

FORMATION PAR LA RECHERCHE

34

mars 91

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

ISSN 0754-8893

SOMMAIRE

Enquête

La formation par la recherche en géographie	1-2
La géographie redistribue ses cartes	3
Le marché de l'emploi scientifique en Grande Bretagne	5

Mode d'emploi

L'ABG sur Minitel	4
-------------------	---

Actualités

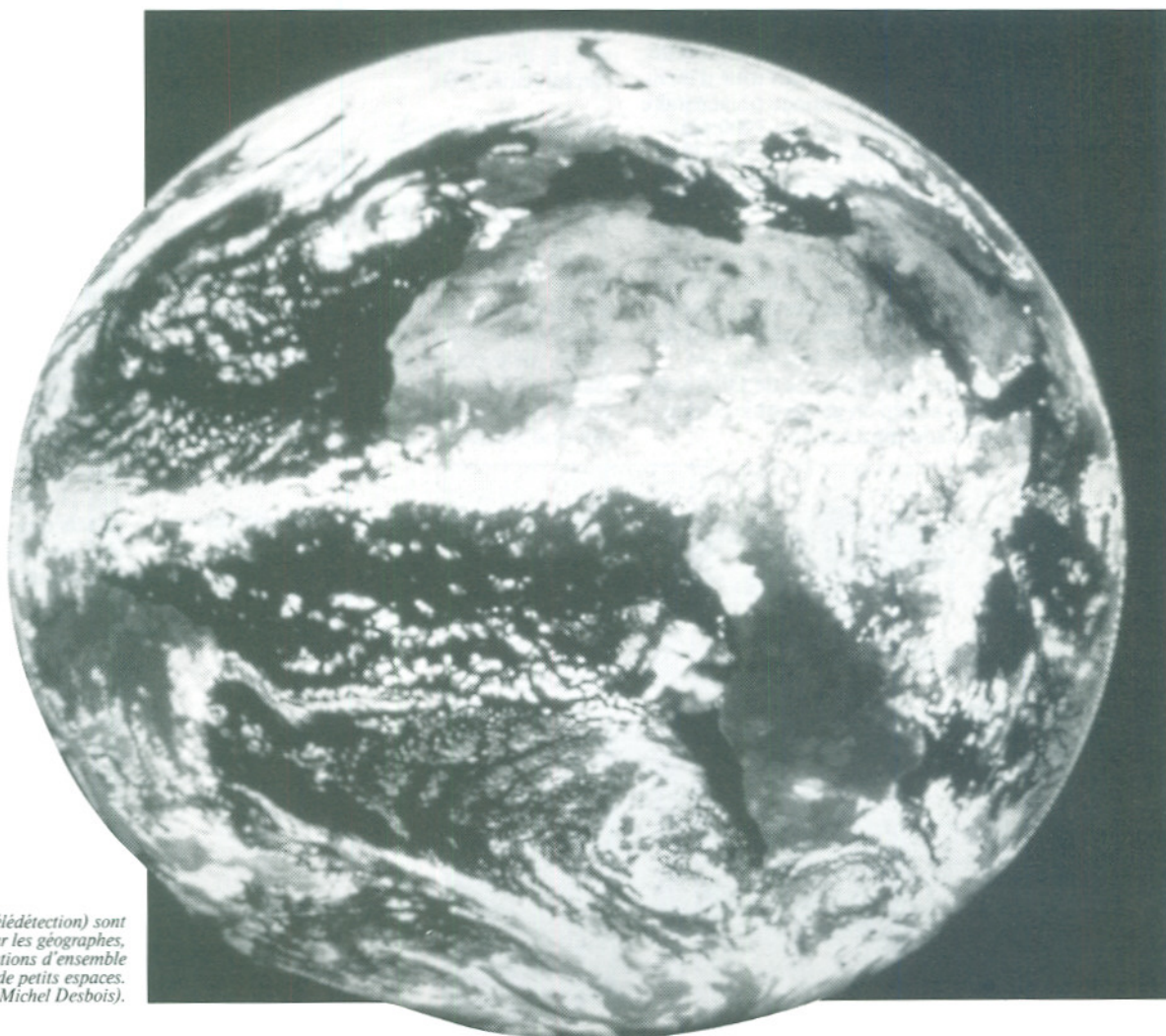
Entreprises portes ouvertes	6
-----------------------------	---

Entreprises portes ouvertes

Auxirbat : des jeunes diplômés au service de l'innovation	7
---	---

Encart Mécanique

Les centres techniques industriels, un atout majeur pour la recherche industrielle française	I
Les activités de recherche en mécanique à l'Institut Français du Pétrole	II
Mécanique et écoulements polyphasiques en milieux poreux	II
L'intervention de la mécanique dans le domaine de la production pétrolière en mer	III
Le Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques (CETIAT)	III
Le CETIM au service de l'industrie mécanique	IV



Les données fournies par les satellites (télédétection) sont de plus en plus utilisées par les géographes, car elles permettent d'élaborer des représentations d'ensemble comme des analyses très fines sur de petits espaces.
(© METEOSAT/ESA/LMD/CNRS - Michel Desbois).

Enquête

LA FORMATION PAR LA RECHERCHE EN GEOGRAPHIE

Environ 600 diplômes d'études approfondies (DEA) sont délivrés chaque année en géographie et, en moyenne, 240 thèses sont soutenues par an. Le Comité National d'Evaluation, qui a publié en 1989 un rapport sur "La géographie dans les universités françaises", n'est cependant pas convaincu que les mêmes cycles actuels soient parfaitement adaptés aux besoins réels d'enseignants, de chercheurs et de spécialistes de l'aménagement terrestre. En tout cas, le "rendement" des mêmes cycles est plutôt faible : pour 100 étudiants inscrits en DEA, 50 obtiennent le diplôme, 17 soutiennent ensuite une thèse, 5 trouvent un emploi identifié après la thèse et 1 ou 2 seulement accèdent au bout du compte à l'enseignement supérieur ou à la recherche.

Depuis 1969, le "Répertoire des géographes" s'efforce de recenser les membres de cette corporation, à savoir : les agrégés, les docteurs, les enseignants-chercheurs et les chercheurs des organismes publics. L'exhaustivité n'est bien sûr pas au rendez-vous, mais le répertoire est à ce jour le document de référence le plus fiable. En 1989, il dénombrait 1300 géographes en activité, dont 63% dans l'enseignement supérieur. 19% des géographes travaillent dans la recherche publique, au CNRS surtout (190 chercheurs), ainsi qu'à l'ORSTOM (une soixantaine), puis dans d'autres organismes et ministères (environ quarante). Vient ensuite l'enseignement secondaire où l'on trouve 16% des géographes. Enfin, même si elle n'apparaît encore que marginalement dans les statistiques (2%), la catégorie des géographes "professionnels" — non enseignants — croît depuis quelques années. L'évolution de la pyramide des âges n'est guère réconfortante pour l'avenir de la profession. En l'espace de vingt ans, le géographe moyen a vieilli de huit ans. Rappelons aux lecteurs amusés par cette phrase que

l'idéal en la matière consiste à ne pas prendre une ride au cours du temps. En d'autres termes, si les géographes ont 48 ans en moyenne en 1989 alors qu'ils étaient tout juste quadragénaires en 1969, c'est que trop peu de jeunes sont venus prendre la relève depuis. CQFD. Le Comité National d'Evaluation, dans son rapport sur la géographie publié en 1989, explique que le nombre d'enseignants de géographie dans les universités, qui était de l'ordre d'une vingtaine avant la seconde guerre mondiale, est passé à près de 70 au milieu des années cinquante, puis à 180 en 1963, à 360 en 1967, à 540 en 1972 et à 660 en 1983. Mais les recrutements se sont en fait taris dès les années soixante-dix, ce qui fait qu'au début des années quatre-vingts, la géographie est l'une des disciplines où la proportion des maîtres-assistants est la plus élevée : 59% du corps enseignant, contre 46% pour l'ensemble des lettres, 45% pour les sciences, 28% pour le droit, 14% pour la pharmacie. "Les risques de blocage des carrières pour l'accès au professorat y sont donc particulièrement élevés", commentent les auteurs du rapport.

(suite page 2)

□ Les géographes vieillissent alors que le nombre d'étudiants augmente

Le paradoxe, c'est précisément que le nombre d'étudiants en géographie a, pour sa part, augmenté sensiblement depuis vingt ans — sans atteindre il est vrai le rythme de croissance assez rapide qu'ont connu d'autres disciplines des sciences sociales. Actuellement, la géographie est enseignée dans une cinquantaine d'établissements d'enseignement supérieur, ce qui représenterait, d'après le Comité National d'Evaluation, un effectif total d'environ 12 400 étudiants pour l'année universitaire 1985-1986. Or cet effectif était de 7 000 étudiants en 1978-1979 et de 8 300 en 1981-1982. Pour ce qui concerne leur répartition géographique, une enquête d'Intergéo Bulletin, publiée en juin 1990, montrait que 19% seulement des 2 750 étudiants inscrits en licence étaient en région parisienne, ce qui confirme l'équilibre plutôt satisfaisant des formations en géographie sur le territoire national. Enfin, pour compléter rapidement le tableau, on peut indiquer que 600 diplômes de DEA sont délivrés chaque année en géographie et que 240 thèses sont soutenues par an.



Un exemple d'intervention concrète des géographes : l'évaluation des potentiels de la France face à l'Europe de 1993 : peuplement, infrastructures de communication, concentrations des activités...
(© CNRS/LMD/METEOSAT/ESA Michel Desbois).

A propos de la thèse de géographie (créée en 1885 par Paul Vidal de la Blache), il n'est pas inutile de rappeler que, pendant très longtemps, seule la thèse d'Etat a réellement fait autorité parmi la communauté des géographes. Entre 1971 et 1980, près de 300 thèses d'Etat ont été soutenues, faisant littéralement exploser la moyenne des décennies précédentes qui augmentait certes, mais plus lentement (85 thèses d'Etat soutenues entre 1961 et 1970, 59 entre 1951 et 1960). En outre, la moitié au moins des thèses d'Etat se soutient à l'âge de 39 ans dans années quatre-vingts, et le quart à 45 ans et plus. La thèse d'Etat avait donc, avant sa disparition, tendance à devenir le couronnement plutôt que l'ouverture d'une carrière. Marie-Claire Robic, maître de recherche au CNRS et membre de la commission d'histoire de la pensée géographique française, explique même que "le passage au CNRS était voué jusqu'aux années soixante-dix à l'achèvement de la thèse d'Etat, marche vers une chaire universitaire".

Aujourd'hui, l'on dénombre une trentaine

de DEA de géographie : 5 en géographie, 9 en géographie et aménagement, 5 en géographie physique, 2 en géographie humaine, 9 spécialisés et 2 affichant une spécialité méthodologique. Environ un millier d'étudiants sont inscrits chaque année dans ces DEA, dont une moitié d'étrangers. 600 diplômes sont effectivement délivrés, dont toujours une moitié à des étrangers. 55% des étudiants inscrits en DEA sont issus de filières de géographie. Les sciences de la Terre, les sciences humaines et sociales, les écoles d'ingénieurs ou d'autres filières fournissent chacune de 6 à 8% des inscrits, le droit et l'économie 3%, l'architecture 15%.

□ Les débouchés des docteurs géographes sont trop peu connus

Environ les deux tiers des titulaires de DEA s'inscrivent en thèse. 5% poursuivent une autre formation (qui peut être une thèse, mais dont le sujet relève d'une autre discipline), 3% accomplissent leur service national (sans que l'on sache ce qu'ils décident de faire ensuite), 13% entrent dans la vie active et 13% ont une situation non connue. Le Comité

géographes disposent déjà d'un emploi plus ou moins stable lorsqu'ils s'engagent dans la préparation de leur thèse.

Ce qui est sûr, c'est que leur sort après la thèse n'émeut pas grandement les foules. Le Comité National d'Evaluation, qui a essayé de rassembler des données sur leur insertion professionnelle, s'est heurté à une imprécision remarquable de la part des formations de troisième cycle qu'il a interrogées. Nous ne citerons pas de noms, mais cinq universités — et pas des moindres — ont été incapables de donner la moindre indication sur le devenir de leurs docteurs en géographie, tandis qu'une autre faculté a même fini par avouer ignorer le nombre d'allocations dont elle dispose et le nombre de thèses qui sont soutenues en son sein ! A l'époque de l'enquête, le CNE avait réussi à obtenir quelques renseignements sur 175 thèses soutenues dans les formations ayant répondu à son questionnaire, soit plus qu'un simple échantillon. Or seules 126 situations après la thèse étaient précisées sur ce total, dont 58 concernent les étrangers retournés dans leur pays d'origine. Pour le reste, on recense 22 emplois dans l'enseignement secondaire, 11 dans l'enseignement supérieur, 3 en recherche, 4 dans les entreprises, 7 dans des "organismes publics et semi-publics", 5 dans l'administration et les collectivités, locales, 11 situations sont déclarées inconnues, tandis que l'on compte 2 emplois "d'attente" et 3 situations de chômage ("ce qui est très probablement inférieur à la réalité", commente le rapport).

De toutes ces données, même parcellaires, le Comité National d'Evaluation estime que "force est de constater le faible rendement de la machinerie DEA + thèse en géographie : environ 2 000 candidats (probablement 1 500 en réalité si l'on écarte les doubles candidatures) pour 1 000 inscrits en DEA, 600 diplômes délivrés, environ 240 thèses soutenues, dont la moitié par des étrangers et, au bout du compte, une cinquantaine de débouchés professionnels identifiés après la thèse. Encore doit-on se demander si certains de ces débouchés (enseignement secondaire notamment) correspondent à un niveau en rapport avec le titre de docteur".

Comme dans bien d'autres disciplines des lettres et des sciences humaines, les DEA souffrent en géographie d'une sorte de "sélection à rebours", qui s'instaure de fait à l'entrée sous deux formes. D'abord, bon nombre d'étudiants — parmi les meilleurs — se tournent vers la préparation aux concours d'enseignement et notamment vers l'agrégation, ce qui les éloigne de la recherche. A ce mécanisme d'"écrémage" s'en ajoute un autre : les étudiants motivés et désireux de s'insérer correctement dans la vie professionnelle avec un solide bagage technique choisissent les DESS de préférence aux DEA. Et si ce n'était pas suffisant, le faible nombre d'allocations de recherche contribue à détourner de bons étudiants de la filière DEA puis préparation de la thèse. "Une simple diminution des formations doctorales sur le plan national ne permettrait sans doute pas de résoudre l'ensemble de ces problèmes", conclut le CNE. "Du moins peut-on espérer que ces constats seront pris en considération dans la délivrance des nouvelles habilitations nationales et dans les répartitions futures des allocations de recherche".

National d'Evaluation pense qu'au total, si l'on tient compte des changements de formation et des thèses différées, ce sont sans doute près des trois-quarts des titulaires de DEA qui s'engagent dans la préparation d'une thèse. Mais si l'on rapporte cette estimation au nombre de thèses effectivement soutenues — 240 par an —, on en arrive à la conclusion qu'un inscrit en thèse sur trois seulement finit par obtenir son doctorat. Ce qui fait dire au CNE que "le DEA remplit donc assez mal sa fonction de préparation à la thèse".

Il faut dire aussi que les sources de financement des thèses en géographie ne sont pas légions, ce qui peut expliquer le taux anormalement élevé d'abandons en cours de thèse. Au total, les formations en géographie se voient allouer un peu plus d'une trentaine d'allocations de recherche par an, tandis que les bourses de docteur-ingénieur allant à cette discipline n'atteignent même pas la moyenne d'une par an. Bref : à peine une allocation de recherche pour 20 DEA délivrés... Il semble toutefois qu'un grand nombre de thésards

René-Luc Bénichou

Enquête

LA GEOGRAPHIE REDISTRIBUE SES CARTES

Situer, modéliser, évaluer : tels étaient les objectifs du deuxième grand colloque de prospective organisé par le Ministère de la Recherche et de la Technologie en décembre 1990, sur le thème de la géographie. Au sortir d'une grande période de mutation, la géographie n'est en effet plus cantonnée à la simple description des lieux, mais s'affirme comme la "science des territoires et de leurs habitants", pour reprendre l'expression de Christian Bècle, directeur général de la recherche et de l'industrie. De nouveaux utilisateurs demandent de plus en plus une réflexion sur le territoire comme sur la dimension spatiale des activités humaines et des phénomènes de société. L'évolution des techniques a de plus permis aux géographes d'accéder à des données à la fois plus nombreuses, plus précises, et de faciliter leur analyse et leur représentation graphique. En France, la recherche géographique s'efforce aujourd'hui de mieux coordonner ses efforts et ses moyens.

En France, la situation de la géographie est paradoxale. De nombreux géographes se sentent oubliés des décideurs et du public. D'un autre côté, des aménageurs du territoire, publics ou privés, se plaignent de ne pas obtenir de réponses à "caractère géographique", voire de ne pas pouvoir recruter de géographes.

Classiquement, on distingue la géographie physique — essentiellement représentée par la géomorphologie et un peu par la climatologie — de la géographie humaine et économique. On peut même dire que d'ancienne "science naturelle", selon la vision du fondateur de l'école géographique française Paul Vidal de la Blache, la discipline est aujourd'hui résolument devenue une science sociale, bénéficiant des développements technologiques que sont la télédétection et l'informatique notamment. La demande sociale elle-même se diversifie et s'accroît : pouvoirs publics, collectivités territoriales et, plus récemment, entreprises et médias. Un besoin de connaissances factuelles s'est développé pour maîtriser l'intensification des flux de marchandises, de services ou d'informations le long des réseaux mondiaux. De même cherche-t-on à comprendre comment ces réseaux se redéploient dans le monde, ou encore quels sont les effets de l'industrialisation sur l'environnement et la redistribution des populations. Sans oublier malheureusement l'impact des conflits militaires. A l'échelle locale, on demande de plus en plus aux géographes une évaluation et une perspective des territoires et de leur dynamique. C'est à cette échelle-là que les entreprises, les collectivités locales, les associations d'usagers et de citoyens forment leur représentations, forgent leur convictions et prennent leurs décisions. Or ces transformations et ces demandes sont sous-estimées et mal connues des publics, qui restent sur d'anciennes images de la géographie, tirées de pratiques scolaires anciennes.

Une enquête publiée par le Comité National d'Evaluation en 1989 recense près de 90 formations de recherche en géographie au



La géographie est en pleine mutation. Elle bénéficie tout d'abord des apports des nouvelles technologies. Elle est aussi de plus en plus sollicitée par les pouvoirs publics, les collectivités locales, les entreprises et les médias. (© CNRS/CNES/LERTS).

CNRS, rassemblant entre 600 et 700 chercheurs et enseignants-chercheurs, et dont la répartition sur le territoire national est relativement bien équilibrée. Ces laboratoires peuvent se classer en cinq catégories d'après leurs thèmes principaux de recherche : la première catégorie rassemble les équipes qui développent des techniques spécifiques en géographie ou qui font de l'analyse théorique et quantitative ; viennent ensuite les unités de recherche en géographie physique générale et dont les travaux portent sur la géomorphologie, la climatologie ou l'écologie. Un troisième groupe est composé des laboratoires spécialisés dans des milieux particuliers (tropical humide, littoral, montagne, domaine froid, régions arides). D'autres sont également spécialisés, mais plutôt dans l'étude d'un espace du monde (Amérique latine, Moyen-Orient, monde arabe...). Enfin, la cinquième catégorie regroupe les formations de recherche en géographie humaine générale et sociale.

A l'ORSTOM (Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération), on compte 66 géographes dont 32 sont affectés à l'étranger. Selon le Comité National d'Evaluation, la géographie dans cet institut, qui était historiquement l'affaire des ruralistes, a diversifié ses problématiques, ses méthodes et ses implantations géographiques.

□ "Recentrage"

Pendant longtemps, la recherche géographique française a souffert d'une cohésion et d'une coordination insuffisantes. Le renouveau de la géographie passe aujourd'hui par ce que les géographes appellent eux-mêmes leur "recentrage" : modernisation technique des instruments et reconquête d'une approche globale de l'espace et de l'environnement des sociétés.

Le groupement d'intérêt public Elysée Reclus (du nom du géographe français, mais signifiant aussi "Réseau d'Etude du Changement dans les Localisations et les Unités Spatiales"), créé en 1985, illustre bien cette volonté de renouvellement. Composé de 25 membres représentant les organismes de recherche et les pouvoirs publics, le GIP coordonne l'activité de près de 300 chercheurs et enseignants-chercheurs dans le domaine de la

dynamique et de l'évaluation des territoires. Il facilite ainsi une meilleure cohérence nationale des travaux, de la modernisation et de l'utilisation des moyens techniques (informatique, cartographie automatique, édition...), ainsi que de la diffusion des résultats auprès des "consommateurs" potentiels que sont les collectivités locales, les aménageurs, les entreprises, etc. "On attend des géographes des réponses globales à des questions compliquées, vagues ou mal formulées", explique son directeur, Roger Brunet. "Ainsi, la localisation d'une activité interfère avec une multitude d'acteurs, chacun ayant ses intérêts propres, ses craintes, son angle d'observation. Optimiser une localisation implique donc d'épouser simultanément toutes ces approches : telle est la question posée au géographe. Chacun pourra interroger tel spécialiste plus à même d'optimiser un paramètre ; le géographe devra quant à lui donner un point de vue collectif, global, une réponse simple à une question souvent mal définie et impliquant un travail considérable". Par exemple, le GIP Reclus a été amené à étudier l'évolution de l'emploi et des qualifications industrielles en France pour le compte du Ministère de l'Industrie. "A l'aide de méthodes et de moyens de calcul performants, nous avons fait toute une série de cartes analysant des données qui n'avaient encore jamais été utilisées", commente Roger Brunet (1). "Des mouvements qui étaient passés inaperçus jusqu'ici ont ainsi pu être révélés : déqualification de certaines régions, requalification d'autres mouvements de l'industrie, nouvelle répartition de potentiels technologiques".

Reclus va s'attacher maintenant à approfondir les théories et méthodes de la recherche fondamentale en géographie. Plus prosaïquement, un programme d'Atlas de l'Europe vient d'être lancé, ainsi qu'un autre programme de recherche sur les grandes métropoles du monde et sur la prospective des grandes régions du globe. Enfin, le programme "Formation et communication" essaiera de préciser la manière dont les acquis de la géographie pourront être intégrés dans l'enseignement et diffusés dans les médias.

René-Luc Bénichou

1/ Interview accordée à "Recherche Technologie", décembre 1990-janvier 1991.

Mode d'emploi

L'ABG SUR MINITEL

Environ 500 postes de cadres de R&D sont pourvus chaque année par des jeunes scientifiques inscrits à l'Association Bernard Gregory. Pour répondre plus rapidement et plus efficacement encore aux attentes des employeurs comme à celles des candidats, deux services Minitel viennent d'être mis en place par l'association.

La mise en relation des candidats et des employeurs via l'Association Bernard Gregory suit un processus tout à fait classique. D'un côté, les profils des candidats sont largement diffusés au sein des entreprises grâce à la publication régulière de recueils de candidatures. D'un autre côté, l'Association Bernard Gregory diffuse aux candidats des recueils d'offres d'emploi que lui transmettent les entreprises.

Si ces outils actuels fournissent un "catalogue d'opportunités" appréciable et facilitent considérablement la mise en relation de nos candidats et de leurs futurs employeurs, il n'en demeure pas moins que la tension actuelle du marché de l'emploi scientifique impose des mises à jour et des transmissions de plus en plus rapides de toutes ces informations. C'est la raison pour laquelle l'Association

36.14 ABG Offres d'emploi destinées aux jeunes scientifiques

Nature du service : banque de données présentant une centaine d'offres d'emploi destinées à des jeunes scientifiques formés par la recherche, qu'ils soient inscrits ou non à l'Association Bernard Gregory.

Mise à jour : permanente.

Accès : libre, par le 36.14 code ABG.

Mode d'emploi : les offres d'emploi sont accessibles par grands domaines (sciences de l'homme et de la société, sciences de la vie, chimie, sciences des matériaux, mécanique, physique, mathématiques-informatique, électronique-instrumentation, géosciences).

Deux modes de consultation sont proposés : l'**affichage court** permet de consulter les descriptions résumées de cinq offres d'emploi par écran. L'**affichage long** présente l'intégralité des descriptifs de postes : fonction, compétences requises, lieu de travail...

Pour poser votre candidature, il suffit de suivre les explications fournies par le service.

36.29.00.32 Pour vous aider à recruter des jeunes cadres scientifiques

Nature du service : banque de données présentant les profils de 600 jeunes scientifiques formés par la recherche inscrits à l'Association Bernard Gregory, disponibles sur le marché de l'emploi et désireux de faire carrière en entreprise. Les candidats proposés sont issus des grandes écoles d'ingénieurs ou des universités et sont tous titulaires d'une thèse de doctorat.

Mise à jour : permanente.

Accès : libre, par le 36.29.00.32

Mode d'emploi : les candidatures sont accessibles par spécialités (sciences de la vie et de la santé, chimie, sciences des matériaux, mécanique, physique, mathématiques-informatique, électronique, géosciences).

Deux modes de consultation sont proposés : l'**affichage court** présente succinctement 5 candidats par écran, en indiquant pour chacun ses principales compétences scientifiques et techniques. L'**affichage long** permet de consulter l'intégralité de chaque candidature sur deux écrans successifs ; les informations fournies concernent l'état civil du candidat, son laboratoire de formation, ses diplômes et spécialités, ses aptitudes aux langues étrangères, ses compétences scientifiques et techniques, son expérience professionnelle, ainsi que sa date de disponibilité et, éventuellement, sa disponibilité géographique.

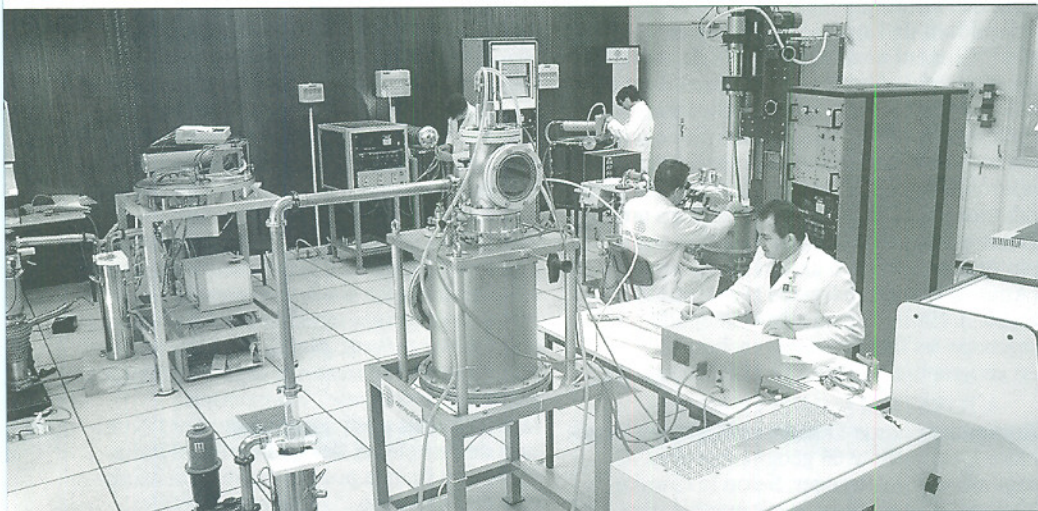
Il n'est pas possible de demander directement sur minitel les curriculum vitae complets des candidats qui ont retenu votre attention.

Pour obtenir les CV complets, vous devez noter les noms et prénoms des candidats qui vous intéressent et nous transmettre votre demande :

— par téléphone : 1/42.74.27.40,

— par télécopie : 1/42.74.18.03

— par courrier : Association Bernard Gregory : 53, rue de Turbigo, 75003 Paris.



Les deux nouveaux services minitel de l'ABG (résumés de CV et offres d'emploi) vont accélérer la mise en relation des employeurs et des candidats, tout en leur permettant de mieux cibler leurs démarches respectives.

Bernard Gregory inaugure deux nouveaux services télématiques, qui sont consultables 24 heures sur 24 et qui sont mis à jour quotidiennement.

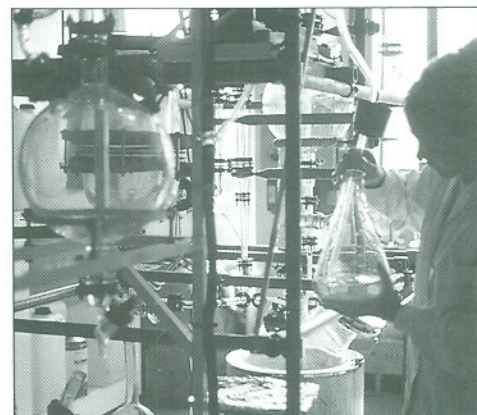
Un premier service est destiné aux employeurs et présente à tout moment la totalité des jeunes scientifiques formés par la recherche qui sont inscrits à l'Association Bernard Gregory (environ 600). Il s'agit d'un service professionnel, accessible par le 36.29.00.32, qui permet aux personnes ayant à intervenir dans le recrutement de cadres scientifiques — tant au niveau central que dans les filiales et les unités décentralisées — de pré-sélectionner des candidats en fonction de leurs spécialités et de leurs compétences techniques. Pour des raisons évidentes de fiabilité, seules les candidatures vérifiées par l'Association figurent dans cette base de données.

Le second service s'adresse aux jeunes scientifiques eux-mêmes, qui trouveront dans

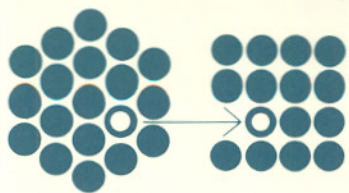
le 36.14 ABG toutes les offres d'emploi que nous transmettent les entreprises de tous secteurs d'activité.

Dans les deux cas, nous n'avons pas souhaité voir le Minitel remplacer le rôle de conseil personnalisé que nous remplissons depuis de nombreuses années. L'expérience nous a montré combien les contacts directs sont bien plus profitables aux uns et aux autres que la seule transmission d'informations brutes. C'est pourquoi les candidats devront toujours s'adresser d'abord aux Bourses de l'Emploi pour faire enregistrer leur candidature, de manière à pouvoir bénéficier de l'aide et du suivi de nos correspondants. C'est pourquoi également nous demandons aux entreprises intéressées par des profils qu'elles auront sélectionnés de prendre directement contact avec nous, de manière à ce que nous puissions répondre le plus exactement à leur demande.

Alain Valette



Les deux services ont été réalisés par la Société Jouve. Cette opération a bénéficié du soutien de la Direction Générale de l'Industrie.



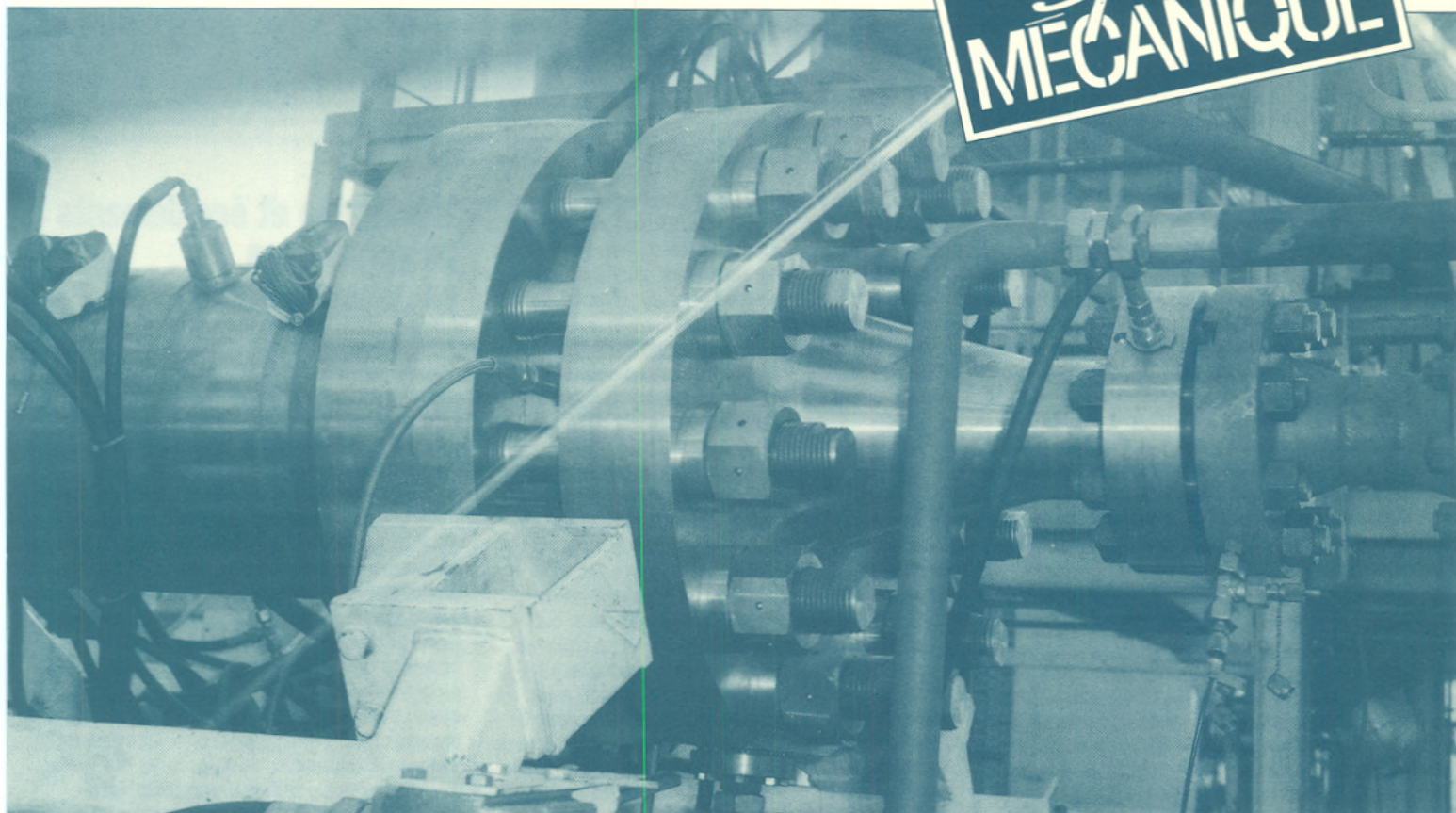
FORMATION PAR LA RECHERCHE

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

34
mars 91

Les métiers de la mécanique et la R&D industrielle

Spécial
MÉCANIQUE



A l'Institut Français du Pétrole, les équipes de recherche sont pluridisciplinaires et travaillent en étroite collaboration avec des partenaires industriels et scientifiques : 80% des projets sont menés dans le cadre d'un partenariat (pompe polyphasique Poséidon. © Photo IFP).

LES CENTRES TECHNIQUES INDUSTRIELS, UN ATOUT MAJEUR POUR LA RECHERCHE INDUSTRIELLE FRANÇAISE

Les Centres Techniques Industriels constituent une structure originale, souvent enviable par nos homologues étrangers, et qui attire un nombre croissant de jeunes chercheurs désireux de mettre en pratique les compétences acquises au cours de leur travail de thèse.

Créés à la demande des professions dans un grand nombre de secteurs industriels, les CTI ont pour objectif de mettre à la disposition des industriels un environnement scientifique et technologique leur permettant d'améliorer la qualité et les performances de leurs produits.

De plus en plus, cette amélioration suppose l'utilisation de techniques de pointe coûteuses en investissements et en maintenance, et la participation de spécialistes

ayant les moyens d'améliorer en permanence leurs connaissances et leur savoir-faire. Peu d'entreprises disposent de ces possibilités, et c'est le rôle des CTI que de les mettre à leur disposition.

La maîtrise de ces techniques nécessite de la part des CTI un important travail d'investigation qu'ils mènent, en grande partie, en collaboration avec des laboratoires de recherche universitaires.

Ce supplément de *Formation par la Recherche* consacré aux Centres Techniques Industriels de la Mécanique montre bien que, parce qu'ils sont en prise directe avec les problèmes industriels et en liaison étroite avec l'université, les CTI ont un rôle d'interface qui nécessite des personnes de haut niveau, animées du souci de transmettre leur connaissance et de l'appliquer à la résolution de problèmes pratiques. C'est donc pour ces personnes une opportunité passionnante et un défi à relever. Les Centres Techniques Industriels les attendent.

Jacques Bellanger
Président du Réseau CTI,
Président du CETIAT

SOMMAIRE

Les centres techniques industriels, un atout majeur pour la recherche industrielle française	I
Les activités de recherche en mécanique à l'Institut Français du Pétrole	II
Mécanique et écoulements polyphasiques en milieux poreux	II
L'intervention de la mécanique dans le domaine de la production pétrolière en mer	III
Le Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques (CETIAT)	III
Le CETIM au service de l'industrie mécanique	IV

Supplément au n° 34 de Formation
par la Recherche, réalisé avec le concours
de l'IFP, du CETIM et du CETIAT.

LES ACTIVITES DE RECHERCHE EN MECANIQUE A L'INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE

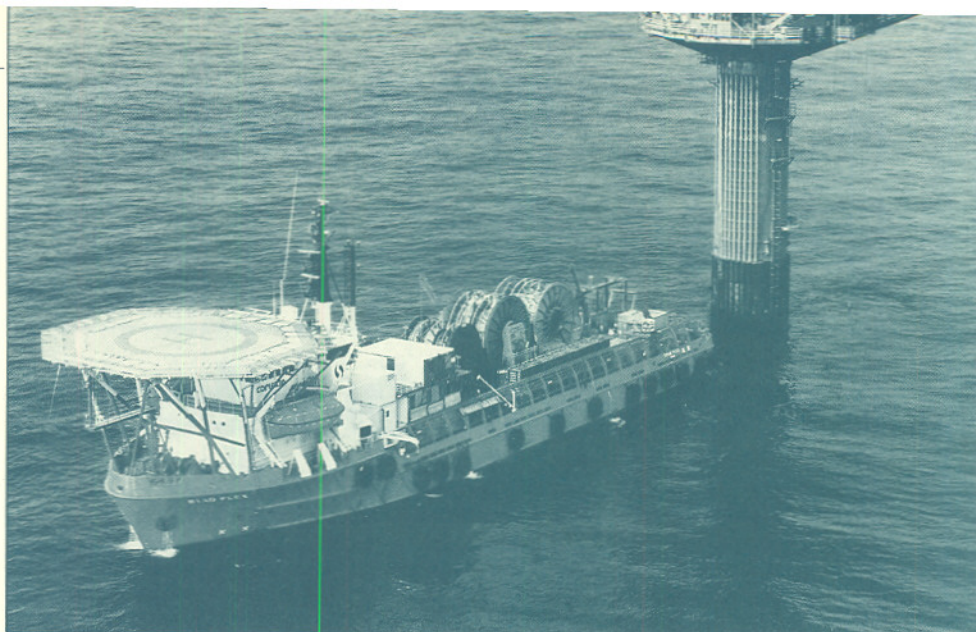
La mécanique est une discipline scientifique qui intervient obligatoirement dès lors qu'on veut dépasser la simple description dans l'étude du comportement des objets matériels, qu'ils soient naturels ou fabriqués par l'homme. C'est dire que son intervention à l'IFP ne peut être que massive et qu'il n'est pas un seul domaine où elle ne joue un rôle.

En partant de l'"amont" (avant l'arrivée à la raffinerie du pétrole brut), c'est en géologie et géochimie que l'intervention de la mécanique est actuellement la plus réduite à l'IFP, parce que l'étude des déformations des roches tant à grande échelle (tectonique) qu'à plus petite échelle (compaction) est restée pendant longtemps à un stade purement descriptif. Cette étape est maintenant dépassée et la simple description de type naturaliste va de plus en plus céder la place à la mécanique des roches.

Pour ce qui concerne la géophysique, dans son acception pétrolière, c'est un chapitre particulier de la mécanique des roches qui est utilisé : la sismique réflexion, c'est-à-dire l'étude de la propagation des ondes sonores dans le sous-sol. L'exploitation des gisements met essentiellement en œuvre une partie de la mécanique, celle des fluides en écoulements polyphasiques dans les milieux poreux. Pour leur part, le forage et la complétion des puits reposent en grande partie sur la mécanique des roches et mettent aussi en jeu la mécanique des structures (train de tiges) et la mécanique des fluides (circuit de boue).

La définition et la mise en place des installations de production sont tributaires de la mécanique des structures et de celle des sols. Cela est surtout vrai des installations en mer, pour lesquelles un autre chapitre de la mécanique est aussi fondamental : l'hydrodynamique de la houle et des vagues. Le transport des gaz et des pétroles bruts est quant à lui régi par la mécanique des fluides polyphasiques en conduites.

La conception et la fabrication de tous les matériels définis par l'IFP, l'évaluation des propriétés intéressantes de tous les matériaux



La mécanique joue un rôle essentiel dans les activités de R&D de l'IFP. Mécanique des fluides, mécanique des roches, mécanique des structures, mécanique des matériaux... Autant de compétences indispensables pour les interventions de l'institut dans le domaine pétrolier : exploration, exploitation, forage, production, etc. La mécanique des fluides intervient aussi dans les recherches sur la combustion et les moteurs. (© Photo IFP).

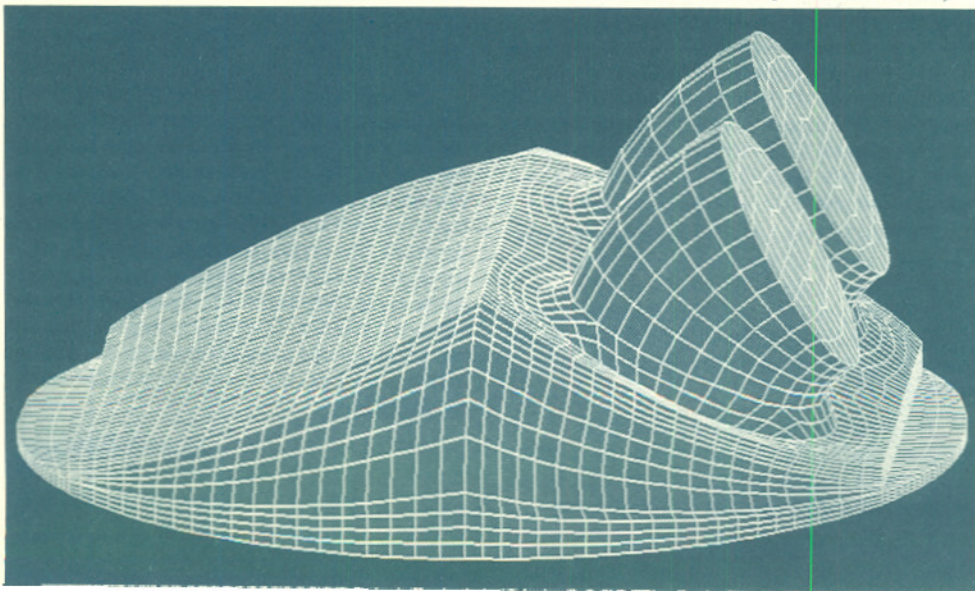
mis au point à l'IFP s'appuient sur la mécanique des matériaux. La combustion dans les brûleurs industriels et surtout dans les moteurs comporte toute une partie reposant sur l'aérothermochimie des gaz. Enfin, la conception et la mise en œuvre des réacteurs de raffinage et de pétrochimie demande la connaissance des régimes hydrodynamiques caractérisant les écoulements à travers des lits fixes ou fluidisés des catalyseurs solides.

Tous ces appels à la mécanique n'ont pas la même importance relative dans nos programmes. Celle-ci est en effet le produit de deux paramètres : l'importance de la mécanique dans le domaine considéré et l'importance de ce domaine dans le programme de l'IFP. Compte tenu de ces remarques, on peut dire que les deux aspects de la mécanique les plus importants pour nous actuellement sont les écoulements polyphasiques, avec les deux variantes en milieux poreux et en conduites, et la mécanique des roches avec son annexe, la mécanique des sols. La mécanique des matériaux, peu implantée encore à l'IFP pour des raisons historiques, devrait recevoir dans la suite des temps un développement plus conforme à son importance potentielle.

R. Pelet

Conseiller Scientifique de l'IFP
Secrétaire du Conseil Scientifique

Les équipes de recherche de l'IFP disposent de tous les moyens nécessaires à l'innovation et à la créativité (Maillage tridimensionnel utilisé pour l'optimisation de la chambre de combustion du "moteur de synthèse" © Photo IFP).



Mécanique et écoulements polyphasiques en milieux poreux

Les écoulements polyphasiques en milieu poreux jouent un rôle essentiel lors de l'exploitation d'un gisement de pétrole ou de gaz. Les modèles d'exploitation des gisements, couramment utilisés dans l'industrie pétrolière, reposent sur la loi de Darcy, généralisée au cas polyphasique. Cette loi, bien justifiée dans le cas d'écoulement d'une seule phase, est mal fondée sur le plan théorique pour l'écoulement de plusieurs phases. Les coefficients phénoménologiques qui lui sont associés dépendent des paramètres d'écoulements (saturations en fluides, rapport des forces de viscosité ou de gravité aux forces capillaires, rapport des viscosités ou des masses volumiques...) et des conditions d'écoulement (écoulements de 2 ou 3 phases, écoulements de phases discontinues, écoulements par films, écoulements en milieux poreux hétérogènes...) selon des lois encore mal connues.

A ces difficultés théoriques s'ajoutent des difficultés expérimentales. Les milieux poreux naturels sont hétérogènes, à plusieurs échelles, ce qui en rend la simple caractérisation pétrophysique difficile. Ils ne sont pas transparents à la lumière ; ainsi, pour observer les écoulements en milieux poreux, l'expérimentateur est conduit à utiliser des moyens indirects : temps de vol d'ultrasons, absorption gamma ou X, résonance magnétique nucléaire...

Compte tenu de l'intérêt industriel pour ces sujets, ce secteur apparaît néanmoins comme plein d'avenir. Les progrès théoriques en physique statistique, en méthodes d'homogénéisation ou de prise de moyenne, les progrès technologiques en matière de caractérisation des milieux poreux et de visualisation des écoulements à toutes les échelles et à 3 dimensions (scanner X, imagerie RMN, microscopie électronique...) feront évoluer profondément ce secteur dans les années à venir.

B. Legait

Directeur de la Division Gisements

L'intervention de la mécanique dans le domaine de la production pétrolière en mer

Produire le pétrole marin, cela signifie une technologie spécifique, synergie du développement des ouvrages maritimes et des procédés d'extraction et de traitement des hydrocarbures. Dans ce contexte, l'intervention de la mécanique est très vaste.

Tout d'abord, l'action de l'environnement relève d'une approche complexe des vagues aléatoires ou, en langage "mécanique", des ondes liquides à surface libre dont l'énergie est représentée par un spectre "standard" de houle. Dans la pratique, on estime les forces dues à l'action des vagues pour accéder au dimensionnement structurel des éléments de

plate-forme, des ancrages et des conduites pour le transport des effluents (risers, flexibles, pipelines). D'autres facteurs d'environnement, comme l'action du vent, des glaces ou celle des séismes entrent en compte et leur connaissance requiert toujours une approche dans le sens de la mécanique. En fait, si l'on tient compte de la souplesse de certaines structures (risers par exemple), il faut plutôt penser à la mécanique aléatoire pour faire intervenir le couplage entre les mouvements fluides et ceux de la structure (dynamique, vibrations, stabilité...). A long terme, la durée de vie de ces ouvrages est un facteur très important aussi bien pour la sécurité que pour la protection de l'environnement. Cela implique la connaissance du développement des fissures dans le temps, problème de mécanique très complexe.

Le traitement des effluents se fait sur des plates-formes à travers un système dont la sophistication a conduit à de vraies usines en mer. Par conséquent, l'exploitation des

champs dits "marginaux", présentant des réserves en hydrocarbures faibles, ne pourra se pratiquer que si l'on sait transporter les effluents en régime d'écoulements polyphasiques (gaz, huile, eau, sable, etc.). C'est encore un problème de mécanique des milieux continus difficile à résoudre.

Cette évocation non exhaustive de quelques aspects de la production pétrolière en mer montre combien les connaissances de la mécanique des milieux continus peuvent contribuer à une conception rationnelle et sûre des systèmes.

M. Bratu

Directeur de la Division Exploration en Mer

Institut Français du Pétrole

Effectifs: 1850 personnes dont 750 ingénieurs et cadres.
1-4, avenue de Bois-Préau - BP 311
92506 Rueil-Malmaison Cedex
Tél. 1/47.49.02.14 - Fax 1/47.49.04.11
Telex IFA A 203050F - Minitel 36.16 IFFINFO
Contact: Daniel Lacabane - Direction Centrale
des Ressources Humaines - Tél. 1/47.52.65.99

LE CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES (CETIAT)

Le CETIAT est un Centre Technique Industriel créé en application de la loi du 22 juillet 1948. Sont ressortissantes au CETIAT les entreprises qui construisent en France du matériel de chauffage, ventilation, conditionnement d'air, dépoussiérage, filtration, séchage, humidification, selon une liste établie par le Ministère de l'Industrie. Mais toutes les entreprises françaises ou étrangères peuvent être clientes du CETIAT pour des contrats confidentiels.

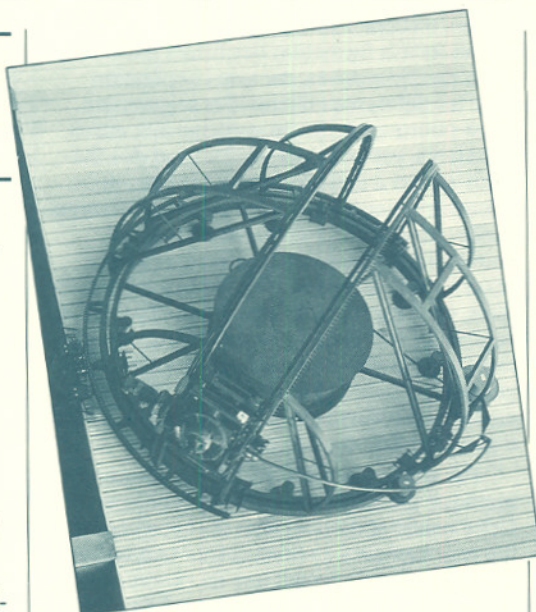
Le CETIAT comprend 120 personnes, dont 85 ingénieurs et techniciens, répartis en cinq départements, sur deux sites (Orsay et Villeurbanne). Ces départements sont: ACADIA (aérodynamique, acoustique, distribution et diffusion de l'air), ALFA (qualité, filtration et assainissement de l'air, dépoussiérage et épuration industrielle des gaz), GENECA (générateurs de chaleur, combustion, acoustique), SPERA (séchage, procédés industriels, énergie radiante) et THETA (thermodynamique et transferts thermiques).

La mission du CETIAT est de répondre aux besoins des industriels dans le domaine de l'aérodynamique et de la thermique. Ces besoins sont principalement de deux ordres: d'une part des méthodes et moyens d'essais pour la détermination des caractéristiques des matériels qu'ils produisent, d'autre part des moyens scientifiques et techniques pour améliorer et faire évoluer leurs matériels.

□ Interface entre la recherche et l'industrie

Le CETIAT définit chaque année, en concertation avec ses ressortissants, un programme d'études d'intérêt général, dont le but est de mettre en place au centre des compétences nécessaires pour répondre aux problèmes posés par les industriels.

Dans le domaine de la détermination des caractéristiques des matériels qu'ils produisent, il s'agit de définir les méthodes d'essais



Soufflerie pour les essais de chaudière à ventouse.
(© Photo CETIAT).

des matériels et de participer aux travaux français et internationaux de normalisation de ces méthodes; cela suppose une parfaite connaissance du fonctionnement des matériels et des paramètres d'influence. Il faut ensuite mettre au point les dispositifs conformes à ces normes. Le CETIAT dispose ainsi d'une quarantaine de plates-formes d'essais dans les domaines de sa compétence: ventilateurs, filtres, échangeurs, climatiseurs, chaudières, brûleurs, corps de chauffe, etc. La mise en œuvre de ces plates-formes suppose une bonne maîtrise des techniques de mesure, ce qui a amené le CETIAT à effectuer de nombreux travaux sur l'utilisation des capteurs de mesure et sur leur étalonnage, en liaison avec le Bureau National de Métrologie. L'utilisation optimale des résultats d'essais conduit le CETIAT à effectuer des travaux de modélisation, par exemple pour déterminer les catalogues de caractéristiques à partir d'un minimum de points d'essais.

Pour ce qui est de l'amélioration même des matériels, il faut disposer de moyens de mesures et de calcul plus élaborés et, pour cela, il est nécessaire de s'appuyer sur des travaux de recherche de base. C'est ainsi que

pour étudier les écoulements d'air, par exemple pour les problèmes de confort thermique, ou l'alimentation en air des échangeurs, le CETIAT s'est équipé d'une installation de tomographie laser, développée avec le concours de l'université de Saint-Etienne. Ces moyens expérimentaux sont complétés par l'utilisation de codes de calculs tels que FLUENT ou PHOENICS permettant de résoudre les équations de la mécanique des fluides ou des transferts de chaleur en 3D et en instationnaire. En acoustique, une collaboration avec le CETIM a permis de mettre en place des moyens de mesure très performants comme l'intensimétrie. En liaison avec des médecins de l'université de Grenoble, le CETIAT étudie également les problèmes de mesure des concentrations en particules vivantes, pour aborder de façon objective les problèmes de qualité de l'air.

Ces quelques exemples ne constituent pas bien entendu une liste exhaustive. En effet, ces collaborations s'étendent également au-delà de nos frontières, et des travaux en commun sont effectués notamment avec des organismes anglais, allemands, belges et danois.

Pour remplir leur mission et mettre en œuvre ces méthodes de travail, les ingénieurs du CETIAT doivent donc à la fois bien connaître les problèmes des industriels et savoir dialoguer avec les chercheurs universitaires. Il s'agit donc d'un travail exigeant sur le plan scientifique et ouvert aux applications pratiques.

Jacques Mérigoux
Directeur Scientifique

Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques (CETIAT)

Effectifs: 120 personnes dont 85 ingénieurs et techniciens.
Laboratoire d'Orsay
Plateau du Moulon - 91400 Orsay
Tél. 1/69.41.18.64 - Fax 1/60.19.12.80 - Telex 600871 F
Laboratoire de Villeurbanne
27-29, boulevard du 11 Novembre 1918 - BP 6084
69604 Villeurbanne Cedex
Tél. 78.93.39.85 - Fax 78.89.71.55 - Telex 340310 F

LE CETIM AU SERVICE DE L'INDUSTRIE MECANIQUE

La France possède une industrie mécanique puissante qui emploie plus d'un million de salariés entre les entreprises des industries mécaniques et transformatrices des métaux (IMTM), la construction automobile, la construction aéronautique navale. Les seules IMTM, riches de plus de 7000 entreprises employant au moins 20 salariés, représentent quelque 12 % du chiffre d'affaires de l'industrie française.

Les entreprises mécaniciennes doivent non seulement gérer leurs propres ressources technologiques, mais aussi trouver appui auprès d'experts extérieurs. C'est la raison pour laquelle, dès 1965, la Fédération des Industries Mécaniques et Transformatrices des Métaux (FIMTM) et ses syndicats associés ont créé le Centre Technique des Industries Mécaniques (CETIM).

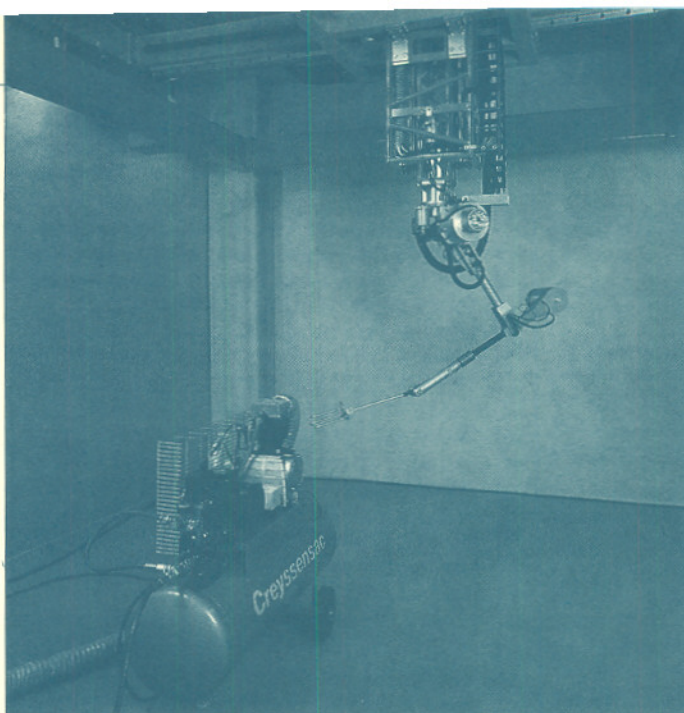
□ Participer au développement des industries mécaniciennes

Le CETIM a pour mission de contribuer au développement de la recherche, à l'amélioration de la productivité et à la garantie de la qualité dans les industries mécaniques. Ses compétences couvrent l'ensemble des domaines techniques présentant de l'intérêt pour les mécaniciens en conception, fabrication, contrôle-qualité, fiabilité-maintenance et technologie des produits : de la CAO à la réduction du bruit des machines, des matériaux composites à la micro-électronique appliquée, de la gestion de production à l'utilisation rationnelle de l'énergie, des systèmes et ateliers flexibles à la pollution.

Cette mission d'appui à l'industrie, qui s'exerce en liaison étroite avec l'ensemble des professions de la mécanique, se répartit en trois activités complémentaires. Il s'agit tout d'abord de collecter et d'analyser les besoins des entreprises et de les confronter à l'information recueillie grâce à une veille constante sur l'ensemble des technologies mondiales présentant de l'intérêt pour les mécaniciens. Ces deux actions sont essentielles pour orienter les travaux du CETIM. La recherche-développement est la deuxième grande activité du centre, qui maintient et vivifie ainsi son patrimoine technologique. Enfin, pour répondre à sa mission fondamentale, le CETIM s'attache à faire bénéficier toutes les entreprises de la mécanique des résultats de ses travaux et des connaissances qu'il a acquises : c'est le transfert. Cette dernière tâche nécessite la mise au point d'outils parfaitement adaptés et répondant à la diversité des besoins des entreprises. On peut citer l'aide technique directe sous forme d'essais, de contrôles, d'expertises, de conseils, mais aussi les progiciels techniques, les sessions de formation et les produits et services d'information technologique. L'important appui technique que le CETIM apporte à la normalisation participe aussi très largement à cette activité de transfert.

□ Un esprit permanent de coopération

Le rôle du CETIM est aussi de tirer parti des compétences des équipes de recherche



Cette sonde acoustique révolutionnaire, mise au point par le CETIM dans le cadre d'un projet de "chambre sourde du futur", permettra de remplacer les mesures traditionnelles de bruit des machines, réalisées à grands frais dans des chambres sourdes classiques.

(© Photo CETIM - C. Barret).

françaises et étrangères afin d'en faire bénéficier les mécaniciens français. C'est aussi de participer à la formation des futurs collaborateurs des entreprises, par une coopération avec les différentes filières d'enseignement. C'est pourquoi le centre participe aux enseignements, accueille des stagiaires et des thésards et met à la disposition des organismes d'enseignement des produits à vocation industrielle. Le CETIM attache aussi une très grande importance à la coopération de ses équipes avec celles d'autres centres techniques, de centres de recherche publique, de centres de recherche sous contrat, d'associations et de cabinets spécialisés, d'écoles d'ingénieurs, d'universités, de lycées... En 1990, environ 60 contrats de R&D liaient le CETIM à une trentaine de partenaires français.

Par ailleurs, le CETIM est très fortement impliqué dans la coopération européenne. Cette confrontation au plan européen constitue une expérience enrichissante tant au plan des méthodes de travail que de l'approche des problèmes. Elle offre aussi la possibilité d'affirmer des domaines d'excellence et de les enrichir. Participer avec des entreprises françaises à ces contrats européens, c'est aussi faire prévaloir la compétence et la force de l'industrie française. En 1990, le CETIM était engagé, avec 86 entreprises et organismes français et étrangers, dans 19 programmes européens de recherche.

□ Des compétences scientifiques, l'expérience industrielle

660 personnes, dont 300 ingénieurs et cadres, sont impliquées dans cette mission d'appui à l'industrie tant au niveau de la veille technologique que de la recherche et du transfert. Leurs origines sont diverses (écoles d'ingénieurs, écoles normales supérieures, universités) et leur formations variées puisque l'ingénieur généraliste travaille en coopération avec le mécanicien bien évidemment, mais aussi avec l'informaticien, le chimiste, le physicien ou l'électronicien. Leurs expériences professionnelles sont diverses aussi puisque le jeune diplômé qui met en pratique les disciplines nouvellement acquises est encadré par des ingénieurs ayant de longues années d'expérience industrielle ou de service à l'industrie, forgée au sein du CETIM.

Le rôle de ces collaborateurs est, ainsi qu'il a déjà été précisé, de développer et de diffuser les produits nécessaires à l'amélioration de la compétitivité des entreprises, mais aussi de détecter et d'adapter les nouvelles technologies issues de la recherche scientifique amont. Le CETIM doit disposer pour ce faire d'interlocuteurs compétents pour dialoguer avec les équipes scientifiques des laboratoires universitaires de recherche, du CNRS ou d'autres institutions, et comprendre leur travail. Ceci ne peut s'obtenir que par une reconnaissance et une estime réciproques qui supposent notamment que le CETIM se forge un minimum d'expertise dans chacun des domaines de pointe susceptibles d'être mis au service des industries mécaniques. Il faut ensuite détecter ce qui peut être utile à cette industrie et ceci implique une bonne pratique de ses produits comme de ses méthodes de conception et de production. Il faut enfin assurer le transfert des connaissances des uns aux autres en opérant les adaptations nécessaires et en réalisant les développements complémentaires, ce qui nécessite à la fois pour les collaborateurs du CETIM une formation scientifique et technique de haute qualité, la pratique industrielle et la maîtrise des outils de communication.

L'industrie mécanique est un secteur durable d'activité, porteur d'avenir pour les jeunes. La formation par la pratique de la recherche et des transferts est un véritable tremplin pour une carrière industrielle. Le CETIM est ouvert à toute demande de renseignements ou à l'examen de toute candidature, soit pour mener avec l'une de ses équipes une thèse en recherche appliquée, soit pour établir des liens contractuels.

Christian Sayettat
Directeur du Marketing
et de la Coordination Technique

Centre Technique des Industries Mécaniques (CETIM)
52, avenue Félix-Louat - BP 67 - 60304 Senlis Cedex
Tél. 44.58.32.66 - Fax 44.58.34.00 - Telex 140006 F
Contact: Serge Dagnaux, Chef du Département
du Personnel et des Relations Sociales.
Effectifs: 660 personnes dont 300 ingénieurs.

Enquête

LE MARCHÉ DE L'EMPLOI SCIENTIFIQUE EN GRANDE-BRETAGNE

Les universités britanniques forment environ 18 000 scientifiques et 10 000 ingénieurs par an. Un quart des diplômés en sciences font ensuite une thèse (PhD), contre 8% des ingénieurs. Mais ces flux sont globalement insuffisants car la Grande-Bretagne n'échappe pas à une pénurie de jeunes diplômés. Les scientifiques et ingénieurs, notamment, sont de plus en plus demandés par les secteurs académiques, industriel et, surtout, tertiaire.

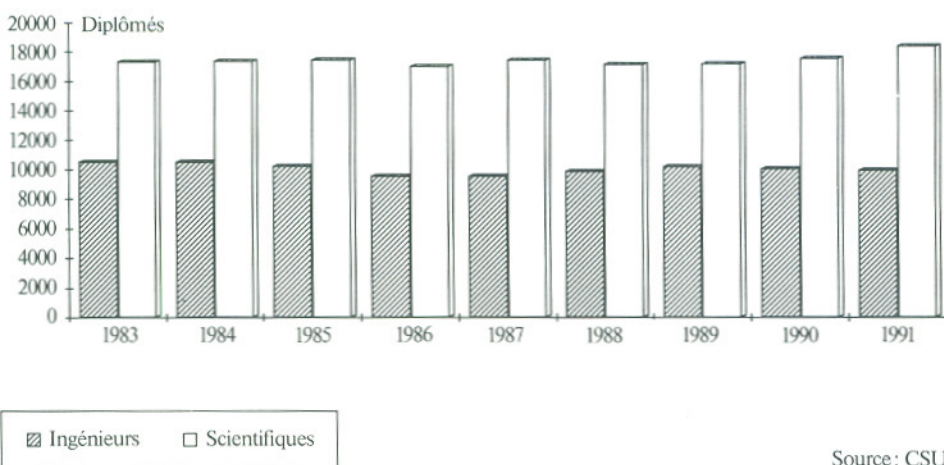
L'enseignement supérieur en Grande-Bretagne est assuré par les universités (60% des diplômés), les instituts polytechniques (25%) et les écoles ("colleges", 15%). Le cursus universitaire est organisé autour de trois grandes étapes : le Bachelor correspond à la licence française (bac + 3) ; il est suivi du Master (bac + 4), puis du PhD, diplôme de doctorat obtenu à bac + 6. L'université britannique est pluridisciplinaire et forme aussi bien les scientifiques que les ingénieurs. Les entreprises anglaises puisent largement dans ce vivier ; pour leurs services de R&D, elles recrutent essentiellement des scientifiques, exigeant souvent le PhD, tandis qu'elles confient aux ingénieurs des postes plus proches du développement technique de produits et procédés. Elles ne conçoivent pas en tout cas qu'un scientifique, sous prétexte qu'il a reçu un enseignement théorique, soit moins motivé par une carrière en entreprise qu'un ingénieur. On constate d'ailleurs que les ingénieurs délaissent les métiers de la recherche, préférant s'orienter vers la production et le design industriel. Moins de 8% des étudiants en sciences de l'ingénieur font un doctorat, contre 25% des scientifiques. Par ailleurs, au sortir de ses trois années d'études (et même quatre de plus en plus), le jeune ingénieur diplômé n'est pas reconnu pour autant comme un ingénieur professionnel. Le titre d'ingénieur ne lui est officiellement décerné qu'après trois ans de formation professionnelle en entreprise.

□ Pénurie de scientifiques et d'ingénieurs

La Grande-Bretagne forme à peu près le même nombre de diplômés que la France. Il est exact que le pourcentage de jeunes français qui accèdent à l'enseignement supérieur est beaucoup plus élevé qu'en Angleterre, mais le taux d'échec aussi. La sélection pratiquée à l'entrée des universités britanniques les rapproche en cela davantage des écoles que des universités françaises.

En moyenne, les jeunes sortent de l'université à 21-22 ans (les hommes n'ont aucune obligation de service militaire) et sont donc extrêmement jeunes. Ceci étant, il a été dit plus haut qu'il existe une tradition de formation professionnelle des débutants par les employeurs, et ce dans pratiquement tous les secteurs d'activité. Ce système a une conséquence très importante : lorsqu'il s'agit de pourvoir des postes non spécialisés, les entreprises recrutent des jeunes diplômés indépen-

Les diplômés scientifiques et ingénieurs en Grande-Bretagne



damment de leur domaine de formation. C'est le cas pour les métiers des affaires, du marketing, de la vente, de la finance, de l'administration et de l'informatique. 40% des offres d'emploi pour débutants sont ouvertes aux diplômés de toutes disciplines, et ce pourcentage augmente continuellement. Ainsi, les jeunes scientifiques ne sont pas fatalement cantonnés dans des métiers techniques et peuvent très tôt, s'ils le souhaitent, accéder à des fonctions extrêmement variées.

Comme les autres pays européens, l'Angleterre n'est pas épargnée par la pénurie de jeunes diplômés. Sur le marché de l'emploi scientifique, la demande industrielle s'accroît vis-à-vis des scientifiques et ingénieurs ayant des compétences en agro-alimentaire, chimie, pharmacie, nouveaux matériaux, électronique, informatique, pétrole, aéronautique et hydrologie. D'autres industries plus traditionnelles ralentissent au contraire leurs recrutements : charbon, métallurgie, automobile et, depuis peu, agrochimie. La demande des PME augmente, mais sans être satisfaite complètement. Même celles qui sont dans des domaines de pointe ont du mal à attirer suffisamment de jeunes diplômés, ces derniers préférant en général le confort des grandes entreprises. Face à cette demande de la part des employeurs, les flux de formation d'ingénieurs sont insuffisants en électronique, chimie, biochimie, génie civil et génie des procédés. Il manque aussi des scientifiques en chimie, biochimie, microbiologie, physique et informatique. Seuls les biologistes et les géologues sont encore trop nombreux par rapport aux offres d'emploi qui les concernent directement.

En fait, entre 1983 et 1991, le nombre d'ingénieurs diplômés a globalement baissé de 5%. Les disciplines les plus affectées sont le génie chimique (-18%), le génie civil (-17%) et la mécanique (-14%). D'un autre côté, les flux ont sensiblement augmenté en aéronautique (+25%), électronique (+13%) et génie des procédés (+84% ! Mais il y avait fort peu de diplômés au départ). Au niveau du Bachelor toujours, les flux de scientifiques ont augmenté de plus de 6% au cours de la même période, notamment en mathématiques (+25%) et en biochimie (+14%). Il n'en demeure pas moins que la chimie et la physique ont enregistré

dans le même temps une baisse de plus de 5%. Or ce sont précisément ces compétences de base qui sont les plus recherchées par l'industrie.

Au niveau doctoral, les flux d'inscription de scientifiques en Master et en PhD, qui étaient de 26% des diplômés en 1983, ont baissé de 2% en l'espace de six ans. Les ingénieurs, eux, sont toujours 8% à faire une thèse. Ces phénomènes n'arrangent guère la situation de la recherche universitaire, qui "déprime" complètement depuis les coupes sombres de son budget dans les années 80.

□ Les métiers scientifiques n'ont plus la cote

Ce n'est pourtant pas l'industrie qui a profité de la "fuite des cerveaux". Depuis qu'elle a massivement licencié des chercheurs dans les années 70 — ce qui a profondément choqué une communauté scientifique qui, jusqu'alors, ignorait le chômage —, elle a bien du mal à relever sa cote de popularité auprès des scientifiques et même des ingénieurs, ces Le PhD ne constitue d'ailleurs pas un atout déterminant pour occuper une "bonne situation" dans le marketing, la vente ou la gestion financière de l'entreprise. Aussi beaucoup d'étudiants s'interrogent-ils sur la "rentabilité" des études doctorales, qui impliquent trois ans d'efforts mal rémunérés après le Bachelor. Le savoir, les compétences et l'adaptabilité des scientifiques et des ingénieurs. Ensuite parce que même dans l'industrie, les "meilleurs" emplois en termes de rémunération, de progression de carrière et de responsabilités sont à chercher en dehors de la R&D. Le PhD ne constitue d'ailleurs pas un atout déterminant pour occuper une "bonne situation" dans le marketing, la vente ou la gestion financière de l'entreprise. Aussi beaucoup d'étudiants s'interrogent-ils sur la "rentabilité" des études doctorales, qui impliquent trois ans d'efforts mal rémunérés après le Bachelor.

Enfin, d'une manière générale, la faiblesse chronique de l'enseignement des sciences dans le secondaire a sans aucun doute une influence considérable sur la détérioration de l'image des métiers scientifiques auprès des élèves.

Tony Raban

ACTUALITES

Les flux de formation en 3ème cycle de 1986 à 1989

Dans le précédent numéro de *Formation par la Recherche* figurait un tableau représentant le nombre des thèses soutenues en France entre 1986 et 1988. Grâce à la direction de la recherche et des études doctorales du Ministère de l'Education Nationale, nous sommes aujourd'hui en mesure de détailler davantage ces chiffres dans le domaine des sciences, tant pour les délivrances de diplômes d'études approfondies (DEA) que pour les soutenances de thèses.

Les deux tableaux ci-dessous présentent pour chaque grande discipline scientifique,

l'évolution des flux de diplômés en DEA et celle des docteurs. Les chiffres fournis dans la colonne "Etrangers" — déjà comptabilisés dans les totaux — permettent d'apprécier la proportion d'étudiants et de docteurs étrangers dans les différentes disciplines. On a également distingué, dans le tableau des soutenances de thèses, les divers régimes de doctorat : nouveau régime (NR), doctorats d'Etat et doctorats de 3ème cycle.

Le tableau des DEA est le résultat d'une enquête de la direction de la recherche et des études doctorales effectuée en 1989 ; celui des thèses a été constitué d'après des chiffres du Ministère de la Recherche et de la Technologie.

Les titulaires de DEA

Disciplines	1986		1987		1988			1989
	Total	Etrang.	Total	Etrang.	Total	Etrang.	Ing.	Total
Maths et applications	523	242	581	260	582	251	48	596
Physique et Chimie-Physique	1857	603	2081	619	2180	607	629	2543
Sciences de la Terre et de l'Univers	535	137	560	155	522	142	94	578
Sciences pour l'Ingénieur	3184	986	3422	965	3525	989	1442	4470
- informatique, automatique	1307	300	1382	283	1421	303	470	1490
- électronique, optique	728	237	762	205	796	237	293	1177
- mécanique, énergétique, génie civil et génie des procédés	1149	449	1278	477	1308	499	679	1803
Sciences de la vie et de la santé	2489	425	2891	513	2967	463	258	2052
Total	8588	2393	9535	2512	9776	2452	2471	10239

Les flux de docteurs (Extrapolations)

Disciplines	1988					1989				
	NR	Etat	3 cyc.	total	Etr.	NR	Etat	3 cyc.	total	Etr.
Maths et applications	137	61	73	271	146	178	51	21	250	124
Physique et Chimie-Physique	1068	135	98	1301	432	1082	92	88	1262	390
Sciences de la Terre et de l'Univers	247	55	44	346	102	367	34	31	432	124
Sciences pour l'Ingénieur	1065	98	161	1324	484	1448	75	149	1672	614
- informatique, automatique	336	24	59	419	141	575	24	35	634	160
- électronique, optique	285	15	20	320	105	339	11	9	359	146
- mécanique, énergétique, génie civil et génie des procédés	444	59	82	585	238	534	40	105	679	308
Sciences de la vie et de la santé	949	199	119	1267	309	903	125	62	1090	250
Total	3466	548	495	4509	1473	3978	377	351	4706	1502

Les CIFRE sur minitel

L'Association Nationale de la Recherche Technique a mis en place un nouveau service télématique d'information sur les conventions industrielles de formation par la recherche (CIFRE). Ce service s'adresse aux trois partenaires des conventions que sont les entreprises, les jeunes diplômés et les laboratoires ; il leur permet notamment de s'informer sur les CIFRE, de prendre connaissance des offres et demandes de partenariat, et de se mettre en relation en vue de s'associer autour d'un projet industriel.

Créées en 1981, les conventions CIFRE s'adressent aux entreprises qui s'engagent à



confier à un jeune cadre diplômé (bac + 5) un travail de recherche ou d'innovation donnant lieu à la préparation d'une thèse en liaison directe avec un laboratoire de recherche. Pendant les trois ans que dure la convention, l'entreprise reçoit une subvention annuelle de l'ordre de 87 000 F.H.T.

2ème forum européen pour l'emploi des jeunes chercheurs

Le 2ème forum européen pour l'emploi des jeunes chercheurs se tiendra du 11 au 13 avril prochain à Rennes. Il est organisé par l'Association interdisciplinaire des thésards en sciences de l'université de Rennes I (AITRES) en collaboration avec l'antenne régionale de l'Association Bernard Gregory.

L'objectif de ce forum est de permettre une rencontre entre les étudiants-chercheurs, les entreprises et les organismes spécialisés dans les échanges internationaux, grâce à des stands d'exposition, des conférences et des tables-rondes. Les thèmes abordés seront : les échanges internationaux à la faculté des sciences de Rennes, l'emploi et les formations à l'étranger, la formation post-doctorale, les stages et leurs financements, le rôle de Rennes et de la Bretagne dans l'Europe.

L'Université de Rennes I rassemble 3000 chercheurs et 40 000 étudiants, dont 9000 en sciences. La fédération AITRES regroupe pour sa part sept associations de thésards : ACTE (chimie), ASCI (INSA de Rennes), BIO 3 (biologie moléculaire et santé), ECO-BIO (sciences de la vie, écologie et éthologie), GEOCONTACT (géosciences), HYTEL (hyperfréquences et télécommunications), Le Cercle Physique (comme son nom l'indique).

Renseignements :
Jean-Marc Joumier : Fédération AITRES
Université de Rennes I - Campus de Beaulieu
35042 Rennes Cedex - Tél. (16) 99.28.62.83
Robert Tardivel : Association Bernard Gregory Rennes
Université de Rennes I - Laboratoire d'Electrochimie
Campus de Beaulieu - 35042 Rennes
Tél. (16) 99.28.67.96

Physique en Herbe

Les étudiants chercheurs de l'Association des étudiants en sciences des matériaux de Poitiers organisent la 8ème édition des rencontres Physique en Herbe, qui se tiendront du 1er au 5 juillet 1991 à Poitiers.

Cette manifestation est destinée aux ingénieurs et aux jeunes chercheurs, docteurs ou doctorants dans le domaine de la physique. Ce colloque offre aux participants la possibilité de présenter leurs communications scientifiques sous forme de posters et par le biais de conférences. Une journée sera réservée aux questions de l'emploi et du recrutement (secteurs public et privé, création d'entreprises...).

L'objet de cette rencontre est de susciter des interactions entre différents points de vue, de donner à de jeunes chercheurs une occasion de présenter leurs travaux et d'évoquer des problèmes propres aux jeunes physiciens.

Contacts : Physique en Herbe 91
Laboratoire de Métallurgie Physique
Université de Poitiers - 40 av du Recteur Pineau
86022 Poitiers Cedex
Tél. : (16) 49.45.30.00 postes 5767, 5713 ou 5770

Entreprises portes ouvertes

AUXIRBAT : DES JEUNES DIPLOMES AU SERVICE DE L'INNOVATION

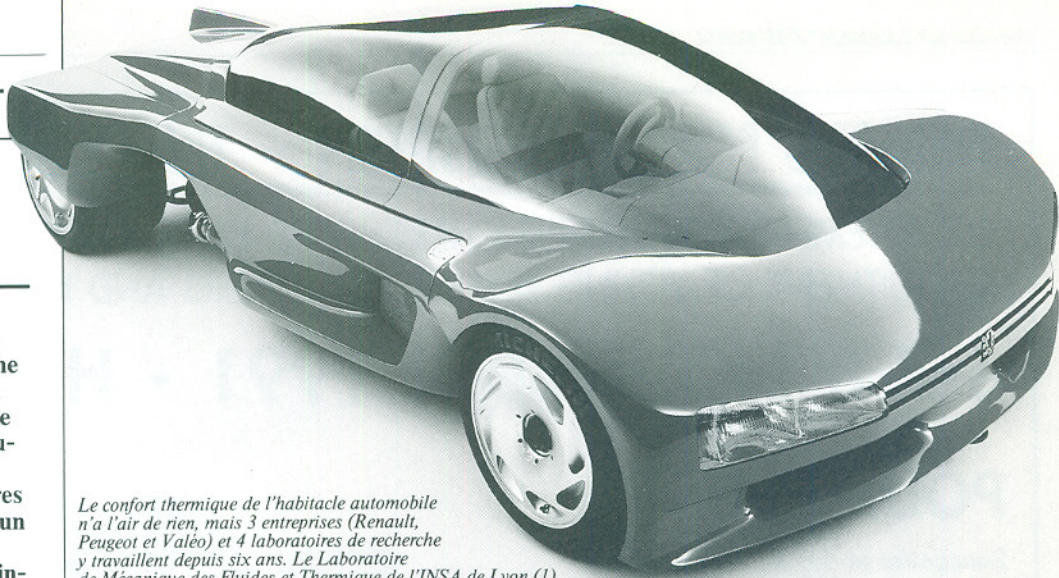
Pour promouvoir les métiers de la recherche auprès des jeunes diplômés, mais aussi pour répondre à un besoin de recherche contractuelle exprimé par les entreprises, la société Auxirbat applique depuis dix ans une formule originale. Pour mener à bien les études que lui confient les entreprises, elle recrute des jeunes ingénieurs et universitaires de niveau bac + 5, qu'elle détache pendant un an dans l'entreprise cliente. Un compromis astucieux entre la prestation de service et l'intérêt de haut niveau.

De nombreux jeunes ingénieurs et universitaires éprouvent l'envie ou le besoin de compléter leur formation par une expérience en recherche. Faut-il alors que tous aient à préparer pendant au moins deux ans une thèse de doctorat ? Il est évident que non, lorsqu'ils envisagent un passage en recherche comme un enrichissement personnel, sans avoir pour autant la ferme intention d'en faire leur métier. Beaucoup se destinent en fait à une carrière évolutive en entreprise ; ils ont alors le sentiment qu'un début de carrière dans un service de R&D leur apportera un "plus" appréciable.

Du côté des entreprises, on observe par ailleurs une réelle demande de recherches et d'études techniques de courte durée et sur des sujets très précis, mais que les services internes de R&D ne peuvent satisfaire, pour diverses raisons. Auxirbat a eu l'idée de "marier" cette demande de R&D contractuelle et les jeunes diplômés scientifiques ayant envie d'acquiescer une expérience en recherche. Bilan : depuis 1975, un millier de jeunes ont mené à bien autant d'études qui leur ont été confiées par des entreprises, sur des sujets allant de la mécanique à l'économie, en passant par la physique et la chimie des matériaux, l'informatique, la robotique et les sciences du bâtiment.

Auxirbat est une société civile non commerciale, qui s'est donné comme objectif de promouvoir les métiers de la recherche auprès des jeunes diplômés, dans le domaine des sciences de l'ingénieur. Le principe est simple : "L'entreprise qui fait appel à nous accueille et finance pendant environ un an un jeune diplômé, à qui elle confie une recherche sur un sujet particulier pour lequel elle éprouve un besoin immédiat", explique Hélène Bermond, responsable des actions de formation par la recherche. Toute la partie administrative du contrat est prise en charge par Auxirbat, l'entreprise restant entièrement maître de la direction scientifique.

C'est donc à Auxirbat que revient le soin de rechercher et de pré-sélectionner les jeunes diplômés et, pour cela, la société procède comme n'importe quel service de recrutement : annonces dans la presse, réunions d'information sur les métiers de la recherche dans les établissements d'enseignement supérieur, participation à des forums et, surtout, entretien d'un solide réseau de relations avec le corps enseignant en France, mais aussi dans toute la Communauté européenne et en



Le confort thermique de l'habitacle automobile n'a l'air de rien, mais 3 entreprises (Renault, Peugeot et Valeo) et 4 laboratoires de recherche y travaillent depuis six ans. Le Laboratoire de Mécanique des Fluides et Thermique de l'INSA de Lyon (1) est engagé depuis le début dans le projet, qui vise à utiliser la CAO pour optimiser la conception thermique de l'habitacle. Auxirbat a permis de confier une partie des travaux à des jeunes thésards. C'est le cas de Françoise Perrin (2), qui met au point les outils de simulation du "climat" interne de l'habitacle en fonction de sa géométrie, de ses matériaux et du système de chauffage et d'aération. (© Photo Peugeot).

Amérique du Nord. En moyenne, dix candidats postulent pour chaque offre proposée. Leur pré-sélection est effectuée uniquement sur entretien mais, en dernier ressort, c'est l'entreprise cliente qui prend la décision finale puisque c'est dans son service de R&D que le candidat va être amené à vivre et travailler pendant un an.

□ Une mission d'un an qui permet de choisir sa vocation

Le niveau minimum requis est de bac + 5. Il s'agit donc soit d'ingénieurs venant d'obtenir leur diplôme, soit d'ingénieurs ayant suivi en parallèle à leur troisième année d'études un DEA, soit des universitaires qui en sont à leur stage de DEA ou qui viennent d'obtenir leur diplôme (leur proportion augmente sensiblement depuis quelques années), soit encore — mais plus rarement — des docteurs.

En fait, contrairement à ce que l'on pourrait croire de prime abord, tous les étudiants qui préparent un DEA universitaire ne se destinent pas nécessairement à la préparation d'une thèse. Si certains ont déjà la vocation de la recherche, d'autres, finalement, hésitent encore, notamment en raison de la durée de la thèse et de la rémunération relativement faible dont ils bénéficieraient pour la préparer. "En revanche, consacrer un an à étudier un problème tout en étant complètement immergé dans un milieu de R&D peut être souvent l'occasion d'une réflexion personnelle, un moyen de mettre les choses au point, de se tester", estime Hélène Bermond. "Cette période de transition qu'ils peuvent faire grâce à nous leur permet au bout du compte de choisir leur véritable vocation".

Le salaire proposé aux candidats suit l'évolution du marché. En moyenne, la rémunération tourne autour de 160 à 180 000 F. bruts annuels, sachant que l'entreprise applique ses propres règles salariales. En d'autres termes, le fait d'être recruté sur un contrat à durée déterminée ne pénalise en rien le candidat, qui est payé au même tarif qu'un ingénieur débutant directement recruté par l'entreprise sur un poste à durée indéterminée. Le cas des thésards est un peu différent : ils ne sont pas salariés, mais boursiers. Le montant de la bourse est plus ou moins aligné sur les systèmes de bourses co-financées par des entreprises.

Grandes ou moyennes, les entreprises qui

ont recours aux services d'Auxirbat ont toutes un point commun : elles disposent déjà d'un service de R&D, une condition nécessaire pour accueillir et encadrer le jeune diplômé. Si les grands groupes paraissent davantage sensibles aux facilités administratives de la formule par rapport à d'autres formes de recherche contractuelle, les entreprises moyennes (entre 500 et 1 000 personnes) y ont en général recours pour résoudre un problème précis et urgent, du fait de leurs effectifs plus réduits en R&D. Dans tous les cas, il semble que les entreprises apprécient le contrôle total qu'elles peuvent exercer en permanence sur l'avancement de l'étude, du fait de la présence effective du jeune ingénieur dans leur service de R&D. De plus, il n'est pas rare que l'entreprise "teste" de cette manière un candidat qu'elle se propose de recruter définitivement à l'issue du contrat.

La "formule Auxirbat" se développe de plus en plus au-delà de nos frontières. Des échanges se mettent progressivement en place, qui permettent à des candidats français d'aller travailler dans des firmes étrangères et à des jeunes universitaires étrangers de venir débiter leur carrière en France. Cette extension internationale se heurte parfois à des problèmes liés aux pratiques nationales en matière de rémunération ou aux équivalences des diplômes, mais le besoin d'échanges, de confrontations des mentalités et des connaissances à l'aube de l'Europe de 1993 est maintenant suffisamment fort pour vaincre ce type d'obstacles. Au fil des missions à l'étranger, Auxirbat contribue en tout cas à faire de la mobilité européenne des cadres scientifiques une réalité.

René-Luc Bénichou

AUXIRBAT

242 bis, boulevard Saint-Germain, 75005 Paris.
Tél. 1/ 45.44.72.66 - Fax 1/ 45.48.72.30

Président : Gérard Blachère

Directeur : Jean Baillon

Responsable des actions de formation par la recherche : Hélène Bermond.

Secteurs de compétences : acoustique, thermique, génie civil, sciences des matériaux, génie mécanique, mécanique des sols, énergétique, mécanique des fluides, physique des solides, automatique, informatique, robotique, génie chimique, génie des procédés, fiabilité-sécurité, électronique.

(1) Centre de Thermique de l'INSA, Unité Associée au CNRS 1372

(2) Ingénieur ENSEEIHT, DEA de Mécanique des Fluides

Troisième FORUM EUROPEEN - Third EUROPEAN FORUM

RECRUTEMENT DES JEUNES CHERCHEURS ET TRANSFERTS DE COMPETENCES
RECRUITMENT OF YOUNG RESEARCH WORKERS AND KNOWLEDGE TRANSFERS

6-7-8 NOVEMBRE 1991 - HYERES - VAR

POURQUOI ?

Rencontrer et recruter des jeunes
chercheurs de la Communauté Européenne.
Promouvoir vos programmes de recherche.
Développer vos contacts :
Industrie - Finance - Recherche.
Vous informer sur les transferts de Technologie.

AVEC QUI ?

600 jeunes chercheurs et leurs associations.
800 entreprises et leurs représentants
30 universités et grandes écoles
Les sociétés à Capital Risque et les banques
Les recruteurs et responsables scientifiques des entreprises
Les organismes européens de recherche publics et privés
Les meilleurs spécialistes de transfert de technologie
Les grands cabinets de recrutement

COMMENT ?

EXPOSANTS

LE MODULE TOUT COMPRIS

9 M2 : 15.000 F - 18 M2 : 25.000 F - 27 M2 : 35.000 F

Prix spéciaux UNIVERSITES, GRANDES ECOLES

VISITEURS

INSCRIPTION

Une journée : 200,00 francs

3 jours : 500,00 francs

3000 participants attendus - 100 stands - Conférences - Tables rondes - Réunions spontanées

Pour tout renseignement ou inscription

EUROSPORE

UNIVERSITE DE TOULON ET DU VAR
B.P. 132 - F - 83957 LA GARDE CEDEX
TEL. : 94.08.33.33 - FAX : 94.21.44.97

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 50 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
Comité d'orientation : Gérard Bessière,
Michel Delamarre (président), Raymond Deniau,
Alain Carrette, Michèle Hannoyer, Trong Lân
N'Guyen, Juliette Raoul-Duval, Alain Rollet,
Jacques Roman, Pierre Virolleaud, Claude Wolff
Production : 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
contenus dans ce journal est autorisée
(avec mention de leur origine).