entreprises, qui commencent à revenir sur le grand principe de l'égalité des chances de formation. Déjà, il semble que la formation "sur le tas", l'un des piliers de l'accueil des jeunes diplômés, ne soit plus aussi performante qu'auparavant. Les stagiaires sont devenus trop nombreux et ne peuvent plus bénéficier d'un encadrement aussi présent et attentif qu'avant. En conséquence, les entreprises mettent sur pied de nouvelles politiques de formation qui tendent à concentrer les efforts sur un petit nombre de chercheurs. Par exemple, de nombreuses grandes entreprises ont récemment créé leurs propres universités d'entreprise, dont le cursus - diplômant - n'est suivi que par un nombre restreint de scientifiques et d'ingénieurs.

Autant d'évolutions qui constituent des brèches de taille dans les principes managériaux japonais des ressources humaines. En définitive, il semble bel et bien que, à l'instar des évolutions géopolitiques actuelles, se dessine au Japon un nouvel équilibre des ressources humaines scientifiques, où le "moule" de l'uniformité et de l'égalité laisse place peu à peu à la reconnaissance des diversités et des différences.

Cet article est issu de l'exposé qu'a fait Koichiro Imano lors des Journées de l'ANVIE, le 28 novembre 1991, consacrées à "la place du chercheur dans l'entreprise japonaise". Présidée par Bertrand Collomb (Lafarge Coppée) et dirigée par Jean-Michel Saussois (ESCP), l'Association nationale pour la valorisation interdisciplinaire de la recherche en sciences de l'homme et de la société auprès des entreprises, a pour mission de mobiliser les équipes de recherche en sciences sociales et humaines, susceptibles de travailler avec les entreprises.

ANVIE :
54 boulevard Raspail
75270 Paris Cedex 06
Tél. 1/49.54.21.16



RECRUTER

"Les professionnels du recrutement ont maintenu leur revue", annoncent les éditeurs de ce journal trimestriel, dont le premier numéro a pour thème: "Enseignement supérieur: l'entreprise, mécène ou partenaire".
"Recruter" (abonnement 4 n° par an: 700 F).
Zélig Publications:
20 bd Poissonnière
75009 Paris
Tél. 1/45.23.38.38

CHERCHEURS-ENTREPRENEURS
L'ECOLE POLYTECHNIQUE
CREE UNE PEPINIERE
D'ENTREPRISES
POUR DES DOCTEURS

Avec son centre de recherche regroupant 24 laboratoires et sa Fondation associant une centaine d'entreprises, l'Ecole polytechnique est un puissant vecteur de transfert des technologies avancées vers l'industrie. Les efforts entrepris par l'école pour inciter ses élèves à se "frotter" à la recherche sont également concluants, puisque parmi les 200 thésards présents à ce jour dans les laboratoires de l'X, 52 sont polytechniciens.

Pour favoriser davantage encore la valorisation de son potentiel de recherche, l'Ecole polytechnique a décidé d'innover en créant une "pépinière post-doctorat", destinée à porter à maturité les projets de création d'entreprise des docteurs, qu'ils soient issus de l'école ou pas. L'opération est au stade expérimental. Une évaluation devrait intervenir avant la fin de l'année pour décider de la viabilité de l'idée. *"Les docteurs sont souvent très éloignés de la création d'entreprise: en termes de confrontation avec les réalités de la vie de l'entreprise, le jeune docteur se situe aux antipodes du patron d'entreprise"*, constate Dominique de Lapparent, responsable de l'opération. L'Ecole polytechnique offrira à leurs projets un environnement scientifique et relationnel des plus favorables. Surtout, *"la pépinière accordera une grande importance à la viabilité humaine des nouvelles entreprises et traitera spécifiquement leurs problèmes de direction, de gestion et de stratégie. Une entreprise sans stratégie n'est pas une entreprise."*

Dominique de Lapparent
 Ecole Polytechnique
 Projet X-Pôle
 91128 Palaiseau Cedex
 Tél. 1/69.33.41.37 - Fax 1/69.33.30.32

DIDACTIQUE
LE MIRAGE
ET LA NECESSITE

Rassemblés par sa femme Nicole, les textes de Michel Hulin, professeur de l'université de Paris-VI et directeur du Palais de la Découverte jusqu'à sa disparition, en 1988, sont plus qu'un hommage au physicien. Son parcours, marqué par le souci de repenser la formation en physique, accompagne l'évolution des réflexions qui ont eu lieu en France sur ce thème dans les vingt dernières années. En ce sens, cet ouvrage est un document de référence indispensable en didactique de la physique et sciences de l'éducation en général. D'une langue riche et claire, ce témoignage d'une vie professionnelle reste en tout cas d'actualité alors que, une fois de plus, se repose avec insistance la question de la formation expérimentale en France.

Etienne Guyon

Directeur de l'Ecole Normale Supérieure

"Le Mirage et la nécessité. Pour une redéfinition de la formation scientifique de base", Michel Hulin, Presses de l'ENS et Palais de la Découverte, 190 F.

UNIVERSITE D'ETE
ENTREPRISES
ET CHERCHEURS

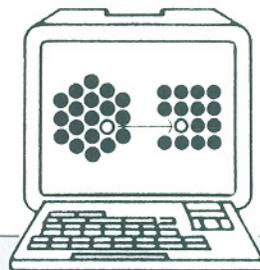
La recherche en sciences sociales a des connaissances à proposer à l'entreprise, qui est elle-même à la recherche de savoir-faire en gestion, organisation, formation... En 1989, le Ministère de la Recherche et le CNRS ont organisé la première université d'été sur le thème du partenariat sciences sociales-entreprises, rassemblant des scientifiques et des responsables d'entreprises. Ce livre dresse la synthèse de cette rencontre.

"Entreprises et chercheurs, à la recherche d'un partenariat". L'Harmattan.

DES SOUS!
GET FUNDED!

Nul besoin de traduire le titre de cet ouvrage américain, qui fera le bonheur de tous les chercheurs et enseignants-chercheurs à la recherche de contrats avec des entreprises. Dorin Schumacher, qui dirige le service des relations industrielles de l'université de Purdue, passe en revue tout ce qu'il convient de faire pour négocier et décrocher un contrat de recherche d'une entreprise. Avec une foule d'exemples très concrets, tels que les affectionnent-à juste titre - les Américains.

"Get Funded! A Practical Guide for Scholars Seeking Research Support from Business"
 Dorin Schumacher, 1992
 Sage Publications Inc., 2455 Teller Road
 Newbury Park - California 91320 (USA).



L'Association
Bernard Gregory
sur Minitel

Profils de jeunes scientifiques disponibles sur le marché du travail:
Accès direct: 36.29.00.32

Offres d'emploi pour jeunes scientifiques:
Accès: 36.14 code ABG

L'Association Bernard Gregory a pour vocation d'aider à l'insertion professionnelle des jeunes scientifiques de niveau doctoral.

S'appuyant sur un réseau de 70 Bourses de l'Emploi régionales, composées de 400 enseignants et chercheurs, elle diffuse régulièrement à plus de 500 entreprises les profils de ses candidats.

Elle traite également les demandes ponctuelles des entreprises, en diffusant largement leurs offres d'emploi dans les universités, écoles et centres de formation par la recherche.

Si vous souhaitez recevoir régulièrement **"Formation par la Recherche"**, il vous suffit de nous retourner le bulletin ci-dessous à l'adresse suivante:

Association Bernard Gregory - 53, rue de Turbigo - 75003 Paris

Nom _____ Prénom _____

Société _____ Fonction _____

Adresse _____ Tél. _____

Je désire recevoir _____ * exemplaires de **"Formation par la Recherche"**

*Indiquez le nombre d'exemplaires souhaités.

Formation par la Recherche
 Lettre trimestrielle
 de l'Association Bernard Gregory
 53, rue de Turbigo - 75003 Paris
 Tél 1/42.74.27.40 - Fax 1/42.74.18.03

Directeur de la Publication: **José Ezratty**
 Rédacteur en chef: **René-Luc Bénichou**
 Rédaction: **Gérard Bessière, Jacques Darmon,**
 Comité d'orientation: **Michel Delamarre** (président), **Gérard Bessière, Raymond Deniau,**
Alain Carette, Michèle Hannover, Trong Lân N'Guyen, Juliette Raoul-Duval, Alain Rollet, Jacques Roman
 Edition: **Atelier Paul Bertrand**
 1 bis, Passage des Patriarches - 75005 Paris
 Tél 1/45.35.28.60 - Siret 712010855900023

Toute reproduction d'article ou d'informations contenues dans ce journal est autorisée (avec mention de leur origine).