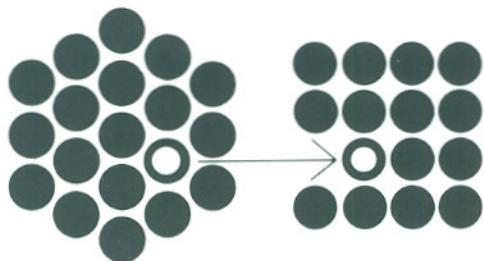


FORMATION PAR LA RECHERCHE

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

23
juin
88

ISSN 0754-8893



projeter les uns contre les autres pour savoir comment leurs nucléons, mésons et autres quarks s'ordonnent, s'attirent et se repoussent. Le Laboratoire National Saturne offre aux physiciens nucléaires du monde entier les moyens expérimentaux de vérifier leurs théories. Il vient notamment de se doter d'un nouvel appareil, MIMAS, qui augmente considérablement la qualité et la variété des faisceaux de particules accélérées.

La recherche expérimentale en physique nucléaire est basée sur l'étude des chocs entre un projectile et une cible, à l'échelle du noyau des atomes. La physique nucléaire traditionnelle étudie depuis plus de quarante ans la matière nucléaire stable ou légèrement perturbée, pour rendre compte de la plupart des propriétés visibles des noyaux, à une échelle macroscopique. Les appareillages utilisés pour ce type d'expériences nécessitent des sources raisonnables d'énergie. Mais la physique nucléaire moderne entend bien pousser plus avant les investigations, pour "voir" ce qui se passe au cœur de la matière, à l'intérieur même du noyau, là où interviennent d'abord les nucléons et les mésons puis, à l'échelle ultime (pour l'instant du moins), les quarks et les gluons. Autant de noms qui renvoient aux constituants élémentaires de toute matière, et dont on cherche à savoir comment ils s'associent, s'ordonnent et s'échangent. Pour cela, les physiciens ont besoin de machines beaucoup plus puissantes, capables d'accélérer les projectiles à des vitesses proches de celle de la lumière. La règle est en effet très simple : l'énergie requise pour "casser" un objet nucléaire est inversement proportion-

nelle au rayon de cet objet. En d'autres termes, plus l'objet est petit, plus il faut d'énergie.

Des expériences "à la carte"

Le Laboratoire National Saturne, situé au Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, en région parisienne, est l'un des "outils" dont se servent les physiciens nucléaires. Il s'agit d'un imposant complexe expérimental destiné à la physique des énergies intermédiaires, c'est-à-dire celle qui concerne l'étude des nucléons et des mésons, qui sont dix fois plus petits que le noyau atomique, mais encore dix fois plus gros que les quarks.

Les équipements du laboratoire permettent d'attaquer la matière nucléaire avec des énergies intermédiaires, "réglables à volonté", provoquant aussi bien de légères diffusions de la matière que des collisions violentes entre des noyaux ou des nucléons.

C'est à Saturne qu'ont pu être créés, à plusieurs reprises, de nouveaux états de la matière contenant des particules delta ; pour des durées très brèves, certes (10^{-23} seconde), mais quand même...

C'est encore à Saturne que les physiciens se penchent avec insistance sur des particules nommées mésons, que les nucléons s'échangent lors d'une réaction nucléaire. Dans l'état actuel des connaissances, les mésons sont les responsables identifiés de la propagation de l'interaction forte qui, à l'intérieur du noyau, assure la cohésion des nucléons entre eux

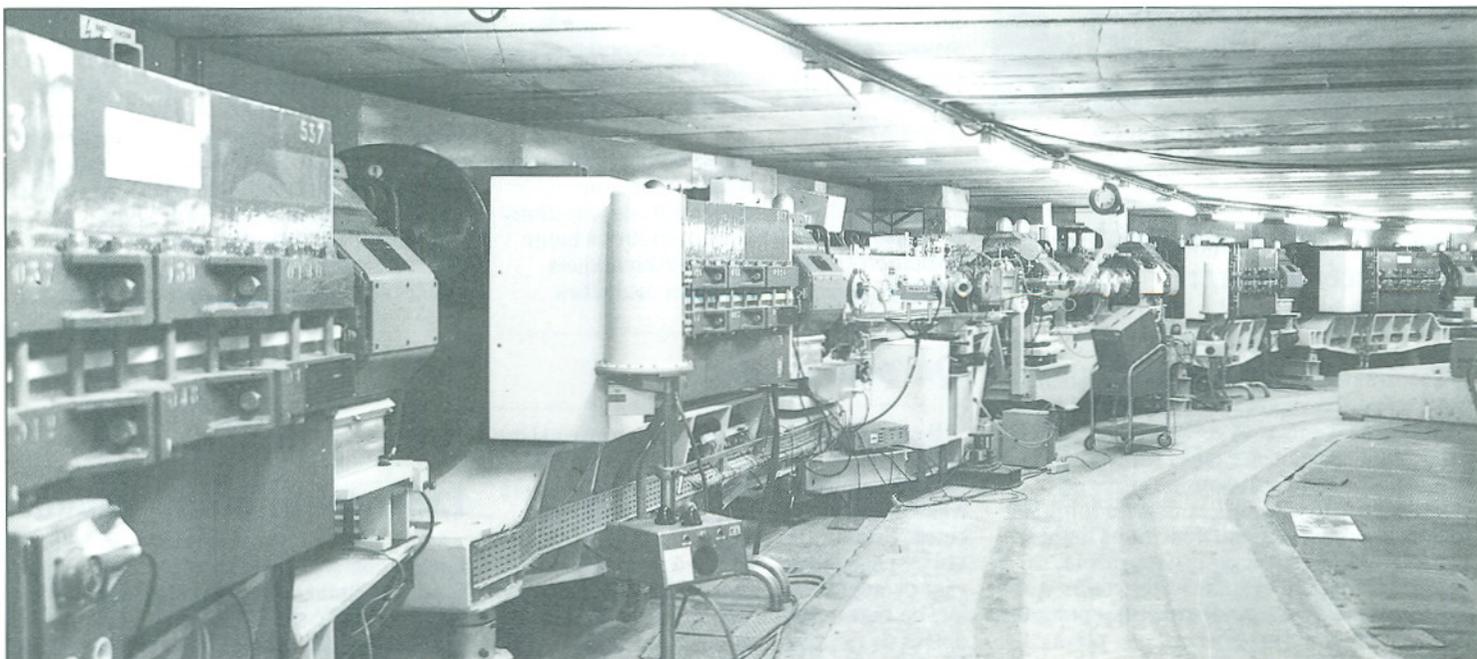
Sommaire

Du côté des Laboratoires	
Les anneaux de Saturne cassent la matière	1-2
Mode d'Emploi	
Les bourses Européennes	3
Enquête	
Les jeunes scientifiques français aux Etats-Unis	4-5
Entreprises Portes Ouvertes	
Framatome lance la gestion prévisionnelle des métiers	6-7
Actualités	3-7-8

Du côté des Laboratoires

Les anneaux de Saturne cassent la matière

La physique nucléaire a besoin de sources d'énergie très puissantes. On n'étudie pas la structure et le comportement des atomes et de leurs constituants au microscope. Il faut les



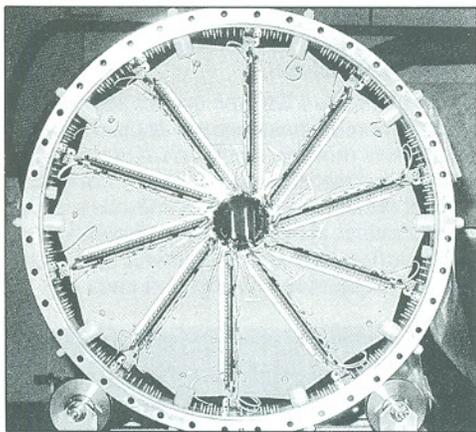
L'anneau de Saturne dans son tunnel de béton.

(suite page 2)

(suite de la page 1)

(l'interaction forte est l'une des quatre forces fondamentales de la nature, avec les interactions électromagnétique, gravitationnelle et faible). Mais plus on les observe, plus on s'achemine vers l'idée que, après tout, leurs propres constituants, quarks et gluons, pourraient bien être respectivement les sources et les médiateurs des interactions fortes.

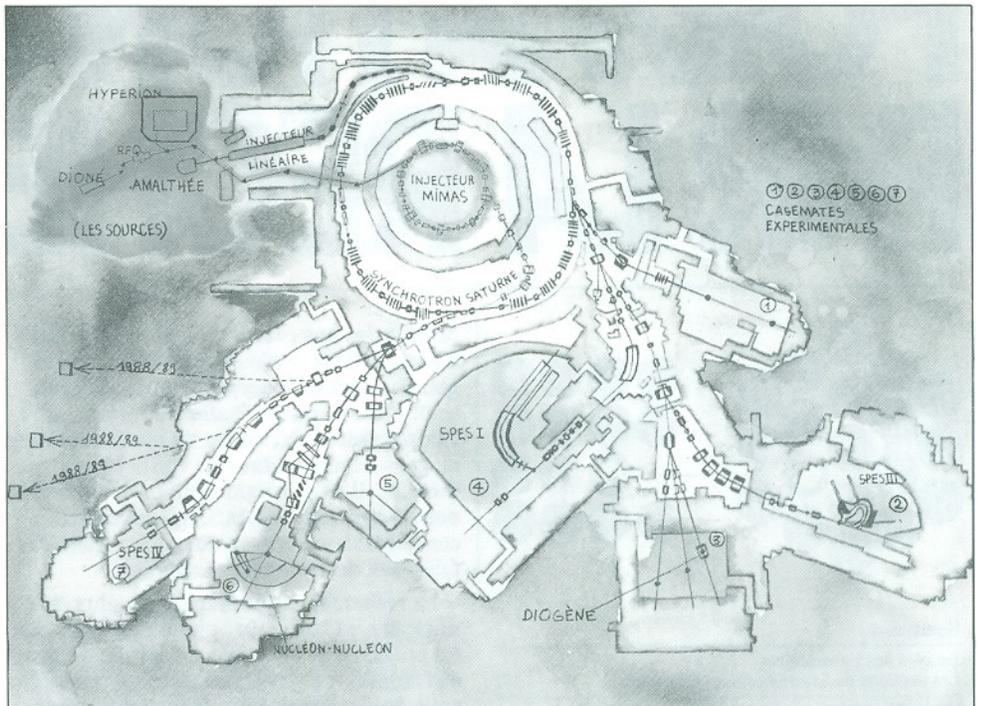
Créé en 1978 par le Commissariat à l'Énergie Atomique et le Centre National de la Recherche Scientifique, le Laboratoire National Saturne emploie 240 ingénieurs et techniciens et son budget en 1988 s'élève à 38,4 millions de francs (dont un tiers passe dans la consommation d'électricité et de fluides divers). La physique nucléaire aux énergies intermédiaires intéresse une dizaine de grands laboratoires dans le monde, mais les qualités des installations de Saturne en font une machine unique par sa gamme d'énergie, par la variété et la qualité des faisceaux qu'elle produit, par la diversité et les performances de ses spectromètres et, par conséquent, par l'éventail des recherches qu'elle permet d'aborder. Saturne attire d'ailleurs de plus en plus de chercheurs : 270 en 1986, près de 400 à la fin de 1987. On assiste aussi à une internationalisation croissante des utilisateurs du laboratoire. Alors que le nombre de chercheurs français est passé de 140 à 170 en l'espace d'une année, celui des utilisateurs étrangers a fait un bond de 130 à plus de 200. Les propositions d'expériences, qui sont examinées par un comité scientifique composé d'experts français et étrangers, sont deux fois plus nombreuses que le nombre d'expériences pouvant être réalisées.



Détecteurs d'extrémité de la projection transversale des trajectoires.

Les physiciens mettent le pied sur l'accélérateur : 294 000 km/s

Les équipements du Laboratoire National Saturne se décomposent en quatre parties. Les sources d'ions sont au nombre de trois et produisent chacune des types particuliers de "projectiles" : Hypérion (ions polarisés de protons et de deutérons), Amalthée (protons, deutérons et hélions) et Dioné (ions lourds pour les carbones, oxygène, néon, azote, argon...). Viennent ensuite les injecteurs, qui "attrapent" les faisceaux de particules produits par les sources et leur donnent une première accélération. Deux injecteurs sont disponibles : l'accélérateur linéaire Linac et le



Le complexe Saturne : 3 sources - préinjecteurs, 2 injecteurs, 1 synchrotron et 7 casemates expérimentales.

synchrotron Mimas, qui a été mis en service à la fin de l'année 1987. Ce nouvel accélérateur circulaire, d'une circonférence de 31 mètres, se montre plus performant que Linac dès lors que l'on travaille avec des faisceaux de particules polarisées ou d'ions lourds. Grâce à Mimas, le laboratoire national devance de très loin, pour ce qui concerne les ions polarisés, ses concurrents internationaux directs tels que le Canada, les États-Unis, le Japon, la Suisse ou l'Union soviétique. Mimas conforte aussi Saturne dans sa position unique d'installation de recherche française pour les ions lourds relativistes, domaine où nous occupons le 3^{ème} rang européen derrière l'Union soviétique et le Centre Européen de Recherche Nucléaire (CERN), implanté à Genève, en Suisse.

Au sortir des injecteurs, Linac ou Mimas, la vitesse atteinte par les faisceaux est de l'ordre de 10% à 20% de la vitesse de la lumière. L'accélération maximale est fournie par le synchrotron Saturne, dont la circonférence est de 105 mètres. La vitesse des particules est alors très proche de celle de la lumière (jusqu'à 98%).

Enfin, une fois la vitesse optimale atteinte, les faisceaux sont envoyés sur une ou plusieurs cibles. Là, les produits des réactions sont analysés par des spectromètres à haute résolution et des systèmes informatiques enregistrent les données ainsi recueillies.

Qui peut le plus...

Il est clair que le complexe expérimental du laboratoire est une succession de machines incroyablement sophistiquées. Il faut produire à la commande telle ou telle source de particules ; il faut les accélérer jusqu'à des vitesses qui frisent celle de la lumière, tout en essayant de perdre le moins de particules possible lors de l'opération ; il faut que les cibles soient dotées de détecteurs sensibles et fiables, reliés à tout un équipement informatique d'acquisition et de traitement des informations. Tout

ceci nécessite d'importants investissements en recherche-développement, sur des domaines allant de l'électronique rapide à la mécanique des ensembles en CAO (conception assistée par ordinateur), de l'ultra-vide à la supraconductivité, de la théorie des accélérateurs à l'informatique. Les thésards accueillent au laboratoire, sur des contrats de formation par la recherche (CFR) financés par le CEA, travaillent essentiellement sur la théorie des accélérateurs et à l'amélioration des sources d'ions. Rares sont ceux qui préparent un doctorat de physique nucléaire ; ces derniers font surtout partie, au sein de laboratoires extérieurs, des utilisateurs de Saturne.

Ces recherches visent à fournir des moyens d'excellence à la physique nucléaire fondamentale. Elles font aussi progresser la technologie. Le Laboratoire National Saturne vient de déposer deux brevets protégeant l'invention de relais électroniques extrêmement performants. Contrairement aux relais électromécaniques couramment utilisés, les relais électroniques fonctionnent pratiquement sans usure et dans un silence absolu (tant pour le bruit mécanique que pour le bruit électronique). Moyennant 500 000 francs, une cession de licence a été accordée au Groupe Européen de Production Electronique et Electromécanique (GEPE), qui est l'un des leaders mondiaux du marché des relais.

René-Luc Bénichou

Laboratoire National Saturne

Laboratoire National Saturne :
Centre d'Études Nucléaires de Saclay
91191 Gif sur Yvette Cedex
Tél. (1) 69.08.29.18/69.08.22.03
Directeur : M. Jacques Arvieux
Directeur-Adjoint : M. Jean Saudinos.

Mode d'Emploi

Les bourses européennes

La Commission des Communautés Européennes accorde chaque année des bourses de recherche. Les conditions générales pour présenter une demande : être ressortissant de l'un des pays membres de la Communauté et poursuivre sa recherche ou sa formation dans un Etat membre autre que son pays d'origine.

Allocations de recherche du programme "Stimulation"

Le programme "Stimulation", doté d'un budget de 180 millions d'Ecus pour la période 1987-1991, fait partie de l'action en faveur de l'amélioration de la coopération scientifique et technique européenne. Les objectifs assignés pour la période sont notamment d'accroître la mobilité d'une partie importante de la communauté scientifique, par l'octroi de subventions pour des contrats de recherche, le jumelage de laboratoires, la distribution de bourses aux jeunes chercheurs et la mise en place d'un système de "career awards" pour les scientifiques de haut niveau.

Bénéficiaires des allocations : jeunes chercheurs et chercheurs confirmés.

Montant : pas de règle, sinon le respect des règles en vigueur dans les pays membres. Pour la France, la rémunération se base sur les grilles du CNRS. L'allocation peut inclure les frais de déplacement et de fonctionnement.

Durée : 3 ans maximum.

Domaines : plutôt les sciences naturelles et les sciences exactes.

Demande : toujours effectuée par le laboratoire d'accueil. Le formulaire est disponible à la DG XII.

Sélection : lors des 4 réunions annuelles du Comité Européen de Développement Scientifique et Technique (CODEST). En 1988, deux réunions ont eu lieu les 9 février et 31 mai. Les deux prochaines sont prévues en septembre et novembre.

Dépôt des dossiers : deux mois et demi avant les réunions du CODEST, auprès de la Commission des Communautés Européennes, DG XII A : 200, rue de La Loi, 1049 Bruxelles.

Contacts :

L. Bellemin, responsable du programme "Stimulation" DG XII H : 200 rue de La Loi, 1049 Bruxelles - Tél. (19-322) 235.11.11
G. Montel, Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur : 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05 - Tél. (1) 46.34.35.35

Les bourses sectorielles

Ces bourses accompagnent les programmes de recherche de la DG XII et du Centre commun de recherche, et sont destinées à favoriser la formation et la mobilité des jeunes scientifiques européens.

Bénéficiaires : soit les étudiants désirant compléter leur formation en préparant un

mémoire de fin d'études, une spécialisation post-universitaire ou un doctorat, soit les jeunes chercheurs ou ingénieurs effectuant des travaux post-doctoraux.

Montants mensuels : 5000, 10000 ou 12000 FF selon les cas.

Domaines : technologies industrielles, biotechnologies, matières premières et matériaux, énergies nucléaires et non nucléaires, science et technique au service du développement, radioprotection, protection de l'environnement et climatologie.

Demandes : en liaison avec le laboratoire d'accueil. Les formulaires sont disponibles à la DG XII.

Sélection : 2 fois par an, en général en liaison avec les activités de chaque programme de R&D de la DG XII.

Contact : M. Pozzo, responsable de la formation par la recherche à la DG XII-H. CCE, DG XII-H : 200, rue de La Loi, 1049 Bruxelles. Tél. (19.322) 235.11.11.

Les échanges transnationaux d'étudiants et de personnels entre les universités et les entreprises (Programme COMETT)

Le programme COMETT a pour but d'encourager, par des mesures spécifiques, les échanges transnationaux d'étudiants, de membres du personnel des entreprises et des professeurs d'université.

COMETT offre ainsi des aides aux étudiants qui souhaitent effectuer un stage (de préférence de six à douze mois) dans une entreprise d'un autre Etat membre. 2000 stages ont été soutenus en 1987, 3000 en 1988 et 5000 sont prévus en 1989.

Le programme offre aussi des bourses pour le personnel enseignant des universités afin qu'il puisse effectuer des stages dans des entreprises établies dans un autre Etat membre. 50 bourses ont été attribuées en 1987, 100 en 1988, et 200 le seront en 1989.

Enfin, il existe des bourses pour des membres du personnel non universitaire (employeurs, cadres, membres du personnel de production, syndicalistes, représentants des chambres de commerce...) pour des stages d'un an dans les universités d'un autre Etat membre. L'objectif est de permettre à ces personnes d'assumer des responsabilités pédagogiques, de contribuer à la diversification de l'enseignement, d'enrichir leurs connaissances et d'aider au développement de liens avec l'industrie. 50 bourses ont été attribuées en 1987, 100 en 1988 et, en 1989, 200 bourses seront accordées. Pour tous renseignements sur ces trois systèmes d'échanges :

Unité d'information COMETT, CCE, DG V/C2 : 200, rue de la Loi, 1049 Bruxelles.

Les informations ci-dessus sont extraites d'un document qu'il faut absolument se procurer si l'on souhaite entreprendre des actions de recherche dans le cadre européen :

"Actions de recherche et de développement des Communautés Européennes", publié en février 1988 par le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur et par le Centre National de la Recherche Scientifique.

On peut se le procurer aux adresses suivantes :

Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, Délégation aux Affaires internationales : 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05 - Tél. (1) 46.34.32.93
CNRS, Direction des Relations et de la Coopération Internationales : 15, quai Anatole France 75700 Paris - Tél. (1) 45.55.92.25

René-Luc Bénichou

actualités

CNRS-entreprises : de nouvelles bourses post-doctorales co-financées

Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) vient de mettre en place une nouvelle procédure de bourses post-doctorales co-financées par des entreprises. Ces bourses s'adressent à de jeunes docteurs ayant soutenu leur thèse depuis moins d'un an et se destinant à exercer une carrière dans l'industrie. Mariages à trois entre jeunes chercheurs, laboratoires et entreprises, ces bourses post-doctorales assurent un salaire brut mensuel de 14000 francs pendant deux ans. Le jeune chercheur travaille dans un laboratoire du CNRS et peut exercer une partie de son activité de recherche dans l'entreprise, sur un sujet d'intérêt industriel.

Aucune condition de nationalité ou de discipline n'est exigée pour présenter un dossier. Les demandes sont instruites dans les régions par les chargés de mission aux relations industrielles du CNRS, qui se chargent d'aider au rapprochement des jeunes chercheurs, des laboratoires et des entreprises.

En 1988, entre 20 et 22 bourses post-doctorales co-financées seront accordées et toutes les demandes ne pourront sans doute pas être satisfaites. Rien n'empêche de commencer à préparer maintenant les demandes pour l'année prochaine.

Contacts : Mme Auffray (DVAR)
(1) 45.55.92.25 poste 2160,

ou les chargés de mission aux relations industrielles du CNRS dans les régions.

Enquête

Les jeunes scientifiques français aux Etats-Unis

1700 jeunes scientifiques français sont en formation par la recherche aux Etats-Unis. Tous ont déjà une solide formation scientifique de base (grandes écoles, DEA, docteurs de 3^{ème} cycle) et veulent, au contact de la recherche américaine, soit approfondir leurs connaissances, soit valoriser leur diplôme français. Pourtant, certains ont des difficultés à trouver un emploi quand ils rentrent en France.

La formation par la recherche est une période décisive dans la vie d'un scientifique. Après une formation générale théorique et technique, c'est là un moment où, dans le laboratoire, son goût pour le métier s'affirme ses méthodes d'investigation s'articulent et s'organisent, son pouvoir d'adaptation est encore aigu. C'est là également où l'expérience à l'étranger a le plus de chances d'être profitable.

L'étranger, c'est-à-dire principalement les Etats-Unis, dont l'attrait exercé sur la communauté scientifique française ne faiblit pas. 95% des chercheurs français qui "bougent" vont séjourner outre-Atlantique. Les étudiants ne sont pas en reste, bien que la France ne soit qu'au 26^{ème} rang des nations qui envoient des étudiants se former aux Etats-Unis, si l'on en croit les enquêtes de l'International Institute of Education. Ce dernier recensait 3390 étudiants français dans les universités américaines en 1984-1985, 3680 en 1985-1986. Parmi eux, 47% avaient le niveau "graduate", c'est à dire équivalent au moins à notre maîtrise.

Aujourd'hui, on pense que 1700 jeunes Français sont en formation par la recherche aux Etats-Unis, sciences humaines et sociales non comprises. Ces jeunes préparent un PhD, sont en stage post-doctoral ou suivent les cours des Masters of Sciences (l'équivalent de la maîtrise; c'est à partir de là que l'étudiant est amené à présenter son premier mémoire de recherche).

Quelles sont les motivations qui poussent ces jeunes scientifiques à tenter l'expérience américaine? Comment la vivent-ils? Quel impact a-t-elle sur leur compétence professionnelle et sur leur carrière, mais aussi sur la vie scientifique de notre pays et sur la mobilité de l'ensemble du corps lui-même? Ces questions ont amené la direction des relations et de la coopération internationales du CNRS à entreprendre une étude sur la "Formation par la recherche des scientifiques français aux Etats-Unis" (mai 1987).

L'étude a porté sur les jeunes issus des maîtrises, DEA et doctorats des universités françaises, ainsi que sur des ingénieurs et des élèves en 3^{ème} année d'écoles d'ingénieurs, des Normaliens, des médecins et des pharmaciens, sans oublier des jeunes chercheurs en début de carrière dans les grands organismes publics de recherche.



Difficile comptabilité

Le chiffre de 1700 jeunes en formation par la recherche aux Etats-Unis reste une estimation. Les listes officielles, notamment celles fournies par les organismes qui octroient des bourses de recherche et des bourses post-doctorales, ne totalisent que 700 ou 800 jeunes chercheurs. La majorité échappe à toute comptabilité dans la mesure où nombreux sont ceux qui se débrouillent pour être payés directement par les universités américaines. Or ces dernières, fidèles aux principes sacrés de la protection de la personne privée d'une part, du respect de leur autonomie et de celle de leurs professeurs et départements d'autre part, ne divulguent pas de listes. La multiplicité et la variété des organismes qui peuvent financer un séjour universitaire sont telles qu'il est pratiquement impossible de dénombrer tous les étudiants par ce biais. Pour ne citer qu'un exemple, l'International Institute of Education, qui dispose d'une base de données sur les étudiants étrangers inscrits dans les universités américaines, ne recense que 204 étudiants français en Master of Science et en PhD! Nous sommes loin du nombre réel de jeunes en formation par la recherche. Mais on comprend mieux ce chiffre quand on constate l'absence dans la base de données d'universités parmi les plus renommées, telles Berkeley, Stanford, Cal Tech, Northwestern ou Columbia.

Le rapport s'appuie cependant, outre sur les listes, sur de nombreux entretiens avec des experts et responsables américains, sur les visites de 24 universités américaines et sur la lecture de nombreux rapports de stages rédigés par des étudiants. De plus, 300 jeunes scientifiques ont été interviewés sur place, soit près de 20% de la population concernée. Ainsi l'étude du CNRS constitue-t-elle une évaluation qualitative significative de la situation.

Curiosité intellectuelle ou besoin de se valoriser?

Les jeunes scientifiques français aux Etats-Unis peuvent se partager en deux groupes. Le premier concerne de jeunes ingénieurs (entre 22 et 24 ans) venus compléter leur formation par un Master of Science. Pour certains ce sera le seul contact qu'ils auront avec la recherche, mais pour beaucoup, cette découverte les orientera vers les professions de la recherche.

Le second groupe englobe ceux qui viennent apprendre à faire de la recherche dans le domaine particulier qui les intéresse. Ils préparent alors un PhD (entre 23 et 28 ans). Il faut y ajouter une part importante de jeunes scientifiques qui, moins de cinq ans après l'obtention de leur doctorat, effectuent un stage post-doctoral dans un laboratoire américain.

Ceux qui sortent des grandes écoles d'ingénieurs désirent acquérir une formation par la recherche dans les domaines de pointe où les Etats-Unis mènent le jeu: semi-conducteurs, ingénierie, recherche opérationnelle. Sûrs de la valeur de leur diplôme français sur le marché du travail, ces jeunes ingénieurs sont essentiellement motivés par le goût de la recherche et la curiosité intellectuelle.

Les étudiants issus d'écoles moins prestigieuses ou de l'Université ont une toute autre motivation, qui est de valoriser leur diplôme français par un diplôme américain préparé au sein d'une université réputée.

Tous sont cependant passionnés par la science, ont une curiosité intellectuelle souvent effrénée et ont le goût du risque. Ils ont aussi une très bonne formation scientifique de base. Si on ajoute à cela qu'ils sont débrouillards, en général doués d'un bon sens de l'adaptation et fascinés par le système américain, on obtient le portrait-type du jeune scientifique en formation par la recherche aux Etats-Unis.

Parmi les 300 interviewés, 66% sortent des grandes écoles françaises, dont 23% des plus prestigieuses (Polytechnique, Ecole Normale Supérieure, Centrale, Les Mines, Supélec...). 28% sortent directement de l'Université et sont titulaires d'un DEA, souvent d'un doctorat de 3^{ème} cycle. Ils veulent faire un PhD essentiellement pour valoriser leur diplôme français sur le marché du travail. Enfin, 6% des interviewés ont suivi leurs études supérieures aux Etats-Unis et il s'agit presque toujours d'enfants de Français résidant aux Etats-Unis.

Toutes les grandes disciplines sont représentées, mais les sujets de recherche qui attirent le plus sont les sciences physiques pour l'ingénieur, les sciences de la vie, la chimie, la physique nucléaire et les mathématiques.

La formation par la recherche est jugée excellente, surtout en raison de l'accessibilité parfaite à l'équipement scientifique, informatique et documentaire. L'extrême disponibilité des enseignants est aussi essentielle. "Chaque étudiant est suivi par un professeur "adviser" avec lequel il poursuit sa recherche", explique un jeune biochimiste français à l'université de Wisconsin. "Les étudiants entamant leur PhD participent aussi aux tâches d'enseignement. Ce système est très intégré et les étudiants ont accès à tous les domaines récents ou plus classiques de la biochimie, grâce à une confrontation permanente avec les sujets de recherche variés explorés sur place et dans les départements voisins (pharmacologie, bactériologie...). Les présentations et analyses d'articles sont quotidiennes. Cette immersion totale est d'excellente qualité, sans oublier l'équipement très complet. La recherche est le fer de lance du département et c'est là que sa réputation s'établit. Chaque professeur agit individuellement à la tête de son laboratoire. Il doit se procurer les crédits nécessaires aux salaires de ses collaborateurs (étudiants compris), aux dépenses de fonctionnement et à certaines dépenses d'équipement

(léger et mi-lourd). Ses projets de recherche lui sont propres et dépendent des crédits qu'il obtient. L'intégration dans un même département de tous ces laboratoires, qui emploient entre 10 et 15 personnes en moyenne, permet l'existence de services communs d'une efficacité incontestée."

Retour en France : ce n'est pas toujours l'Amérique

Le bilan général apparaît toujours "globalement positif". En plus d'une solide formation à et par la recherche, les jeunes scientifiques retirent de leur séjour aux Etats-Unis une véritable formation humaine, au cours de laquelle leur personnalité s'épanouit et s'affirme. Ceci favorise-t-il le retour en France? Tout dépend en fait de leur situation. Ceux qui avaient un poste avant de partir, soit dans un organisme de recherche, soit dans une grande entreprise (souvent par le biais d'un pré-contrat) n'ont pas le problème de la recherche d'emploi. Ils se demandent toutefois si leur expérience sera reconnue par leur employeur.

Il en va autrement pour tous les autres, partis aux Etats-Unis immédiatement après l'obtention de leur diplôme français. Ils ont conscience de courir le risque de perdre le contact avec le monde scientifique français. Et, tout en étant convaincus du "plus" que leur apporte leur séjour, ils ne sont absolument pas sûrs de faire reconnaître le diplôme et l'expérience acquis aux Etats-Unis. Cette inquiétude prévaut surtout parmi les étudiants issus d'écoles moins prestigieuses ou des universités, qui se retrouvent dans une situation très inconfortable une fois rentrés en France. Ils ont la juste impression que leur diplôme américain n'a pas d'équivalent français et qu'il leur faudra se battre pour le faire reconnaître. Les entreprises françaises souffrent d'un grave manque d'information sur la spécificité de la formation aux Etats-Unis. Il n'est pas rare, malheureusement, que le classement des écoles d'ingénieurs françaises soit la référence déterminante à laquelle se raccrochent les employeurs. Des initiatives sont prises pour associer davantage les entreprises à la formation par la recherche de jeunes scientifiques français à l'étranger, mais il y aurait surtout place, semble-t-il, pour un travail d'information très large auprès des employeurs industriels français.



Ces jeunes scientifiques qui vont séjourner aux Etats-Unis sont souvent des personnes exceptionnelles et sont parmi nos meilleurs étudiants. Avec un singulier courage, ils prennent le risque de s'expatrier et de perdre le contact avec le milieu scientifique français. Jusqu'à présent, rien n'a été fait en France pour aider ces jeunes à valoriser leur expérience au retour. On en vient à se demander si, finalement, nous n'avons pas une part de responsabilité dans la fuite de nos jeunes cerveaux qui, découragés par leurs problèmes d'emploi, repartent aux Etats-Unis.

Quelques propositions ont été émises en conclusion du rapport, dont "Formation par la Recherche" s'est fait l'écho dans son précédent numéro. En particulier, l'une d'elles suggérait de mettre en place une Bourse de l'Emploi pour aider à la réinsertion professionnelle de ces jeunes scientifiques en France. Une première réunion s'est tenue en février 1988 pour étudier le projet. D'autres suivront, à laquelle se joindront, je l'espère, tous les organismes et les réseaux impliqués dans ce type d'échanges scientifiques et sans qui l'entreprise ne pourrait aboutir.

Dominique Martin-Rovet

Les listes officielles : des chiffres très incomplets

VSNA (1987)	162
Boursiers du Ministère des Relations Extérieures (85-86)	351
Boursiers de l'OTAN (1985)	42
Conventions NSF-CNRS (1986-1987)	20
Boursiers Fullbright	10
Argonne National Lab.	10
National Institute of Health	50
Universités américaines	260

Aucun total ne peut raisonnablement être tenté à partir de ces données trop disparates et manifestement très en-dessous de la réalité. Seule certitude : la majorité des jeunes scientifiques français aux Etats-Unis ne figure pas ici. En effet, beaucoup se débrouillent par eux-mêmes pour obtenir le financement de leurs études et de leur séjour (prêts bancaires, bourses privées, universités américaines par contact spontané avec les professeurs ou les départements scientifiques...). Ils échappent ainsi à tout recensement.

1/3 des VSNA sont payés par Elf-Aquitaine et Rhône-Poulenc

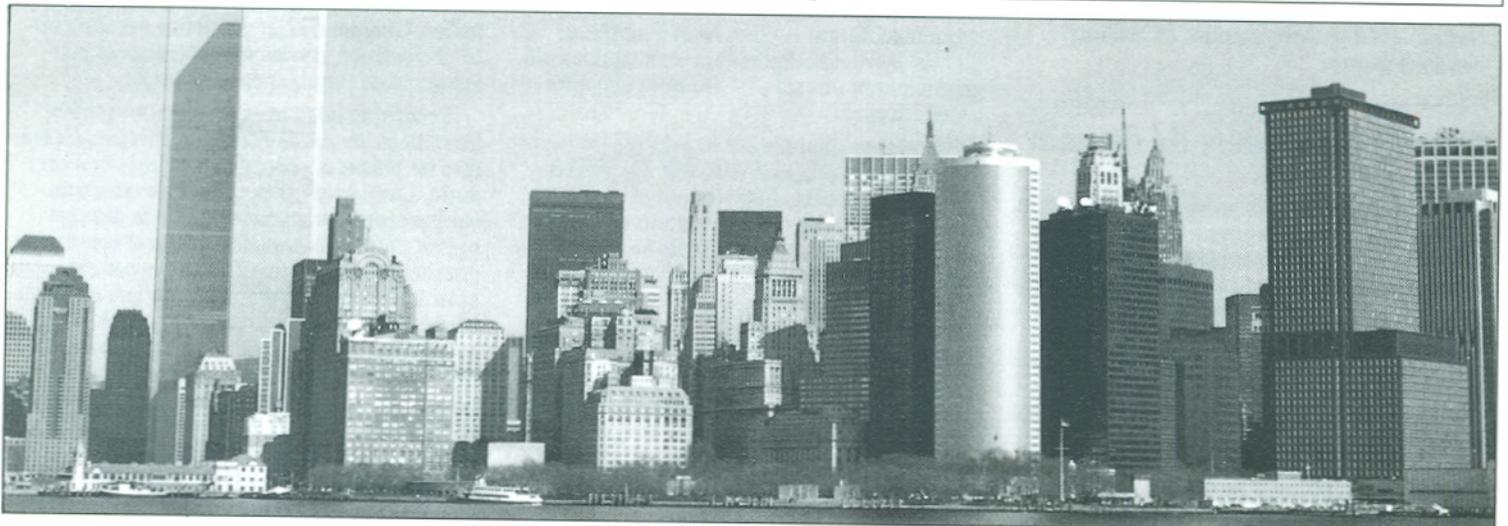
financement	nb de coopérants
Université américaines	88
Elf-Aquitaine	35
Rhône-Poulenc	14
Péchiney	6
INRA	3
Aérospatiale	3
Ministère des Relations Extérieures	2
Autres	1
Total	162

Les deux tiers des volontaires du service national actif (VSNA) sortent des grandes écoles.

L'ingénierie attire plus de la moitié des jeunes Français

Ingénierie	59%
Sciences physiques	18%
Sciences de la vie	10%
Informatique	8%
Mathématiques	4%

Ces chiffres sont extraits de la base de données de l'Institute of International Education, qui recense 204 jeunes Français de niveaux Master of Science et PhD dans les universités américaines, dont 24% de femmes.



Entreprises Portes Ouvertes

Framatome lance la gestion prévisionnelle des métiers

Pour faire face à ses nouvelles orientations stratégiques et à l'évolution des technologies, Framatome lance une vaste opération de gestion prévisionnelle de l'emploi : Framétiers.

L'évolution des technologies est la réalité maîtresse de notre temps. Jamais autant qu'aujourd'hui le monde industriel n'a été confronté à une telle accélération des savoir-faire. Telle est l'idée de fond qui a conduit Framatome, société d'ingénierie nucléaire, à mettre en œuvre une démarche globale de gestion prévisionnelle de ses métiers, baptisée Framétiers.

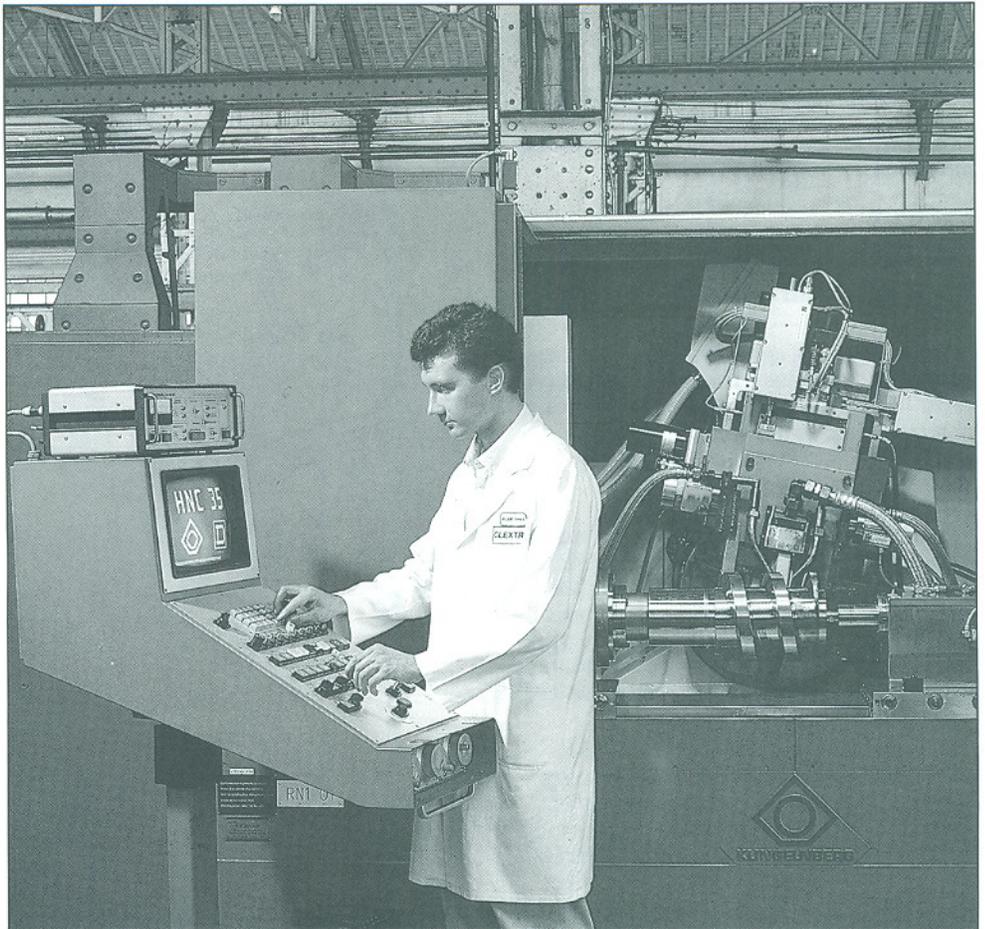
Pour la direction de Framatome, la force d'une entreprise résidera de plus en plus dans la capacité à intégrer de manière précise l'accélération des savoir-faire scientifiques et technologiques et, donc, dans la capacité à conduire, maîtriser et anticiper l'évolution des métiers.

L'enjeu de la gestion des métiers à Framatome est d'autant plus actuel que cette société a entrepris, depuis plusieurs années, un profond mouvement de redéploiement de ses activités. De son activité principale de constructeur de chaudières, il y a quelques années, Framatome s'oriente aujourd'hui, pour faire face à la réduction du programme nucléaire français, vers le marché prometteur des produits et services nucléaires (maintenance, combustible, études d'ingénierie). Elle attaque également certains marchés industriels non nucléaires, comme l'informatique industrielle par exemple.

Autant dire que, pour une entreprise comme Framatome, les prévisions d'évolution d'emplois par métiers revêtent un caractère essentiel. Le rythme d'évolution de Framatome a toujours été très rapide. En 1969, l'entreprise employait moins de 100 personnes ; ses effectifs sont aujourd'hui de 7 000 personnes, dont 34 % d'ingénieurs et cadres. A la seule tour Fiat de la Défense, à Paris, où sont regroupées les activités d'ingénierie, on compte 3 000 personnes, dont 54 % d'ingénieurs et cadres.

Prévoir les métiers de demain

Pour Framatome, les prévisions d'évolution d'emploi ne se limitent pas à une simple traduction de la charge prévisible en effectifs. Une approche plus fine est absolument nécessaire pour prétendre piloter dans le temps la structure des compétences et des métiers de l'entreprise. Or, le métier du nucléaire n'existe pas en soi : hormis quelques spécialistes pointus du domaine, Framatome fait surtout appel à d'autres métiers comme la mécanique, l'électricité ou l'informatique. Ensuite, on a beaucoup plus de mal à discerner les effets des nouvelles technologies sur l'emploi. Tout



Face à l'évolution des technologies, la gestion prévisionnelle des métiers devient un enjeu capital.

le problème des entreprises consiste à prévoir les retombées industrielles de l'avancée technique des dix ou quinze prochaines années. Elles s'accompagneront d'une évolution de l'emploi et des qualifications que l'on ne connaît pas encore, mais qu'il faut pourtant essayer d'anticiper.

C'est à ce "pari prévisionnel" que s'attaque aujourd'hui Framatome, en lançant Framétiers. L'objectif : gérer de manière active les problèmes d'emploi scientifique et technique liés à l'évolution des activités du groupe. Il s'agit donc autant de permettre aux salariés dont le métier est en récession de s'orienter vers d'autres activités plus porteuses, que de prévoir les besoins nouveaux en termes de qualifications. L'enjeu est de mettre en place, à travers Framétiers, un outil de préparation de production de compétences nécessaires à la maîtrise de son métier. Mais Framétiers doit lui permettre également de s'équiper progressivement des savoir-faire dont elle aura besoin demain.

Framétiers s'appuie sur le principe de mobilité du personnel, posé dès 1982. De 1983 à 1985, 150 mutations internes ont eu lieu chaque année, sur une population totale de 2 500 ingénieurs et cadres. Mais Framétiers a l'ambition d'aller beaucoup plus loin et de donner à l'entreprise un outil performant de gestion prévisionnelle des emplois techniques, tant au sein de chaque unité que dans les différents types de métiers. D'ici trois ans, environ 300 personnes devraient bénéficier de l'opération et auront appris un nouveau métier. Pour cela, quatre outils méthodologiques ont été conçus et mis au point par la direction des ressources humaines.

Des méthodologies et des passerelles

Tout d'abord, une cartographie des métiers présents à Framatome a été établie durant le premier semestre de 1987. A la différence du poste, le métier regroupe une population homogène en termes de profil, de formation initiale et contenu d'activité. Traduction : deux directeurs techniques peuvent avoir des spécialités et des formations très différentes ; en revanche, deux personnes appartenant à la famille professionnelle des neutroniciens sont beaucoup plus semblables en termes de qualifications techniques. En juin 1987, 25 métiers techniques de base ont été recensés, se répartissant entre cinq grandes familles professionnelles. Chaque métier est défini par son contenu d'activité, par les compétences et par l'expérience requises pour l'exercer.

A partir de cette cartographie ont pu être identifiées les passerelles inter-métiers, c'est-à-dire les passages possibles d'un métier à un autre. Dans certains cas, deux métiers sont suffisamment proches pour que le passage puisse s'effectuer sans formation d'accompagnement particulière. C'est le cas par exemple pour les passerelles entre les métiers de l'électricité et ceux de l'instrumentation. Souvent, cependant, le passage d'un métier à un autre doit s'accompagner d'une formation adéquate, tenant compte à la fois du profil du candidat et du contenu d'activité de son futur métier. Une formation courte accompagne ainsi le passage entre les métiers de l'instrumentation et ceux du traitement de l'information, tandis

qu'une formation longue s'avère indispensable pour un électro-mécanicien qui souhaite rejoindre la famille des automaticiens.

Actuellement, une quarantaine de modules de "formations d'adaptation professionnelle" ont été identifiés. Ces modules sont définis selon trois critères. Ils doivent être avant tout réalistes et tenir compte des passerelles qui existent naturellement entre deux métiers. Il n'entre pas dans les intentions de Framatome de reconverter entièrement ses salariés. Toute formation doit aboutir au passage réussi d'un métier à un autre, mais encore faut-il que ces métiers aient suffisamment de points communs pour que l'on n'ait pas à inculquer les qualifications de bases requises pour exercer correctement le nouveau métier choisi. La meilleure volonté du monde ne saurait suffire à faire d'un informaticien de gestion un chimiste compétent.

Deuxième critère : la diversité. Ces formations s'adressent à tous ; elles prévoient des modules qui correspondent aux différents niveaux de formation initiale ou d'expérience professionnelle. Enfin, un soin particulier est apporté à la qualité et au contenu des formations, qui sont assurées par des organismes extérieurs.

Parallèlement, la direction des ressources humaines de Framatome a mis en place un observatoire extérieur de l'emploi, qui analyse en détail les offres d'emploi de la presse spécialisée qui concernent les métiers du groupe. En 1986, 1200 offres d'emploi parues dans "Le Monde" et dans "L'Usine Nouvelle" ont ainsi été étudiées pour les activités se rapportant à l'ingénierie du nucléaire. 1000 autres offres d'emploi du "Monde" dans le domaine informatique ont aussi été dépouillées.

L'observatoire extérieur de l'emploi a une double fonction. D'une part il permet d'observer l'évolution des métiers de Framatome en dehors de l'entreprise. D'autre part, il valide les choix de formations retenus par la société pour accompagner la mobilité inter-métiers. En outre, Framatome peut de cette manière comparer les caractéristiques de ses propres métiers et celles des mêmes métiers dans d'autres entreprises.

Enfin, dernier volet du dispositif, mais non le moindre : il a été demandé à chaque unité d'établir ses prévisions d'emploi pour les trois années à venir (1988-1990). Ces prévisions sont quantitatives, mais les directeurs d'unités sont invités, dans le cadre de l'opération Fra-

métiers, à réfléchir à l'évolution des métiers selon les perspectives offertes par l'avenir des techniques et des marchés. C'est sans doute l'originalité majeure de Framétiers que d'essayer de créer des réflexes de gestion prévisionnelle de l'emploi auprès de tout l'encadrement technique de Framatome. L'objectif à terme est de conduire, à travers Framétiers, les grandes unités de la société à réfléchir aux impacts d'évolution de leur activité en termes de modification qualitative des compétences. Framétiers devrait permettre de développer progressivement une nouvelle approche, commune aux Affaires sociales et aux unités, de prévision plus stratégique de la structure de la société.

Contrat de confiance

Framétiers ne constitue en aucun cas une démarche de reclassement du personnel "en perte de vitesse". Au contraire, il s'agit, par vocation, d'une démarche d'investissement à long terme de l'entreprise. Aussi, et par définition, le personnel orienté vers Framétiers doit-il être adaptable, motivé par une opportunité d'évolution professionnelle au sein de l'entreprise. De la qualité des candidats retenus pour Framétiers dépend en grande partie le succès de l'opération. D'où le caractère inévitable d'une bonne sélection et l'adoption de quelques précautions élémentaires.

Premièrement, il faut que les candidats, qui seront sélectionnés, soient assurés de trouver un poste à l'issue de leur formation.

Par ailleurs, les candidats sont, une fois la période de formation engagée, suivis par des "parrains" désignés au sein de leur future unité d'accueil, qui veillent au bon déroulement de la formation, ainsi que du retour dans la société.

Le stagiaire participe aussi au financement de sa formation en abandonnant une partie de son treizième mois, proportionnelle à la durée de la formation. Un moyen comme un autre de s'assurer de la motivation des "volontaires Framétiers".

Enfin, il est prévu une clause de fidélité : le candidat s'engage à rester au moins deux ans à Framatome à l'issue de sa formation ; sinon, il en rembourse le coût.

René-Luc Bénichou



Emploi scientifique : les débouchés industriels augmentent

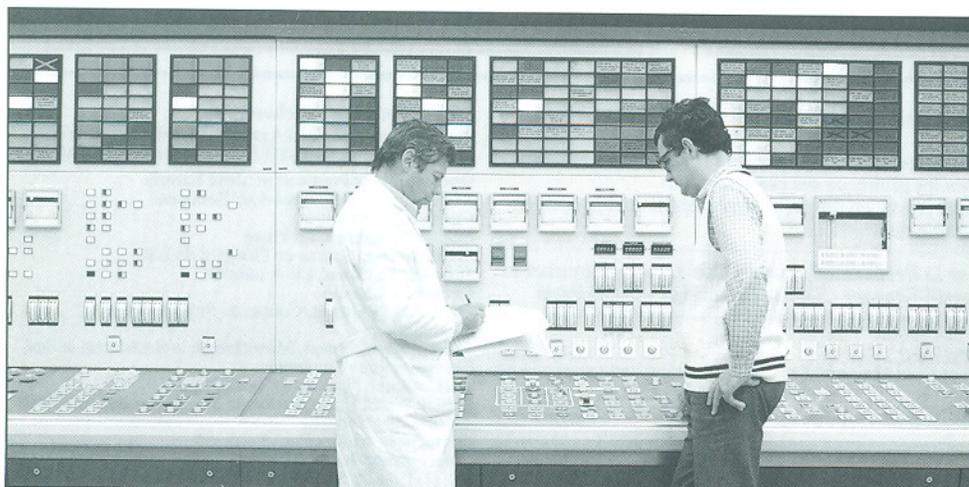
D'après la dernière enquête publiée par l'APEC sur l'insertion professionnelle des docteurs (1), près de la moitié des jeunes formés par la recherche trouvent un emploi en moins de trois mois après la soutenance de la thèse. Les relations personnelles (à l'origine de 22,4% des insertions), les candidatures spontanées (20,6%) et les concours de la fonction publique (20,3%) sont les moyens qui sont les plus utilisés, mais il existe de grandes disparités entre les matières. Par exemple, les docteurs en droit, en sciences économiques et en sciences pures sont principalement recrutés par le biais de l'offre d'emploi presse, notamment les docteurs-ingénieurs en sciences exactes. Ces derniers ont aussi plus de chances d'être embauchés à la suite d'une candidature spontanée que les docteurs de troisième cycle qui, pour leur part, font davantage jouer leurs relations personnelles et utilisent les services de l'APEC et de l'Association Bernard Gregory.

Les docteurs en lettres et en sciences sociales accèdent à l'emploi principalement par relations personnelles ou par les concours de la fonction publique.

Les emplois occupés par les docteurs se partagent à parts à peu près égales entre l'entreprise et le service public. Néanmoins, on constate un accroissement très net des débouchés en entreprises par rapport aux enquêtes précédentes. Ainsi, 54,5% des physiciens interrogés en 1987 travaillent dans l'industrie, alors que la proportion n'était que de 31% en 1978. On enregistre de la même manière une progression de 8% des débouchés en entreprises pour les chimistes entre 1982 et 1987 ; de 19,5% pour les docteurs en sciences de la vie et de la santé depuis 1979 ; de 8 à 12% pour les docteurs en sciences de l'homme et de la société depuis le début de la décennie.

Même si cette évolution signifie parfois que l'entreprise a été choisie faute d'avoir pu intégrer la recherche publique ou l'enseignement supérieur, elle n'en révèle pas moins la capacité du secteur privé à employer des docteurs de 3^{ème} cycle et l'adéquation de la formation par la recherche aux préoccupations des entreprises.

1/ Cette enquête, dont les résultats ont été publiés par "Courrier-Cadres" (n° 761, 18 mars 1988), a été réalisée par l'APEC, en collaboration avec le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, l'Association Bernard Gregory et le Centre d'Etudes et de Recherche sur les Qualifications (CEREQ). Elle a été effectuée entre avril et juin 1987, au moyen d'un questionnaire postal adressé aux docteurs de troisième cycle et docteurs-ingénieurs français ayant obtenu leur doctorat en 1982, 1983 et 1984.



Premier objectif : apprendre un nouveau métier à 300 personnes d'ici trois ans.



La recherche dans les entreprises en 1985

En 1985, les dépenses de recherche-développement des entreprises ont poursuivi la forte progression des années récentes. D'après les derniers résultats des enquêtes statistiques annuelles du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (1), elles ont atteint 62,2 milliards de francs, ce qui représente près de 59% des dépenses totales de R&D en France (plus de 106 milliards de francs). L'accroissement en volume est de 6,8% par rapport à 1984, plus de six fois plus élevé que la croissance du produit intérieur brut (+ 1,1%).

Les entreprises françaises se situent au 4^{ème} rang des pays de l'OCDE pour leur effort absolu de R&D, derrière les Etats-Unis, le Japon, la RFA et à égalité avec le Royaume-Uni. Entre 1980 et 1985, la croissance totale en volume de la R&D de l'industrie nationale aura été de 30%, proche de celle des Etats-Unis (+ 36%), supérieure à celle de la RFA (+20%). Dans la même période, les entreprises japonaises ont soutenu un accroissement très élevé (+ 70%, soit entre 10 et 12% par an). Au Royaume-Uni, c'est une quasi-stagnation qui est observée (+ 2%).

En 1985, 1683 entreprises et 55 organismes professionnels ont déclaré avoir exercé une activité permanente et organisée de recherche-développement. Les effectifs de chercheurs et ingénieurs employés à ces activités dans les entreprises se sont élevés à 43 863 personnes (en équivalent temps plein), faisant apparaître un taux de croissance de 5,7% par rapport à 1984, alors que les effectifs totaux de R&D, toutes catégories confondues (chercheurs, ingénieurs, techniciens, ouvriers et administratifs), estimés à 140 458 personnes,

n'ont progressé que de 1,9%. Près de deux tiers de ces effectifs sont employés dans 200 firmes de plus de 2000 personnes, grandes firmes qui exécutent par ailleurs près de 70% des activités de recherche et reçoivent plus de 80% des financements publics.

Les branches électronique, aéronautique, automobile, chimie et pharmacie assurent plus des deux tiers des travaux de recherche. La part de recherche fondamentale est limitée (3%), tandis que la recherche appliquée et le développement représentent respectivement 29,4% et 67,6% des travaux de R&D de l'industrie.

L'analyse par catégories de dépenses met en évidence la part importante des dépenses de personnel (53,7%) et de fonctionnement (38%). Les investissements représentent 8,3% du coût des activités de R&D. Les sous-traitances s'élèvent pour leur part à 10,2 milliards de francs et consistent, pour la plus grande part, en contrats passés entre firmes ou à des organismes professionnels (7,7 milliards). 1,9 milliard est versé à l'étranger.

Les crédits publics, en progression de 11,6% en volume par rapport à 1984, financent 23% des travaux de recherche exécutés dans l'industrie. La majeure partie de ces crédits (plus de 71%) est allouée par le Ministère de la Défense au titre des recherches militaires, mais aussi de la subvention aéronautique civile du Ministère des Transports. La contribution de l'Etat va pour 49% aux industries aéronautiques et pour 32% aux industries électroniques. Elle représente pour ces deux industries, respectivement 51% et 32% de leur budget total de R&D.

Les entreprises, de leur côté, ont financé 70% de leurs travaux de R&D sur fonds propres, ce qui représente une augmentation en volume de près de 5% par rapport à 1984.

La région parisienne concentre encore à peu près 60% du potentiel national de R&D (59,9% des chercheurs, 57,9% des dépenses), mais ce poids s'atténue au cours des années puisque la proportion de chercheurs atteignait 65% en 1970. Viennent ensuite les régions Rhône-Alpes (9% des chercheurs, 8% des dépenses) et Provence-Alpes-Côte d'Azur (6% des chercheurs, 5% des dépenses).

"La Recherche dans les entreprises : résultats 1985", Collection Etudes du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur. La Documentation Française, 60 francs.

Aide à l'embauche de chercheurs par les PMI

Lancement d'une opération expérimentale par l'ANVAR

L'ANVAR lance une opération expérimentale pour soutenir l'embauche de chercheurs par les PMI. Une enveloppe de 30 millions de francs est réservée pour accompagner le recrutement de 250 chercheurs d'ici novembre 1988. A la fin de l'année 1988, une étude d'évaluation sera réalisée. Elle servira à élaborer une proposition pour la mise en place d'une procédure définitive, destinée à favoriser l'embauche de chercheurs et, par là même, à augmenter le niveau technologique des PMI françaises.

L'aide est destinée aux PMI de moins de 500 personnes (hors sociétés de recherche sous contrat et centres de recherche collective). Le chercheur, choisi directement par l'entreprise ou par l'intermédiaire d'un cabinet de recrutement, est embauché sous contrat à durée indéterminée. Le candidat doit être titulaire d'une thèse ou d'un diplôme d'ingénieur complété par trois années de recherches dans un laboratoire. Une seule aide par entreprise sera retenue dans la phase pilote.

L'aide attribuée est une subvention, couvrant 50% des dépenses engagées, conformément aux textes sur l'aide à l'innovation. Plafonnée à 175.000 F, elle peut faire partie d'un programme d'innovation ou être limitée au seul recrutement du chercheur. C'est le cas notamment d'entreprises en période exploratoire de diversification ou désirant augmenter leur potentiel scientifique et technique.

L'aide prend en compte :
— les dépenses internes: salaires, charges sociales, personnel d'encadrement,
— les dépenses externes: recours à un conseil extérieur, investissements d'équipements, formation extérieure à l'entreprise et "parrainage" par un laboratoire, tout à fait souhaitable pour que le chercheur demeure en contact avec son environnement scientifique.

Agence Nationale de Valorisation de la Recherche
Siège: 43, rue de Caumartin
75436 Paris Cedex 09 - Tél. (1)40.17.83.00

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"		

*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

Directeur de la Publication: José Ezratty
Rédacteur en chef: René-Luc Bénichou

Comité d'orientation:

Michel Delamarre, La Poste

Alain Carette, Bourse de l'Emploi de Lille

Jean-Pierre Caron, Elf-Aquitaine

Christiane Laborie

Trong Lân N'Guyen, Centre de Prospective et

d'Evaluation

Juliette Raoul-Duval, Ministère de la Recherche et des

Enseignements Supérieurs

Paul Wagner, "Industries et Techniques"

Claude Wolff, Ecole Nationale Supérieure des Industries

Textiles de Mulhouse

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 contenues dans ce journal est autorisée (avec mention de leur origine).