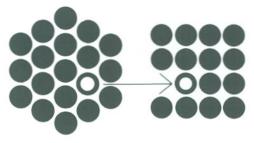
Lettre de l'Association Bernard Gregory 53 rue de Turbigo 75003 Paris PAR LA RECHERCHE



Sommaire

Entreprises portes ouvertes Le pneu Michelin roule de mieux en mieux	1-2
Mode d'emploi 918 emplois seront créës en 1989 pour la recherche	3
Du côté des laboratoires Les sociétés contemporaines au microscope sociologique	4 - 5
Enquête Quelle place pour les docteurs mathématiciens en entreprise?	5-6
Enquête L'activité de l'ABG en 1988	7 - 8
Actualités	3-6

Entreprises portes ouvertes

Le pneu Michelin de mieux en mieux

Le pneu, objet apparemment simple, est en réalité un produit de haute technologie que seule une recherche-développement soutenue permet de maîtriser et de faire progresser. Michelin, qui contrôle 20% du marché mondial des pneumatiques, n'emploie pas moins de 3500 personnes en R & D, réparties dans 7 centres de recherche et d'essais en France et à l'étranger.

Le pneu. Voilà bien un objet courant, banal, apparemment sans prétention aucune. L'automobiliste ne lui demande qu'une chose : se faire oublier le plus longtemps possible. Ce qu'il fait de mieux en mieux d'ailleurs; le pneu tourisme d'aujourd'hui a une durée de vie de plus de 40 000 km. Pourtant, cet objet est diablement compliqué et c'est sur lui que roulent les engins les plus divers, du tracteur à la Formule 1, de la bicyclette à l'avion. Quelques centimètres carrés de gomme qui doivent supporter toutes les charges, transmettre les accélérations comme les freinages, guider les véhicules, adhérer à la chaussée tout en amortissant ses défauts, faire le moins de bruit possible en roulant et, bien entendu, durer toujours plus longtemps. Beau cahier des charges en vérité!

Demander autant à un tel objet est d'autant plus incroyable que le pneu n'est vraiment pas gâté par la nature. Il accumule en fait les

complexités physiques, chimiques et thermomécaniques: le matériau est hétérogène, non linéaire et ses caractéristiques varient avec la température. Le pneu est soumis à d'importantes déformations et à des déplacements de grande amplitude. La recherchedéveloppement en ce domaine se porte bien et il n'est pas étonnant qu'il faille des groupes industriels disposant de centres de recherche imposants pour fabriquer un tel objet.

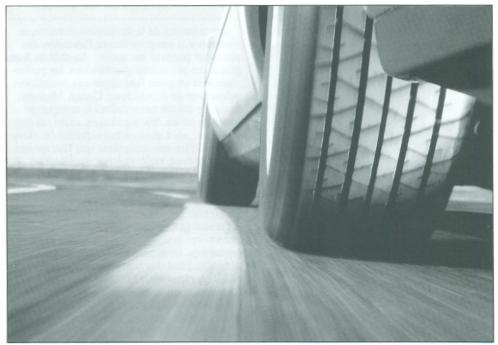
Avec Michelin, la France bénéficie d'une bonne position sur le marché mondial du pneumatique. Le groupe occupe une place de leader dans le monde, avec environ 20% du marché. Il possède 55 implantations industrielles dans 14 pays et son réseau commercial couvre 140 nations. En 1987, son chiffre d'affaires atteignait 47 milliards de francs. Chaque jour, ce sont 425 000 pneus, 200 000 chambres à air, plus de 50 000 roues et 700 tonnes de fil d'acier qui sortent de ses usines. Sans oublier quelque 60 000 cartes et guides Michelin dont la réputation n'est plus à faire. Le prix à payer pour le maintien d'une telle position mondiale est un investissement élevé et permanent en recherchedéveloppement, tant en moyens matériels qu'en ingénieurs et en docteurs de haut niveau. Michelin ne compte pas moins de sept centres de recherches et d'essais, dont deux aux Etats-Unis et un en Espagne, qui totalisent un effectif de plus de 3500 personnes. Le centre le plus important est situé à Clermont-Ferrand, ville natale de la

manufacture. Il occupe un terrain de 500 hectares et emploie 2500 personnes.

200 matériaux pour faire un pneu

La science des matériaux a une place importante dans le processus de conception et de fabrication d'un pneu. Plus de 200 matières premières entrent dans sa composition et en font un assemblage complexe de matériaux composites. On y trouve du caoutchouc naturel, des élastomères synthétiques, des câbles d'acier, de nylon ou d'aramide, des charges renforçantes, des agents de vulcanisation et de protection... Autant de matériaux aux structures et aux propriétés multiples qu'il faut étudier et comprendre, puis améliorer selon les fonctions qu'ils remplissent dans le pneu. Du point de vue de la conception, la difficulté principale réside dans le fait que l'assemblage final doit rester performant par rapport à toutes les fonctions requises et par rapport à toutes les conditions d'utilisation imaginables. Une "gomme" qui adhère bien sur une surface sèche doit aussi très bien se comporter par temps de pluie.

Les physico-chimistes doivent aussi songer aux contraintes de la production et, notamment, à cette phase cruciale qu'est la vulcanisation; en passant d'un état plastique à un état (suite page 2)



En 1895, lors de la course Paris-Bordeaux-Paris, les pneus Michelin qui équipaient "L'Eclair" devaient être changés tous les 170 km. Aujourd'hui, un pneu tourisme parcourt plus de 40 000 km. Entre ces deux chiffres, une cascade d'innovations signées Michelin. (Photo Michelin).

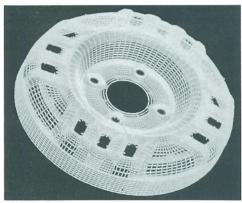
(suite de la page 1)

élastique, la gomme ne doit rien perdre des caractéristiques voulues. Les progrès accomplis par le département des matériaux depuis 30 ans ont permis, par exemple, de diviser par seize la part du pneumatique dans le prix du kilomètre parcouru par les poids lourds, tandis que la puissance transmise a doublé et que la vitesse admise a considérablement augmenté. Les pneus sont devenus plus légers et leur résistance au roulement a diminué, entraînant une économie de carburant. Enfin, ils sont plus sûrs, adhèrent mieux et leur prix n'a cessé de baisser en francs constants.

Les ingénieurs ont à leur disposition tout l'appareillage requis pour analyser de manière non destructive les différents matériaux : microscopie électronique à balayage, spectrométrie de masse, infrarouge à transformée de Fourier, résonance magnétique nucléaire... D'autres méthodes, comme l'holographie, la thermographie infrarouge ou la simulation numérique aident à mieux contrôler les échanges thermiques lors de la cuisson.

La simulation numérique à la rescousse

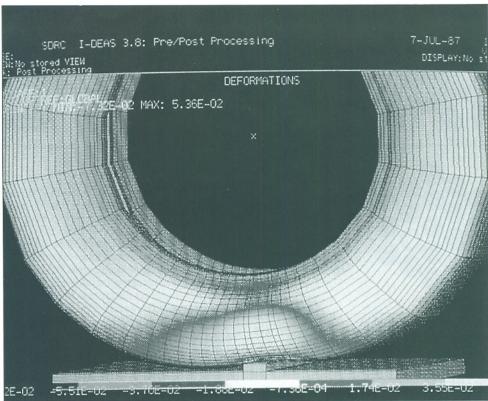
Le département des recherches avancées étudie pour sa part les relations entre la structure du pneu et ses performances. Les progrès accomplis dans le domaine de l'informatique facilitent considérablement la tâche des ingénieurs concepteurs dans la mesure où, de plus en plus, la simulation numérique permet de réduire les délais et le coût de ces études. La conception assistée par ordinateur intervient ainsi dans la définition de la nature et de la géométrie des matériaux, ainsi que dans le dessin des sculptures du pneu. Grâce à un ordinateur Cray X14, acquis en 1988, les ingénieurs sont ensuite en mesure de simuler le comportement du pneu qu'ils ont conçu avant même qu'un prototype soit fabriqué. Il est après tout très économique de pouvoir simuler sur ordinateur les contraintes que subissent les pneus d'un Airbus lors de l'atterrissage, même si ce genre de calcul, qui porte sur plusieurs dizaines de milliers d'équations,



Optimisation à partir d'un maillage en trois dimensions : la roue, interface entre le pneu et le véhicule, est étudiée par Michelin en liaison étroite avec les constructeurs. (Photo Michelin).

fait "plancher" pendant une demi-heure l'un des plus puissants super-calculateurs vectoriels.

La simulation autorise aussi l'ingénieur concepteur, assis devant sa console, à vérifier que le futur pneu conservera ses perfor-



Simulation d'un passage d'obstacles: pneu, suspension et carosserie participent au confort mécanique et acoustique, qu'il faut optimiser par des études de développement simultanées. (Photo Michelin).

mances dans des conditions d'utilisation très variables. Souvent, des personnes de Michelin effectuent des contrôles de pression des pneus des voitures. Les résultats de ces tests sont effarants: 80% des automobilistes "sondés" roulent avec une pression inférieure de 0,4 bars à la pression nominale. Cela signifie que le pneu doit, par ses performances, compenser la négligence de l'automobiliste en matière de sécurité. Toutes ces simulations sont confirmées avec souvent moins de 5% d'erreurs par les essais expérimentaux.

Le monde entier sur 6 000 hectares de pistes

Les avancées de la simulation numérique n'annoncent pas pour autant l'abandon des essais sur pistes et sur routes. Au-delà de leurs grandeurs physiques quantifiables, les performances d'un pneu font appel aux sensations subjectives du conducteur. Certes, Michelin essaie de mieux rationnaliser le comportement du pilote. Ses ingénieurs, aidés par des médecins, sont aujourd'hui capables de mesurer les différentes sensations que l'on ressent au volant (vue, ouïe, toucher, accélération...), mais encore faut-il savoir comment les pondérer les unes par rapport aux autres. Là, seul le conducteur peut analyser ces différentes sensations pour porter un jugement global. Les essais sont également nécessaires pour valider les modèles et les prototypes, de même qu'ils servent à bien connaître l'état des routes dans le monde entier. A observer les moulages de chaussées recueillis ici ou là, on se rend compte des profondes différences qui séparent l'autoroute allemande de l'autoroute française. Ne parlons même pas de la piste saharienne! Michelin coopère d'ailleurs avec les Ponts et Chaussées pour qualifier et aménager les revêtements (adhérence, bruit...).

Dans les centres d'essais de Ladoux en France, d'Alméria en Espagne et de Laurens aux Etats-Unis, les conditions d'utilisation rencontrées aux quatre coins du monde ont été minutieusement reconstituées sur 6000 hectares de circuits. Sur tous les sols imaginables, autos, motos, camions, tracteurs et laboratoires roulants tournent, évaluent et mesurent inlassablement.

Les innovations apportées par les constructeurs automobiles à leurs véhicules nécessitent aussi d'adapter en permanence le pneu à de nouvelles exigences. Michelin a souvent été à l'origine de progrès importants en matière de voitures. On lui doit par exemple la première jante amovible, et il a participé activement au développement des systèmes de freinage de type ABS. D'autres innovations, comme la suspension active, les quatre roues motrices ou directrices, l'anti-patinage ou la direction active, qui annoncent une véritable révolution technologique dans la construction automobile, ont de profondes influences sur l'évolution du pneu. Les quatre roues directrices remettent ainsi entièrement en question ce que l'on connaît de l'association pneu-véhicule. Déjà, Michelin étudie de futurs pneus "actifs", dont la pression de gonflage pourra varier en permanence.

Chez Michelin, aujourd'hui comme hier, on observe, on constate, on améliore... et on recommence. Au bout d'un siècle d'existence, la technologie a bien changé, mais l'esprit critique des ingénieurs et des techniciens a conservé toute sa rigueur et sa vivacité.

René-Luc Bénichou

Mode d'emploi

918 emplois seront créés en 1989 pour la recherche

Le projet de budget de la recherche et du développement pour l'année 1989 prévoit la création de 918 emplois. 597 iront à des chercheurs et 321 à des ingénieurs, techniciens et administratifs.

Les créations de postes de chercheurs représentent 3% des effectifs. Avec les départs à la retraite, le taux de recrutement de chercheurs atteindra donc 5%, ce qui est généralement admis comme satisfaisant pour l'équilibre de la pyramide des âges. 397 postes sont créés dans les établissements publics à caractère scientifique et technologique (EPST) et 148 dans les établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC). Parmi ces derniers, c'est le Centre national d'études spatiales qui bénéficie de la majorité des postes créés (90), pour faire face au développement des programmes spatiaux. L'Agence Française pour la maîtrise de l'énergie (AFME), quant à elle, supprime 4 emplois de chercheurs. Les 52 autres postes se répartissent entre les fondations (10) et les autres ministères (42, dont 13 à l'Institut national de la recherche en informatique).

Côté ingénieurs, techniciens et administratifs (ITA), 219 postes sont créés dans les EPST, 12 dans les EPIC, 14 dans les fondations, 5 dans l'administration de la recherche et 71 dans les autres ministères. Il est à noter toutefois que le Commissariat à l'énergie atomique et l'AFME suppriment respectivement 35 et 7 emplois d'ITA. Ces 219 nouveaux postes seront accueillis sans aucun doute comme un bol d'air par les laboratoires, qui ont à faire face depuis plusieurs années à une suppression systématique d'emplois

En ce qui concerne la formation par la recherche, les crédits destinés aux allocations de recherche augmentent de près de 40%. passant de 434 à 609 millions de francs. Cette progression confirme la revalorisation de l'allocation mensuelle décidée par le décret d'avance : le montant mensuel brut est en effet, depuis le 1er octobre 1988, de 7000 francs au lieu de 5126 francs auparavant. De même, le nombre des prolongations rémunérées pour une troisième année de thèse est maintenant de 1130 (au lieu de 830), ce qui représente deux tiers environ des 1900 allocations attribuées chaque année.

		Créations		Total de	es effectifs en	1989
	Chercheurs Cadres	ITA Non cadres	Total	Chercheurs Cadres	ITA Non cadres	Total
CNRS	284	100*	384	11 044	15 043	26087
INRA	35	61	96	1 626	6 5 6 9	8 195
INSERM	50	22	72	1881	2 604	4485
INRETS	1	7	8	156	231	387
INED	5	2	7	60	98	158
ORSTOM	20	21	41	797	769	1566
CEMAGREF	2	6	8	85	501	586
Total EPST	397	219	616	15 649	25 815	41 464
IFREMER	24	4	28	550	548	1098
CIRAD	23	4	27	611	521	1 132
CSI	11	4	15	392	509	901
CNES	90		90	1028	873	1901
CEA			**	1 644	4 043	5 687
AFME			**	73	48	121
Total EPIC	148	12	160	4298	6542	10840
Fondations	10	14	24	280	724	1004
Adm. Rech.		5	5***	170	139	309
Total MRT	555	250	805	20 397	33 220	53 617
Autres Min.	42	71	113****	1 441	3 658	5 099
Total BCRD	597	321	918	21 838	36878	58716

Source: Conférence de presse de M. Hubert Curien, 3 octobre 1988.

Source: Conference de presse de M. Hubert Curien, 3 octobre 1988.
 29 postes seront transférés à l'INIST, filiale du CNRS.
 38 emplois au CEA et II à l'AFME seront supprimés en application des plans sociaux mis en œuvre dans ces organismes. Pour le CEA, les chiffres fournis ici ne concernent que les programmes de recherche civils.
 5 emplois seront supprimés dans l'administration de la recherche.
 20 emplois seront supprimés dans les différents ministères.



Que sont devenus les ingénieurs chimistes diplômés en 1985?

Comme chaque année, l'Union des Industries Chimiques (1) publie les résultats d'une enquête portant sur "Le devenir des diplômés des écoles supérieures de chimie". Cette dernière livraison, datée d'août 1988, porte sur les ingénieurs chimistes ayant obtenu leur diplôme en 1985.

L'élément dominant de l'enquête est l'importance de la formation par la recherche dans le secteur. 28% des jeunes ingénieurs chimistes ont préparé une thèse ou un PhD après avoir obtenu leur diplôme d'ingénieur. Proportionnellement, les femmes s'engagent davantage que les hommes dans cette voie (41% contre 23%).

Compte tenu de ce pourcentage élevé de thésards, il n'est pas étonnants que le taux de poursuite d'études soit lui aussi du même ordre (25%). Et, par voie de conséquence, "seuls" 55 % des jeunes ingénieurs chimistes occupent un emploi rémunéré "normal". Selon l'Union des Industries Chimiques, ces pourcentages, loin de refléter un malaise du marché de l'emploi, traduisent au contraire un phénomène tout à fait normal dans une spécialité où la formation par la recherche a toujours joué un rôle important. On ne doit pas oublier aussi qu'un grand nombre de thésards sont, en réalité, directement rémunérés par l'industrie (conventions CIFRE, financement total de thèses par de grands groupes...). D'ailleurs, le faible taux d'ingénieurs chimistes encore en recherche d'emploi au moment de l'enquête confirme une situation satisfaisante de l'emploi (2,5% en moyenne, 3,2% chez les femmes).

Comme on peut s'y attendre, c'est l'industrie chimique qui offre le plus de débouchés; près de 63 % des emplois connus sont recensés dans les secteurs de la chimie, de la parachimie et de la pharmacie. La fonction de recherche-développement est largement prépondérante, avec 45% des emplois (et 54% des emplois occupés par les femmes). Les autres ingénieurs chimistes se répartissent entre la fabrication (15%) et le technicocommercial (12%).

(1) Union des Industries Chimiques: 64, avenue Marceau, 75008 Paris-Tél. (1) 47.20.56.03

	Diplômes d'ingénieurs	Thèses	0/0
Hommes	501	114	22,8
Femmes	187	76	40,6
Total	688	190	27,6

Du côté des laboratoires

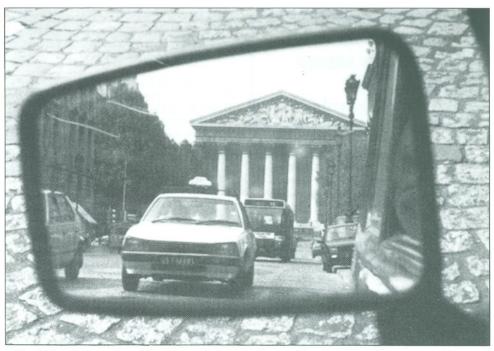
Les sociétés contemporaines au microscope sociologique

Deux ans après sa création, l'Institut de Recherche sur les Sociétés Contemporaines (IRESCO) a organisé une journée portes ouvertes le 2 décembre 1988. Ce jeune institut de sciences sociales, le plus important du CNRS, a tenu ainsi à montrer au public et aux scientifiques combien le regroupement d'équipes de recherche peut à la fois enrichir leurs travaux, améliorer leurs conditions de travail et permettre une véritable animation de la communauté sociologique.

Les sciences sociales sont une discipline relativement jeune, datant de la fin du siècle dernier. Peut-être est-ce pour cela qu'elles se présentent encore trop souvent en ordre dispersé. Beaucoup d'équipes se sont créées dans des conditions matérielles extrêmement difficiles. Le résultat est qu'aujourd'hui la sociologie est une constellation de laboratoires et de chercheurs dont les movens ne permettent pas forcément un travail collectif, faute tout simplement de bureaux-les chercheurs travaillent parfois chez eux-et de budgets honnêtes. La vie collective de la discipline s'en ressent. Pour v remédier, le CNRS a inauguré à Paris, en 1986, l'Institut de Recherche sur les Sociétés Contemporaines (IRESCO), qui regroupe 18 équipes de sociologues, d'ethnologues et d'économistes. Plus de 200 chercheurs y disposent maintenant de vastes locaux et, surtout, de services communs et d'équipements qui leur faisaient jusque là cruellement défaut. L'IRESCO gère par exemple la bibliothèque de sociologie du CNRS. Avec près de 40 000 ouvrages, 600 abonnements et de très nombreuses collections de périodiques rares ou disparus, cette bibliothèque, fondée en 1946, est la plus importante de France dans la discipline. Les chercheurs apprécient aussi l'existence d'un service d'impression, de dessin et d'audiovisuel, qui leur permet de développer l'utilisation de l'image dans leurs recherches. Ce service assure aussi le support technique des manifestations organisées à l'IRESCO et édite les articles, revues, brochures et rapports.

Un programme fédératif pour rapprocher les équipes

Les moyens de travail et les locaux ne suffisent pas pour autant à insuffler la vie à un institut qui fait se cotoyer des équipes aussi diverses que le Centre de recherche interdisciplinaire sur les transformations sociales, le Centre de sociologie urbaine ou l'Equipe de recherche en ethnologie amérindienne. Chacune a ses propres centres d'intérêt qui sont sa raison d'être. La première tâche de la direction a donc consisté à bâtir un programme scientifique fédératif qui tienne compte de toutes les compétences représentées. "L'idée de départ était de mettre en synergie nos potentialités respectives, de telle



A l'Institut de recherche sur les sociétés contemporaines, certaines équipes utilisent la photographie comme un outil de recherche. L'image rejoint ainsi l'écrit, la parole et les données informatiques au sein de la panoplie des techniques utilisées par les sociologues. (Photo P. Livet-SIDAV/IRESCO).

sorte que l'on obtienne des résultats plus satisfaisants que si les chercheurs et les équipes étaient restés dans leur coin", explique Mme Claude Faugeron, co-directeur de l'institut. "D'ailleurs, ajoute-t-elle, cela ne fait guère que correspondre au mouvement actuel de la sociologie, qui délaisse de plus en plus les thèmes précis pour étudier plus avant les interfaces. La distinction entre les sociologies spécialisées n'est plus aussi nette qu'auparavant". Ce rapprochement s'est déjà opéré sur l'immigration, thème qui occupe un certain nombre d'équipes de l'IRESCO. Petit à petit se sont créés des échanges entre elles, du fait de leur présence au sein de l'institut. C'est également vrai pour les équipes qui travaillent sur les pratiques familiales, alors qu'elles ne communiquaient jamais directement, et coordonnaient encore moins leurs efforts. A l'aide du programme fédératif, l'IRESCO essaie de favoriser au-delà des structures permanentes que sont les équipes, des regroupements plus informels ne durant que le temps d'un projet. De plus en plus, les chercheurs traversent les frontières d'équipes, voire de disciplines, pour mieux enrichir leurs travaux sur les mutations en cours dans les sociétés contemporaines.

Le programme s'organise autour de quatre grands thèmes: la famille, les relations interethniques, les relations entre les savoirs, les croyances et les pouvoirs (la santé, l'éthique, la religion, les systèmes de valeurs...), les Etats et les sociétés locales. Deux actions transversales complètent ce programme. La première met l'accent sur les comparaisons internationales, la seconde sur l'usage scientifique de l'image dans les sciences sociales

La sociologie a besoin de temps

Un certain nombre de recherches se font sur des contrats passés avec des ministères ou des organismes. Ce qui ne signifie pas pour autant que les travaux soient ensuite utilisés

rapidement. "Ces travaux pénètrent lentement les consciences", note Mme Claude Faugeron. "Quand le décideur politique, la commune ou l'administration nous interrogent, c'est évidemment pour obtenir une réponse rapide. Or si nous ne disposons pas déjà d'un stock conséquent de recherches, nous ne sommes pas capables de répondre immédiatement, d'autant que, la plupart du temps, nous sommes obligés de reformuler le problème posé. La sociologie est encore jeune, elle n'a pas 25 siècles de concepts derrière elle comme la physique". Le problème est rencontré en ce moment avec le SIDA. dont les effets sociaux préoccupent beaucoup nombre de décideurs. Mais il faudra encore du temps aux sociologues pour mieux comprendre les conséquences d'une épidémie toute récente dans les rapports sociaux, que ce soit dans l'évolution des mœurs, dans la structure familiale, dans le travail... Même chose pour l'immigration, un champ de recherche très éparpillé qui demande à être mieux structuré. "Les relations inter-ethniques touchent à bien des domaines : la famille, le travail, la délinquance, l'urbanisme... D'énormes problèmes statistiques y sont rencontrés. Et puis, c'est un sujet brûlant sur lequel il est très difficile de parler sans passion... et d'être écouté sans passion", souligne Jean-Paul Grémy, co-directeur de l'institut.

D'autres thèmes sont plus avancés et l'impact des sciences sociales est alors visible. L'Institut est bien armé pour répondre aux questions touchant à l'urbanisme, aux mouvements religieux, au bouleversement des croyances et des normes morales, à l'évolution des rôles masculin et féminin, aux politiques sociales

L'entreprise en mutation

Un secteur en plein développement est celui de la sociologie de l'entreprise. La condition du travailleur et le syndicalisme n'en sont plus les fers de lance, loin s'en faut. L'évolution des centres d'intérêt de la sociologie du (suite de la page 4)

travail s'est alignée sur celle des mutations technologiques et, de ce fait, les entreprises se prêtent plus volontiers aux études des sociologues, qui cherchent désormais à comprendre leur fonctionnement plutôt qu'à alimenter le débat sur la lutte des classes. L'entreprise en mutation est l'un des axes de recherche majeurs du Laboratoire de sociologie du changement des institutions (LSCI), animé par Renaud Sainsaulieu, et qui fait partie de l'IRESCO. Un important travail y est accompli pour comprendre les mécanismes du développement économique et social de l'entreprise. Ces dernières années, une équipe a mis en évidence des interactions entre l'économique et le social qui interviennent dans le dynamisme des entreprises. Des indicateurs pertinents et fiables ont été patiemment élaborés à partir de monographies existantes et de l'étude de 100 entreprises, sur les systèmes de fonctionnement sociaux, les cultures et histoires d'entreprises, les pratiques de l'innovation, les résultats économiques et la gestion de l'emploi. Toutes les données recueillies ont été traitées sur ordinateur pour en dégager les corrélations statistiques. Contribution importante à la sociologie des entreprises contemporaines, cette recherche est maintenant intégrée à l'enseignement avancé des sciences

D'autres thèmes sont explorés: la mobilité des personnels de la fonction publique, l'étude des rapports entre la mobilité des personnels et la dynamique des organisations, ou encore les effets motivants de la rémunération de la performance. Les grands capitaines de l'industrie eux-mêmes ont fait l'objet d'une recherche très sérieuse (200 grands patrons ont été interviewés), dont les résultats ont largement été diffusés dans la presse.

Le devenir professionnel et les représentations du travail sont un autre axe porteur. Il permet de mieux comprendre certaines professions, leurs pratiques, ainsi que la manière dont elles sont perçues par la société. A la demande d'une équipe soignante, le LSCI a évalué l'efficacité des thérapeutiques mises en œuvre dans un service de psychiatrie. D'autres corps de métiers sont aujourd'hui mieux connus grâce à ce type de travaux : les professions de la santé, de la magistrature, de la police, du design et de la création industrielle... Alain Degenne, co-directeur de l'IRESCO et responsable du Laboratoire d'analyse secondaire et des méthodes appliquées en sociologie (LASMAS, qui gère aussi le parc informatique de l'IRESCO et assure la formation à l'utilisation des logiciels), travaille en ce moment sur la sociographie des ingénieurs, en liaison avec une autre équipe de l'institut, le Centre de recherche interdisciplinaire sur les transformations sociales (CRIT). Et comme, finalement, l'on n'est jamais si bien servi que par soi-même, l'exercice professionnel de la sociologie n'a certes pas été oublié dans le cadre de ces recherches.

René-Luc Bénichou

Institut de Recherche sur les Sociétés Contemporaines (IRESCO) 59, rue Pouchet, 75849 Paris Cedex 17 Tél. (1) 40.25.10.25 Direction: Mme Claude Faugeron, MM. Alain Degenne, Jean-Paul Grémy Minitel (1) 40.25.12.77

Enquête

Quelle place pour les docteurs mathématiciens en entreprise?

Les mathématiciens ont décidément toutes les chances: l'enseignement et la recherche ont besoin d'eux et, de plus en plus, l'industrie et les services s'aperçoivent de leur utilité. Le secteur privé offre en effet des débouchés intéressants aux docteurs en mathématiques, à condition de respecter certaines règles.

En mathématiques, les études de niveau baccalauréat + 5 ans (écoles d'ingénieurs, DEA, DESS, agrégation, magistère...) correspondent à un niveau de compétence identifié de manière à peu près claire tant par les entrepreneurs que par les enseignants. La nécessité du recrutement à ce niveau par les entreprises n'est discutée par personne même si les diplômes d'ingénieurs bénéficient d'un bonus par rapport aux formations universitaires. Par contre, les universitaires ne semblent pas avoir pris conscience de l'intérêt du diplôme de thèse pour l'industrie. Jusqu'à une époque récente, sauf en analyse numérique et en statistiques, les mathématiciens universitaires ne voyaient la thèse que comme un diplôme ouvrant la voie aux carrières universitaires et de recherches.

Les modèles mathématiques gagnent l'entreprise

Pourtant les titulaires d'une thèse de mathématiques trouvent des emplois sans difficulté à condition de respecter certaines règles qui seront rappelées ci-dessous et ceci relativement indépendamment de leur domaine mathématique. A cela, plusieurs raisons. D'une part les progrès de l'informatique ont rendu opérationnels des modèles dans des domaines très divers, qui utilisent de nouvelles branches des mathématiques ou des mathématiques de niveau recherche. D'autre part, la décroissance des coûts de calcul a rendu compétitive l'utilisation de simulations numériques par rapport à la construction de prototypes ou d'essais, même si ces derniers sont indispensables pour dégager les modèles et tester leur validité. Enfin, dans certains domaines la quasi-impossibilité de faire des essais en vraie grandeur (pour des raisons de coût ou de sécurité) a amené le développement des modèles mathématiques.

Quelle place peut donc occuper un docteur de mathématiques? Tout d'abord, il peut avoir soutenu une thèse en entreprise sur un thème directement posé par celle-ci. La thèse correspond alors à la résolution ou au débroussaillage d'un problème rencontré. En général d'ailleurs, soit le thésard a été recruté par l'entreprise pour préparer sa thèse, soit il a bénéficié d'une bourse type BDI, d'une convention CIFRE ou d'un contrat de recherche. Ensuite, il y a les docteurs dont la spécialité correspond de manière adéquate aux problèmes rencontrés habituellement par les entre-

prises: par exemple analyse numérique, calcul scientifique, probabilité, statistique, logique, géométrie, théorie des nombres, systèmes dynamiques... Dans ces deux cas, le recrutement est facilité par les contacts scientifiques que le laboratoire entretient avec les entreprises par le biais de consultances, de contrats de recherche, de stages effectués par des étudiants de 3ème cycle ou même de maîtrise.

En entreprise, la recherche n'est qu'une étape dans la carrière

Il y a aussi des recrutements, en nombre restreint il est vrai, où la spécialité mathématique du docteur n'a que peu de rapport avec celles utilisées dans l'entreprise. Dans ces cas, qui correspondent souvent à la concrétisation d'une candidature spontanée, comptent énormément la personnalité du candidat, ses diplômes annexes (grandes écoles), ses autres compétences (informatique, gestion, langues...). D'une part, il peut se faire que les mathématiques utilisées soient assez classiques et fassent partie du bagage standard du mathématicien professionnel: la spécialité du candidat est donc mineure. D'autre part, si l'on veut développer des modèles sophistiqués il est indispensable que les mathématiciens qui participent à la modélisation et à la mise en œuvre des modèles soient aussi compétents que possible. Enfin, et ce point nous semble important, la préparation d'une thèse entraîne l'acquisition d'une méthodologie spécifique qui est distincte de celle développée jusqu'au niveau Bac + 5, tandis que les qualités nécessaires pour une thèse sont très différentes de celles requises pour un diplôme de type Bac + 5. En ce sens le recrutement d'un docteur peut correspondre à un créneau peu développé encore, mais spécifique.

Dans tous les cas, il ne faut pas penser la carrière comme une carrière de recherche. Il faut abondonner l'idée que la carrière d'un docteur en entreprise est parallèle à celle qu'il aurait à l'université ou au CNRS. Après un temps plus ou moins long passé dans la recherche et le développement, elle changera d'orientation et évoluera vers des tâches de production, de gestion, de commercialisation, etc... Néanmoins, le profil acquis par un docteur en mathématiques lui permettra de sensibiliser les différents services où il pourra passer à l'intérêt de la modélisation mathématique et à ses limitations (internes et externes) pour la résolution d'un problème. Actuellement, il y a encore peu de mathématiciens titulaires d'une thèse de mathématiques pures employés dans le monde économique (peutêtre entre 20 et 30). Ils sont beaucoup plus nombreux dans des domaines plus appliqués comme l'analyse numérique, les statistiques (le seul DEA d'analyse numérique de Paris a fourni quelques dizaines de docteurs à l'industrie).

En conclusion, la possession d'un thèse de mathématiques révèle des qualités, une méthode de travail et des connaissances qui ne se retrouvent dans aucune autre formation de type Bac + 5 (ceci est valable pour toutes les formations doctorales). Le développement des stages dans les formations de 3ème cycle est indispensable pour sensibiliser industriels,

(suite de la page 5)

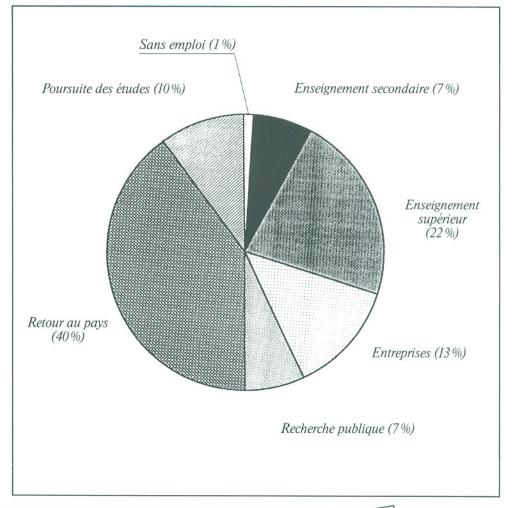
universitaires et étudiants aux besoins et apports réciproques des uns et des autres. Un des points qui empêche le développement du recrutement de titulaires de thèse est l'absence de visibilité du diplôme; par exemple, un docteur diplômé d'une grande école oublie assez facilement de mentionner le DEA.

13 % des docteurs en mathématiques trouvent un emploi en entreprises

Ce graphique a été élaboré à partir de l'enquête du Ministère de la Recherche et de la Technologie sur le devenir des docteurs ayant soutenu leur thèse entre 1982 et 1987. Il porte sur un échantillon de 1 099 docteurs en mathématiques, soit 78% de l'ensemble des docteurs en mathématiques de la période. Les 13% de docteurs ayant trouvé du travail en entreprises se décomposent en deux groupes: 90 docteurs sont intégrés à des services recherche et 51 occupent d'autres fonctions.

On remarque la proportion importante d'étrangers qui retournent dans leur pays. Sur les 1410 thèses de mathématiques soutenues entre 1982 et 1987, 780 l'ont été par des étudiants étrangers. Il conviendrait en fait de ne pas tenir compte des retours au pays pour apprécier les débouchés professionnels des docteurs en mathématiques: dans ce cas, les emplois industriels ne représentent plus 13 % mais 21% des débouchés après la thèse.

Daniel Barsky et Laurence Halpern







Une nouvelle association: Inova - Innovation, Technologie et Futur

L'Association "Inova-Innovation,
Technologie et Futur", créée sous l'égide du
Ministère de la Recherche de la Technologie,
est présidée par M. Pierre Aigrain, ancien
ministre et conseiller scientifique du président
du groupe Thomson. Outre l'organisation de
la manifestation Inova, cette association a
pour objectif le développement de l'information scientifique, technique, industrielle et
économique pour tout ce qui concerne l'innovation technologique. Pour cela, elle souhaite
constituer un lieu de rencontre entre les
responsables de l'évolution des techniques de
production.

Elle aura aussi pour mission la promotion des technologies françaises à l'étranger, l'organisation de manifestations spécifiques et elle participera aux grandes manifestations européennes et internationales.

Association "Inova-Innovation, Technologie et Futur" 55, rue de Varenne, 75007 Paris Tél. (1) 45.48.06.68/45.44.96.90/46.34.30.46

Enquête

L'activité de l'ABG en 1988

En 1988, l'Association Bernard Gregory a traité près de 1 200 dossiers de jeunes scientifiques formés par la recherche en quête d'un premier emploi. Au terme de l'année, 68 % des candidats ayant trouvé un emploi ont été recrutés par l'industrie, qui confirme ainsi son intérêt pour la formation par la recherche.

Nous vous présentons le bilan statistique de l'activité de l'Association Bernard Gregory pour 1988, dont nous tentons, comme chaque année, de dégager un certain nombre d'indicateurs sur les tendances du marché de l'emploi scientifique.

Si la situation reste stable depuis 2 à 3 ans environ, on constate une réelle confirmation de la place occupée par la Formation par la Recherche sur le marché de l'emploi en entreprise. 68 % des candidats inscrits à l'ABG et ayant trouvé un emploi ont été recrutés par une entreprise; ils étaient 65 % en 1987, 60 % en 1986, et 58 % en 1985.

Exception faite des sciences de la Terre, nous ne relevons plus de domaine de formation en état de crise majeure, même si le type de débouchés et la facilité d'accès à l'emploi restent relativement hétérogènes. Les disciplines scientifiques où les difficultés d'insertion professionnelle étaient sensibles, voire dramatiques, ont su trouver une meilleure adéquation avec le marché de l'emploi. De même, les jeunes apprentis chercheurs ont su élargir leurs champs d'activité professionnelle, et la moitié d'entre eux occupent en entreprise une fonction autre qu'une fonction recherche. Une étude sur les salaires montre cependant les limites de cette diversification des métiers liée à une extension du marché de l'emploi industriel.

Le marché de l'emploi scientifique reste très inégalitaire, mais les facteurs d'inégalité semblent moins qu'auparavant liés au choix du domaine de formation. L'étude précise et individuelle des cas difficiles, qui chaque année nous préoccupent particulièrement, nous montre que les contraintes personnelles et les situations individuelles expliquent largement les échecs d'insertion, surtout lorsqu'elles se cumulent avec des orientations de formation contestables.

Tableau nº 2

Secteurs d'insertion professionnelle, selon les secteurs de formation.

Secteur d'emploi Secteur de formation		Entreprises		Enseign.	Enseign. second.	Divers
200000 20 20 20			recherche			
Sciences de la vie	112	73	19	10	6	4
Chimie	92	69	5	6	9	3
Sciences des matériaux	96	73	11	6	5	1
Mécanique/Thermique	44	32	4	4	2	2
Physique	73	42	18	7	5	1
Maths, informatique	22	12	2	6		2
Electronique	27	17	1	7	2	
Sciences de la Terre	21	14		1	5	1
Total	487	332	60	47	34	14

4	4
	4
12	8
2	5
10	6
9	9
21	22
Format. Post. Doc.	Sans suite

571 inscriptions, 605 candidats sortants

De septembre 1987 à septembre 1988, 571 jeunes scientifiques de niveau doctoral se sont inscrits à l'Association Bernard Gregory, généralement à la recherche d'un premier emploi. Parallèlement, 605 candidats n'ont pas renouvelé leur inscription.

Le tableau n° 1 détaille les tendance générales au sein de chaque secteur de formation scientifique. L'augmentation, relativement faible d'ailleurs, du flux de nouveaux candidats provient surtout du secteur sciences de la vie, où notre activité avait sensiblement diminué ces dernières années.

Dans l'ensemble, le nombre permanent de candidatures est resté stable en 1988, comme en 1987; le taux de renouvellement des candidats a été très positif, et particulièrement rapide dans les secteurs mécanique et matériaux.

Les candidats titulaires d'un diplôme d'ingénieur se concentrent essentiellement dans les domaines matériaux, mécanique et chimie, où ils représentent prés de 40 % des flux d'inscription.

Notons que le secteur physique subit une certaine déflation au profit du secteur physique des matériaux; nous constatons un glissement similaire vers la chimie-physique, au détriment de la chimie organique. Notre activité dans le secteur sciences de la Terre tend vers un état avancé de fossilisation.

L'industrie offre 68% des débouchés

68% des candidats ayant trouvé un emploi ont été recrutés par des entreprises industrielles (332 candidats sur 487).

Le marché de l'emploi en entreprise est ouvert d'une façon très homogène à tous les secteurs de formation, comme l'indique le tableau n° 2; les Sciences de la Vie confirment leur meilleure prise sur le marché de l'emploi: 65% des biologistes ont été embauchés contre 61% en 1987, et 45% seulement en 1986.

Les recrutements au sein de la recherche publique et de l'enseignement supérieur ne sont pas représentatifs, du fait même de la vocation plutôt industrielle de notre activité. Nous n'aborderons donc pas davantage ce point. Notons cependant que sur 47 candidats insérés dans l'enseignement supérieur, 25 seulement sont titulaires de la fonction publique, recrutés comme maîtres de conférences. Les non-titulaires sont majoritairement des docteurs de nationalité étrangère.

Enfin, 33 candidats sont partis à l'étranger dans le cadre d'une position post-doctorale (dont, notamment, 13 aux Etats-Unis, 5 en Grande-Bretagne, 6 aux Pays-Bas...).

Les salaires

Le tableau nº 3 indique, par secteur de formation scientifique, les salaires moyens

(suite page 8)

Tableau nº 1

Evolution des flux de candidats inscrits à l'Association Bernard Gregory du 01/09/1987 au 01/09/1988

Domaine de formation	Inscrits a	u 1/09/87	Nouveaux	x candidats	Candidat	s sortants	Recrutés e	en entreprise	Inscrits a	u 1/09/88
Sciences de la vie	181	16	167	12	155	16	73	7	193	12
Chimie	125	39	96	34	110	39	69	28	111	34
Science des matériaux	106	40	113	47	112	44	73	34	107	43
Mécanique/Thermique	45	24	52	20	51	26	32	16	46	18
Physique	94	14	62	4	93	10	42	6	63	8
Maths, informatique	19	6	24	5	24	6	12	4	19	3
Electronique	26	6	35	9	31	9	17	7	30	6
Sciences de la Terre	27	2	22	1	29	3	14	2	20	0
Total	623	145	571	132	605	153	332	104	589	124

(suite de la page 7)

Tableau nº 3

Moyenne des salaires des candidats recrutés en entreprises

Secteur de formation	Salaire	Salaire des	ingénieurs	Salaire des universitaires		
Secteur de formation	moyen*	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	
Sciences de la vie	147.613	193.500**	185.000**	148.000	137.587	
Chimie	150.524	163.922	157.080	149.550	137.214	
Sciences des matériaux	163.090	173.670	158.111	158.592	154.792	
Mécanique/Thermique	159.857	167.770	162.600	157.727	142.500	
Physique	161.467	184.400		159.266	149 980	
Maths, informatique	171.625	152.667**	182.000**	183.250		
Electronique, instrument.	149.077	161.500**	156.000**	142.000		
Science de la Terre	127.500**		120.000**	128.333	130.000**	
Moyenne générale	155.393	171.507	158.743	153.237	142.252	

Salaire annuel brut.

** Salaires moyens d'un échantillon très faible, voir insignifiant. Case blanches : échantillon nul.

(annuels bruts) pratiqués en entreprises.

Des inégalités salariales apparaissent clairement, liées au secteur de formation, à la nature du cursus (ingénieur/universitaire), et au sexe. Mais les écarts importants que nous constations les années précédentes se sont très nettement atténués. Ainsi, les salaires des biologistes, d'une part, et des femmes d'autre part, ont été nettement revalorisés, et s'alignent de manière plus homogène sur le salaire moyen général.

Le secteur chimie est le seul à subir un reflux salarial sensible par rapport aux deux années précédentes, se situant quasiment en queue de classement. Ce phénomène est d'autant plus marquant que les salaires pratiqués dans ce secteur avaient été particulièrement élevés en 1987 et 1986.

Le tableau nº 4 tente de préciser les fonctions occupées en entreprises par les jeunes docteurs, et indique les variations salariales correspondantes.

Tableau nº 4 Fonctions occupées en entreprises

nar les docteurs recrutés et salaires correspondants

Fonctions	Nombre de recrutés	Salaires
Recherche	154	166.834
Informatique	30	140.273
Commerciale	28	135.000
Technique, autre que recherche	107	147.664

Près de la moitié des jeunes docteurs recrutés en entreprise exercent une fonction de chercheurs, ayant le titre d'ingénieur de

recherche, et/ou travaillant dans un environnement de recherche (154 sur 330). S'il a été facile d'identifier les ingénieurs informaticiens et les ingénieurs technico-commerciaux, il reste un groupe de scientifiques dont la fonction est plus difficile à déterminer : ils sont "ingénieurs", et leur activité, généralement d'ordre technique, n'est liée ni à la recherche, ni à la production.

Tableau nº 5 Salaires des ingénieurs de recherche en entreprises

	Nombre de recrutés	Salaires
Sciences de la vie	39	159.600
Chimie	34	163.500
Matériaux	44	173.500
Mécanique	15	168.300
Physique	10	177.750
Maths, informatique	6	173.750
Electronique	4	155.000
Science de la Terre	2	125.000

Ce tableau n'est pleinement significatif que comparé

Les salaires moyens par fonctions diffèrent sensiblement, et les "ingénieurs de recherche" sont nettement mieux rémunérés que leurs collègues occupant d'autres fonctions. Il est vrai que les ingénieurs-docteurs, mieux rémunérés que leurs collègues universitaires, sont davantage représentés dans la fonction recherche (57% contre 42%), mais cet écart de salaire se vérifie dans tous les secteurs de formation, qu'elle que soit la proportion d'ingénieurs, comme en biologie et en physique où

elle est faible.

Il nous est difficile de relier précisément les secteurs industriels d'activité et la proportion d'ingénieurs de recherche. Cette proportion est cependant nettement plus importante dans les branches chimie/métallurgie/matériaux, et espace/aéronautique, où 70% des ingénieurs recrutés sont chercheurs; elle est en revanche plus faible que la moyenne dans les secteurs industrie électrique/instrumentation, et ingéniérie industrielle.

242 entreprises ont recruté 332 jeunes docteurs

En 1987, 17% des entreprises avaient recruté près de 50% des candidats (25 sociétés, 110 candidats). Cette année, une couverture beaucoup plus large de notre échantillon nous permet de mieux saisir la grande diversité du tissu industriel concerné par l'emploi scientifique de haut niveau.

Ainsi, 17% des entreprises ont recruté "seulement" 38% des candidats.

- 15 entreprises ont embauché 79 jeunes docteurs (5,2 chacune),
- 25 entreprises ont recruté 2 candidats,
- 200 sociétés ont effectué un seul recrutement.

Une part plus ou moins importante de ces entreprises est constituée de PME; la difficulté est de les identifier, et nous ne pouvons pas précisément mesurer leur rôle exact.

Les situations professionnelles déqualifiées ou précaires, et les situations de chômage, restent relativement élevées; si les statistiques générales montrent un réel dynamisme de la formation par la recherche sur le marché de l'emploi, elles mettent aussi en évidence une "poche résiduelle":

- docteurs prolongeant, faute de mieux, des vacations et des contrats universitaires de recherche avec une entreprise ou une fondation,
- candidats repliés sur l'enseignement secondaire.
- docteurs en formation complémentaire de reconversion suivant une longue période de chômage,
- docteurs sans activité professionnelle. présentant des conditions personnelles peu compatibles avec une insertion professionnelle correspondant au niveau de formation académique.

Ainsi, une centaine de candidats se sont trouvés en situation nettement défavorable face au marché de l'emploi, quel que soit leur domaine de formation. La moitié d'entre eux sont des docteurs de nationalité étrangère ; le marché de l'emploi français leur concède peu de débouchés professionnels. Le secteur industriel leur est quasiment fermé, à quelques exceptions près.

Lettre trimestrielle de l'Association Bernard Gregor 53, rue de Turbigo-75003 Paris-Tél. (1) 42.74.27.40

Name Carette, 2007 First Caroli, Anain Rollet, Iron N'Guyen, Michèle Hannoyer, Juliette Raoul-Duval, Paul Wagner, Claude Wolff. Production: Atelier Paul Bertrand 1, bis Passage des Patriarches-75005 Paris Tél. (1) 45.35.28.60-Siret 712010855900023

Directeur de la Publication : José Ezratty Rédacteur en chef : René-Luc Bénichou Comité d'orientation : Michel Delamarre (président), Alain Carette, Jean-Pierre Caron, Alain Rollet, Trong Lân

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

Formation par la Recherche

Alain Valette

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 46 Bourses de l'Emploi régionales, composées de 350 enseignants et chercheurs, elle diffuse régulièrement à plus de 200 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 Téléphone Adresse

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

88 rimestre 4ème légal,