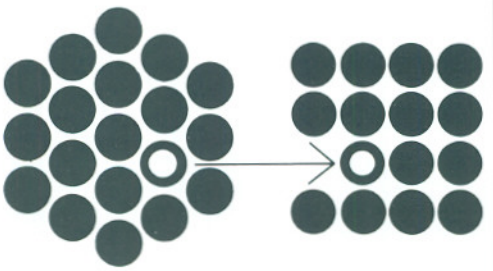
FORMATION PAR LA RECHERCHE

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

22 mars 88

ISSN 0754-8893



Sommaire

Du côté des laboratoires
A l'école de l'espace 1-2

Actualité
Chine : vers la sélection à l'université 3

Point de vue
L'évaluation des programmes scientifiques et techniques 4-5

Enquête
La création de PME de haute technologie par des chercheurs 6-7

Entreprises portes ouvertes
Lithologic : une entreprise créée par trois jeunes géologues 8

Actualités

Du côté des laboratoires

A l'école de l'espace

Astrophysique, géophysique externe, télédétection : telles sont les compétences du Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (CESR), à Toulouse. Ses chercheurs préparent aujourd'hui les expériences spatiales de l'an 2000, en collaboration avec des équipes scientifiques internationales et des entreprises du secteur. Forts de leur savoir-faire en électronique, instrumentation, traitement du signal et informatique, les jeunes thésards du centre font des appels du pied à l'industrie pour trouver les meilleurs emplois possibles.

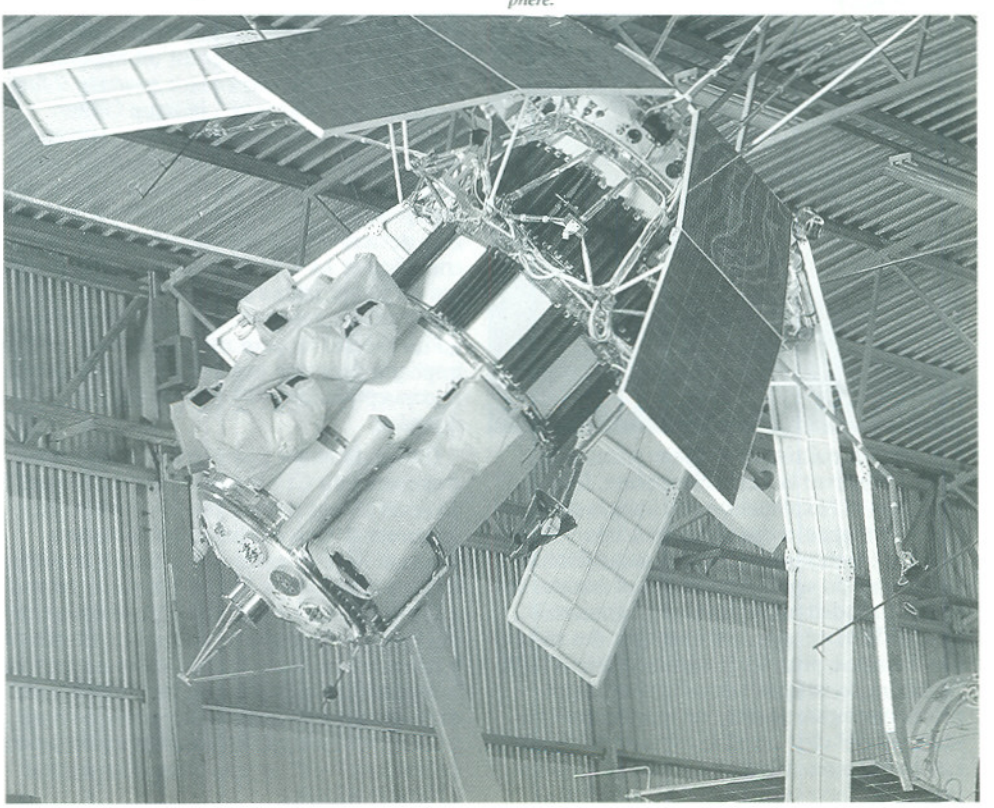
En 1964, le Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements a joué un rôle de pionnier dans le domaine spatial en région Midi-Pyrénées. La matière première de ses recherches, que ce soit en géophysique externe, en astrophysique ou en télédétection, ce sont toutes les données recueillies par des instruments embarqués à bord de véhicules spatiaux. Sur la sonde Giotto, lancée pour étudier de près la comète de Halley lors de son dernier passage près de la Terre (cela arrive tous les soixante-seize ans seulement), le CESR avait installé deux analyseurs de plasma, sur la dizaine d'expériences que comptait Giotto. Mais bien d'autres satellites comportent ou emporteront des expériences élaborées par le CESR. Le centre toulousain s'efforce d'être présent dans tous les grands programmes nationaux et, surtout, internationaux. Ces programmes sont gérés par de grands organismes comme le Centre National d'Etudes Spatiales, l'Agence Spatiale Européenne, La NASA (Etats-Unis) et Intercosmos (Union Soviétique). On se doute bien qu'ils ne s'élaborent pas du jour au lendemain. *"En ce moment, nous préparons les programmes de l'an 2000"*, explique Gilbert Vedrenne, directeur du centre. *"Pas question de nous reposer sur nos lauriers. Il serait catastrophique que nous rations un programme car on ne lance pas un satellite tous les jours. Si nous avions laissé passer l'occasion de participer au programme du satellite infrarouge ISO, nous aurions peut-être dû attendre jusqu'en 2015 ou 2020 avant qu'un autre programme similaire soit lancé"*. De plus, la concurrence que se livrent les différentes équipes scientifiques internationales est très rude. Face à des programmes de plus en plus ambitieux et coûteux, il ne suffit pas de proposer une bonne expérience ; encore faut-il savoir s'associer à des partenaires solides et réputés pour que l'ensemble d'un projet expérimental puisse convaincre les comités de sélection. *"Nous vivons en permanence avec l'angoisse qu'un projet n'aboutisse pas ou qu'une expérience échoue. Une panne technique, un satellite qui fonctionne mal, et tout est à recommencer. Cela nous est arrivé récemment avec un ballon qui est tombé à la mer : quatre ans de travail perdus corps et biens ! La recherche spatiale est encore un domaine où l'aventure n'est pas un vain mot"*.

Les succès n'en sont que plus encourageants et satisfaisants. A la suite de la mission Giotto, le CESR a obtenu des résultats tout à fait originaux sur l'environnement ionisé des comètes. Dans le domaine de l'astronomie infrarouge, une expérience du centre a contribué a mettre en évidence la présence, prévue par la théorie, de molécules extrêmement complexes - les molécules polyaromatiques - qui pourraient être un composant important du milieu interstellaire.

Ombres chinoises

Il y a aussi l'étude des rayonnements gamma. Ces émissions de photons de haute énergie sont associées à des processus violents qui surviennent dans les noyaux des galaxies, dans les explosions d'étoiles et à la surface d'objets compacts comme les étoiles à neutrons ou les trous noirs. Dans ce domaine, le programme de recherche du CESR consiste à explorer systématiquement la voute céleste pour découvrir de nouvelles sources de rayonnement gamma, en comprendre les mécanismes d'émission et approcher ainsi les caractéristiques physiques des objets observés. Le centre toulousain est engagé notamment dans

Le Programme ARCAD, embarqué à bord du satellite soviétique AUREOL 3, a pour but de mieux connaître la magnétosphère.



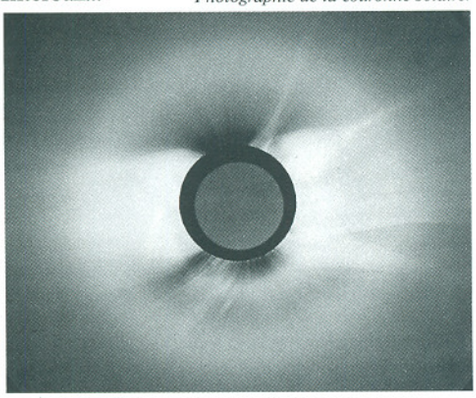
(suite page 2)

un programme de grand télescope gamma baptisé Sigma, qui devrait être lancé à la fin de l'année 1988 à bord d'un satellite soviétique. Cet instrument d'une tonne, aux dimensions respectables (un mètre de diamètre pour trois mètres et demi de hauteur), parcourra le ciel selon une orbite excentrique à la recherche des étoiles invisibles par les procédés optiques classiques. Réalisé en collaboration avec le service d'Astrophysique du Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, Sigma fait appel à une technique nouvelle (rappelant le principe des ombres chinoises) qui permettra de localiser les sources émettrices avec une précision jamais atteinte à ce jour. Grossièrement, le flux des photons gamma traverse un "masque" dont les "trous" sont répartis suivant un algorithme mathématique. L'"ombre" de ce masque sur le récepteur embarqué permet de retrouver la position de la source dans le champ de vue du télescope.

Du vent solaire aux images terrestres

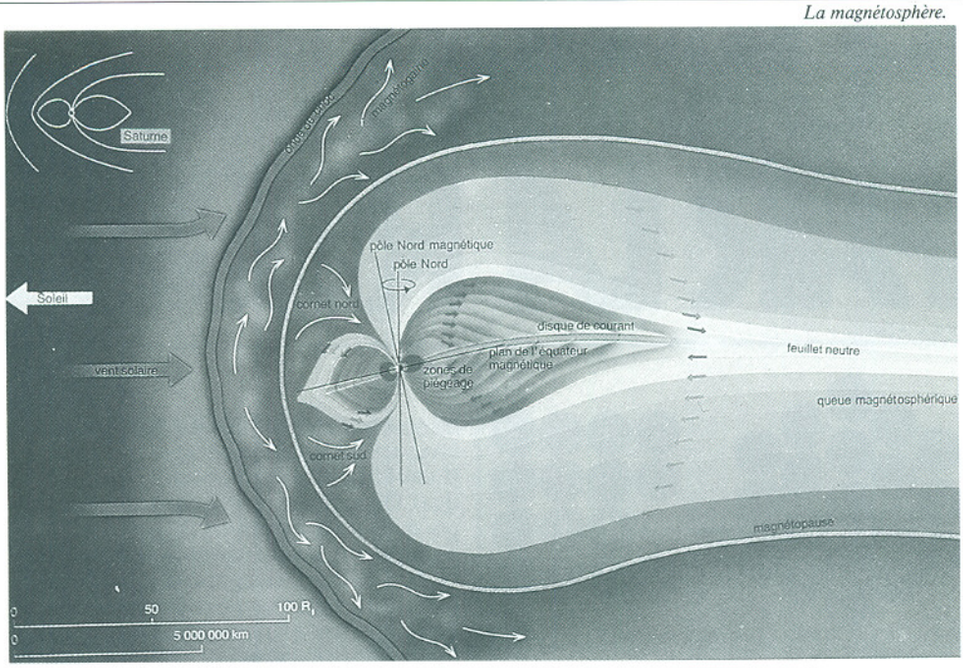
En géophysique externe, le CESR cherche à mieux comprendre les relations entre le Soleil et la Terre. Le Soleil émet en permanence un plasma (du gaz chaud ionisé) connu sous le nom de vent solaire. Avec son champ magnétique, la Terre perturbe le libre écoulement du vent solaire qui, en glissant autour de notre planète, forme une cavité : la magnétosphère. Des évènements comme les éruptions solaires ont des effets directs sur cet environnement terrestre. De là viennent les orages magnétiques, qui peuvent perturber les télécommunications et le transport de l'énergie électrique. Les sous-orages, eux, font apparaître les aurores visibles. Le climat est aussi influencé par l'activité solaire. Le CESR participe à plusieurs programmes d'observation de la magnétosphère : ISEE (International Sun Earth Explorer), une collaboration entre la NASA et l'Agence Spatiale Européenne, les programmes franco-soviétiques Arcad 3 et Interball...

Photographie de la couronne solaire.



Enfin, la maîtrise de l'espace permet de mieux observer la Terre elle-même. L'interprétation et l'exploitation des images de la Terre font appel à des disciplines très diverses : techniques spatiales, acquisition et traitement du signal, traitement et analyse des images, modélisation physique, agronomie... Le CESR développe, par exemple, des méthodes d'analyse pour les images acquises à l'aide de radars, technique nouvelle permettant d'observer notre planète de jour comme de nuit, par ciel clair comme par temps couvert. Les traitements mis au point pour l'observation de la Terre (images SPOT, Landsat...)

La magnétosphère.



sont également appliqués dans d'autres domaines : images médicales, géologiques, sismiques...

Les thésards gardent les pieds sur Terre

Pour toutes ces recherches, le rôle de l'électronique, de l'instrumentation et de l'informatique est essentiel, puisqu'il s'agit d'une part de réaliser des expériences destinées à être embarquées à bord de véhicules spatiaux, d'autre part d'analyser et d'interpréter les données innombrables ainsi recueillies. Bonne école pour les 25 thésards qu'accueille en permanence le centre, qui réalisent des équipements sophistiqués, souvent originaux, avec bien des contraintes dûes à l'espace : autonomie de fonctionnement, faible consommation, fiabilité, encombrement réduit... De plus, en raison des sommes très importantes engagées lors de chaque expérience, la maîtrise des coûts et du calendrier est un impératif absolu. *"Dans une expérience spatiale, il faut pratiquement tout faire"*, indique Gilbert Vedrenne. *"Les équipements ne se trouvent pas dans le commerce ; il faut donc les concevoir et les réaliser, ou les faire réaliser par des entreprises du secteur spatial"*. Et les programmes deviennent de plus en plus lourds et compliqués. Le CESR travaille sur des projets qui ne seront lancés qu'en 1994-1995 et qui dureront entre huit et dix ans. Ceci signifie qu'un thésard ne peut matériellement pas être impliqué dans une expérience spatiale depuis sa conception jusqu'à l'exploitation des données.

Il n'en demeure pas moins que les jeunes chercheurs du CESR participent activement à diverses phases des projets en cours ou en préparation. Une étudiante en doctorat a conçu et testé le boîtier d'électronique embarqué sur le télescope Sigma. Un autre thésard a développé un logiciel simulant le comportement de ce télescope dans l'espace. En télédétection, la contribution d'un jeune docteur sur la segmentation des images par détection de contours est appliquée à l'imagerie médicale, en vue de déceler automatiquement le cancer du fond de l'œil (dans le cadre d'un contrat CNRS/INSERM).

A tous ces travaux et réalisations, les jeunes chercheurs en formation au CESR souhaitent assurer la plus large diffusion possible, d'une part pour valoriser davantage l'image du CESR, d'autre part pour montrer la diversité de leurs compétences aux entreprises susceptibles de les embaucher à l'issue de la thèse.

Des contacts privilégiés existent déjà entre le centre et des entreprises (CNES, Alcatel-Espace, Bull, Matra-Espace, Crouzet, Elf-Aquitaine, Thomson...), mais les jeunes chercheurs veulent développer encore leurs relations industrielles afin, ils ne s'en cachent nullement, d'attirer le plus de propositions intéressantes d'emplois. Ils ont publié une plaquette de présentation du CESR où ils parlent concrètement, avec force exemples, de ce qu'ils savent faire. Et ils diffusent aux entreprises la "Lettre des Etudiants Chercheurs du CESR", dans laquelle ils résument leurs réalisations et travaux.

René-Luc Bénichou

Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements

9, avenue du Colonel Roche, BP 4346,
31029 Toulouse Cedex - Tél. 61.55.66.66

Laboratoire propre au CNRS, conventionné avec l'Université Paul Sabatier de Toulouse. Créé en 1964 avec le statut de laboratoire spatial sélectionné du CNES.

Directeur : M. Gilbert Vedrenne

Effectifs : 48 chercheurs, 42 ingénieurs, techniciens et administratifs.

Activités : environnement terrestre et milieu interplanétaire, astrophysique, télédétection. Conception et réalisation d'instruments, analyse scientifique des données.

Formation par la recherche (diplômes délivrés par l'Université Paul Sabatier) : DEA d'astrophysique-géophysique et techniques spatiales (comportant 4 mois de stage de recherche). DESS en télédétection (comportant 4 mois de stage en entreprise). Doctorat d'astrophysique-géophysique et techniques spatiales.

La plaquette et la lettre des jeunes chercheurs est disponible sur demande.

Actualité

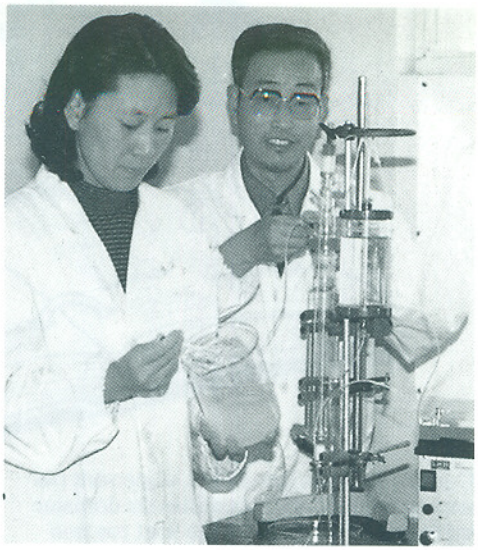
Chine : vers la sélection à l'université ?

Les contacts avec les enseignants-chercheurs chinois sont rares. Aussi la conférence internationale sur *"L'avenir de l'enseignement supérieur et les dialogues transnationaux"*, qui s'est tenue à Dalian (Chine populaire) l'été dernier, a-t-elle été une occasion précieuse de les rencontrer, de les écouter et de saisir leurs préoccupations.

L'explosion démographique des étudiants

En 1986, la Chine comptait plus de 1000 établissements d'enseignement supérieur. Chiffre impressionnant, mais le nombre d'étudiants l'est moins : deux millions environ. Parmi eux, on compte 1,8 million d'étudiants en premier et second cycles, 90 000 dans les cursus équivalant à nos troisièmes cycles et 700 000 étudiants en formation continue. Le nombre des enseignants du supérieur s'élève quant à lui à 400 000. Ainsi, un rapide calcul montre que chaque établissement est fréquenté par moins de 2 000 étudiants en moyenne, ce qui est assez faible.

De plus, la répartition géographique des universités et collèges est très inégale. 46% des établissements sont concentrés dans une dizaine de provinces seulement, qui ne couvrent que 11% du territoire national. 450 établissements accueillent moins de 1000 étudiants chacun, et la moitié d'entre eux sont fréquentés par moins de 500 étudiants. Par comparaison, chaque université soviétique accueille 6 000 étudiants en moyenne, tandis qu'une université américaine ou japonaise est fréquentée par 4 000 étudiants.



◄ *Scientifiques de l'Institut de Recherche sur les Parasites (Université médicale de Zhejiang) effectuant une analyse d'antigène.*

Au-delà de ce problème de répartition géographique, la Chine se trouve confrontée depuis le début des années 80 à une véritable explosion de la demande en matière d'enseignement supérieur. De 1980 à 1986, le nombre d'établissements a augmenté de 50%, celui des étudiants de 60%. Quant aux étudiants du niveau de troisième cycle, ils sont aujourd'hui quatre fois plus nombreux qu'au début de la décennie.

Ces taux renvoient clairement à un immense besoin de personnel scientifique et technique. L'enseignement supérieur est désormais au cœur de la politique chinoise de développement économique et social, et un effort sans précédent est entrepris pour doter le pays d'un système éducatif performant.

Concilier la quantité et la qualité

Quantitativement, si l'on en croit les chiffres cités, il semble que cette nouvelle politique porte ses fruits. Les autorités chinoises sont cependant préoccupées par la qualité des enseignements dispensés. *"En un sens,* estime Mme Yang Ping, du Bureau de l'Enseignement Supérieur de Chengdu (province de Sichuan), *cette expansion rapide a contribué plus que jamais à la transformation économique et sociale. D'un autre côté, elle s'est accomplie aux dépens de la qualité et de l'efficacité. Par exemple, en 1985 et 1986, le taux d'abandon des études à l'université a été de 0,4% dans la province de Sichuan, dont moins de la moitié concerne réellement un échec scolaire pour insuffisance de résultats. Et la situation est semblable partout ailleurs."*

Une telle situation s'accorde mal avec le besoin de personnel scientifique et technique de haut niveau, d'autant que la carte des enseignements supérieurs laisse encore apparaître des faiblesses dans certaines filières technologiques. D'où la volonté affichée de rendre le système plus compétitif, d'une part par une meilleure coordination des différents enseignements, d'autre part par une sélection plus sévère, en particulier au niveau des études de troisième cycle, afin de permettre un développement de la recherche universitaire. Couplée aux échanges scientifiques et techniques avec les grands pays industrialisés, cette politique devrait aboutir à conforter les centres d'excellence existants et à combler les retards persistants.

José Ezratty

INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE
Direction de Recherche Géophysique-Instrumentation

Postes de thèses 1988-1991

La Direction de Recherche Géophysique-Instrumentation de l'IFP recherche des candidats pour effectuer à partir de 1988 des thèses sur les sujets suivants :

- **Détermination et analyse de l'anisotropie de propagation des ondes sismiques**
- **Détermination du champ de vitesse par des techniques de focalisation. Application à la migration**
- **Formalisation de l'information géologique et interprétation à l'aide d'outils de l'Intelligence Artificielle**
- **Interprétation stratigraphique dans des zones à faible structuration. Application de techniques d'inversion**
- **Introduction d'informations a priori dans les procédés d'inversion**
- **Inversion de données sismiques pour des milieux élastiques 2D de structure complexe**
- **Inversion de données sismiques pour des milieux acoustiques 3D**
- **Propagation d'ondes sismiques en milieu aléatoire**

La Direction dispose de 6 bourses de trois ans et les affectera aux différents sujets de thèse en fonction des compétences et préférences des candidats. Les profils requis sont variés : géophysique, mécanique, mathématiques appliquées, calcul et informatique scientifiques. Les candidats peuvent donc provenir d'horizons différents mais doivent posséder un très bon dossier. Ils peuvent obtenir toutes les informations complémentaires auprès des membres du comité chargé de leur sélection :

A. Bamberger
Tél. : 33 (1) 47.52.69.65

M. Lavergne
Tél. : 33 (1) 47.52.65.68

G. Norel
Tél. : 33 (1) 47.52.62.35

IFP - BP 311 - 92506 Rueil-Malmaison Cedex France

Point de vue

L'évaluation des programmes scientifiques et techniques

L'évaluation en continu d'un programme scientifique ou technique est une tâche essentielle pour le mener à bonne fin. On voit trop souvent un programme, parfait sur le papier, ne pas aboutir faute de moyens de contrôle de son exécution.

On retrouve essentiellement, dans le mot "évaluation", l'ancien français "value" (même mot en anglais) qui s'exprimerait maintenant par expertise, appréciation, estimation. Ces termes, notamment les deux derniers, suggèrent bien le caractère à la fois subjectif et relatif de l'exercice. Néanmoins, toute opération d'évaluation comporte trois éléments qu'il est relativement facile d'isoler les uns des autres: l'objet scientifique et technique à évaluer, l'expert ou le groupe d'experts chargé de l'évaluer et, enfin, l'expression du jugement porté, c'est-à-dire le discours tenu par le groupe d'évaluateurs désignés.

L'objet scientifique et technique

L'objet à évaluer est global et résulte des entretiens de l'équipe d'évaluation avec les bénéficiaires du programme.

Toutefois, l'évaluation n'est pas un audit. Son propos n'est pas de juger la qualité des hommes chargés du programme, en vue de les remplacer s'ils sont perçus comme insuffisants. L'évaluation a pour but de mieux comprendre le système dont ils ne sont qu'un élément; système qui, à partir d'une certaine taille, les dépasse d'ailleurs très certainement.

L'évaluation n'est donc pas une intervention, c'est-à-dire le prétexte pris par un pouvoir d'agir sur un domaine sous le couvert d'une étude dont les conclusions seraient en fait connues à l'avance. C'est au contraire une méthode d'investigation qui a pour but d'aider l'autorité responsable à comprendre et à réfléchir pour mieux préparer ses décisions stratégiques.

Pour cela, l'objet à évaluer doit être clair, précis, délimitable. Les objets fabriqués ou les services offerts, les firmes et les hommes qui s'en occupent, les crédits correspondants, les marchés..., tout cela doit pouvoir être décrit en quelques mots.

Il faut ajouter encore que l'évaluation ne se confond pas avec une inspection financière qui porterait sur la régularité d'un programme, l'opportunité des actions, la mise en place à temps des crédits de paiement ou le jugement sur le caractère innovant et pertinent du projet.

L'évaluateur

Les évaluateurs sont les traducteurs d'une réalité qu'ils perçoivent plus ou moins.

Comme les jurés des assises, ce ne sont pas nécessairement des spécialistes du domaine qu'ils examinent. Mais ils ne sont pas non plus étrangers à ce domaine. En fait, les évaluateurs sont pertinents quand ils font preuve de "bon sens scientifique et technique", c'est-à-dire quand ils sont capables de poser des questions jusqu'au moment où la formulation des réponses leur devient compréhensible. En effet, s'ils n'étaient pas capables de poser ces questions (la plupart du temps simples et naïves), ils pourraient imputer leur incompréhension partielle à un manque de technicité, qu'il leur serait d'ailleurs impossible de combler.

En poussant cependant le dialogue jusqu'à la compréhension, ils peuvent au contraire s'assurer que les principes généraux de la logique sont observés par leur interlocuteur. C'est, à tout le moins, une présomption d'existence de l'objet évalué.

L'exercice d'évaluation consiste donc à simplifier les problèmes et à exprimer sous une forme très primaire des réalités scientifiques et techniques apparemment très complexes. Cette opération de traduction est particulièrement utile pour un décideur, généralement non technicien. Elle ramène ses décisions sur le terrain connu des valeurs élémentaires:

Le memento de l'évaluateur

A partir d'un exemple, l'évaluation d'une unité de recherche, voici les questions essentielles que l'évaluateur doit se poser pour mener à bien sa délicate mission.

Que fait l'unité de recherche ?

- Quels sont ses objectifs, ses missions, ses programmes, ses échéanciers?
- Rassemblement des documents de synthèse faisant état de ses activités passées et présentes (synthèses analytiques, thématiques, documents budgétaires).

Les principes d'organisation interne de l'unité

- Y a-t-il une comptabilité analytique du **temps passé** par les agents?
- Exite-t-il des **indicateurs** de suivi des travaux?
- Forces et faiblesses de l'équipe (compétences, effectifs, hiérarchie, etc...).

Comment va-t-on évaluer ?

Quels sont les critères qui pourraient être retenus à l'avenir pour **l'évaluation quantitative ?**

Quels sont les critères à retenir pour une **évaluation qualitative,** notamment pour expliciter les notions suivantes:

- existence de l'objet des travaux de l'Unité (en clair: mérite-t-elle d'exister?).
- pertinence des travaux en cours (réponse à une ou plusieurs demandes).
- adéquation de l'organisation actuelle vis-à-vis des tâches effectuées présentement.
- procédure décisionnelle d'inflexion des programmes et de choix des sujets nouveaux; Procédure d'arrêt ou d'abandon d'activités.
- utilité professionnelle et sociale des conclusions et recommandations tirées des travaux de l'Unité.
- actions prospectives indiquant des possibilités d'évolution à long terme pour l'Unité.

L'Unité peut-elle se recommander **d'avis extérieurs** portant sur la qualité de ses travaux?

- dans l'institution dont elle dépend
- dans d'autres institutions
- à l'extérieur: industrie, administration, université

Sur quels points essentiels portent les **efforts d'amélioration** actuellement menés par l'Unité?

De quels **moyens supplémentaires** l'Unité a-t-elle besoin (aspects financiers, personnel, autres)?

Quelles sont les **contraintes** qui pèsent actuellement le plus sur l'Unité et qui échappent à son contrôle?

La valorisation des travaux:

- publications, communications académiques
- communications et promotion interne à l'institution dont l'Unité dépend
- autres actions extérieures

FORMATION PAR LA RECHERCHE

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

22 mars 88

ISSN 0754-8893

Supplément

Mode d'emploi

Pour faciliter l'embauche de chercheurs dans les PME : l'expérience "FACE" de l'ANVAR

Pour inciter les petites et moyennes entreprises à recruter du personnel de haut niveau scientifique, l'Agence Nationale de Valorisation de la Recherche (ANVAR) entreprend actuellement une nouvelle expérience dans le cadre de l'aide à l'innovation : FACE (facilitation de l'accueil des chercheurs en entreprises). Toute PME qui embauche un chercheur dans le cadre d'un projet d'innovation peut bénéficier d'une subvention de 150 000 F maximum.

Cette phase expérimentale de six mois (février-août 1988) vise le recrutement de 250 chercheurs par des PME. Le coût de l'opération s'élèvera à 30 millions de francs. L'expérience fera l'objet d'une évaluation pendant le second semestre de 1988.

La PME

Les entreprises pouvant en bénéficier sont les PMI indépendantes (non filiales de groupes) employant moins de 500 personnes.

Le chercheur

Il doit être titulaire d'une thèse ou justifier d'un niveau équivalent, c'est à dire 6 ans d'études au moins après le baccalauréat. Toutefois, si la PMI n'a jamais recruté à un tel niveau de formation, le niveau d'ingénieur (baccalauréat + 5 ans) sera admis par dérogation, dans la limite de 20% du nombre total d'opérations.

La subvention

La notion de recrutement de chercheur par la PME fait appel à deux fonctions de l'entreprise qu'elle gère parfois difficilement : le recrutement de cadres externes et l'appel à des compétences techniques extérieures. Les situations en la matière varient extrêmement d'une PME à l'autre. L'objet de l'expérience FACE est, entre autres, d'étudier la diversité de ces situations tout en aidant les entreprises à résoudre les difficultés rencontrées par une incitation financière.

La subvention est de 150 000 F maximum, versée en deux fois. Elle prend en compte deux types de dépenses dans le cadre de l'aide à l'innovation (décret du 13 juillet 1979).

1/ Les dépenses internes

Ce sont les dépenses de salaires du chercheur, charges sociales comprises. Elles ne sont prises en compte dans le calcul de la subvention que dans la mesure où une période d'improductivité du chercheur peut être mise en évidence au cours de ses six premiers mois d'activité. Il en est ainsi de :

- *La période d'essai*

Le salaire du chercheur pendant la période d'essai est pris en compte pour une durée de six mois maximum, dans la mesure où il s'agit d'une PME créant pour la première fois un poste de chercheur. On considère dans ce cas que le manque de structure d'accueil ou d'encadrement est source d'improductivité initiale.

- *La période de formation*

La PME peut souhaiter une période de formation pour son nouveau cadre, que ce soit une formation externe (formation à l'économie de l'entreprise, à son métier technique) ou que ce soit une adaptation interne (visites et stages dans différents services et usines de l'entreprise). Le salaire du chercheur pendant cette période improductive peut alors être pris en compte, là encore pour une durée de six mois maximum. La formation concernée devra avoir lieu pendant ces six premiers mois.

- *La période de prise d'information*

Souvent, les premiers temps du chercheur en entreprise le conduisent, sur le sujet qui lui est confié, à une période d'étude préliminaire sur la bibliographie et l'information technologique existant sur le sujet. La durée de cette période est proportionnelle au manque d'habitude qu'a l'entreprise de travailler avec la recherche. C'est pourquoi le salaire du chercheur pendant cette période sera pris en compte, toujours dans la limite de six mois.

2/ Les dépenses externes

D'autres dépenses peuvent éventuellement être prises en compte dans le calcul de la subvention :

- l'intervention d'un conseil extérieur pour la définition du poste ou pour le recrutement du cadre,
- le coût des formations externes du chercheur,
- des dépenses de matériel d'équipement ou de documentation liées directement à la création du poste (dans la limite de 50% de la subvention),
- la mise à disposition de chercheurs en PME par des laboratoires ou organismes de recherche.

Dans tous les cas, les dépenses internes ou externes font l'objet d'un devis annexé au dossier de demande de subvention.

Le contrat d'embauche

La nature du contrat liant l'entreprise au chercheur est un des éléments d'appréciation. Ce devra être dans la majorité des cas un contrat à durée indéterminée, qu'il y ait ou non une période d'essai. Les expertises technico-économiques des dossiers d'aide à l'innovation rentrant dans le cadre de l'expérience analyseront notamment le bien-fondé du recrutement.

Un cas particulier : la création d'une entreprise par un chercheur

Il va de soi que la création d'une entreprise par un chercheur rentre dans le cadre de l'expérience et qu'une attention particulière lui sera apportée.

Délégations régionales ANVAR

Siège de l'Agence
Cellule de suivi de FACE : Mme Buton
43, rue Caumartin - 75436 Paris Cedex 09
Tél. 40.17.83.00 - Télécopie 40.17.83.19
Télex 230.298 F

Alsace (Bas-Rhin et Haut-Rhin)
Délégué Régional : François Le Bihan
Délégué Adjoint : Michel Petitjean
Délégation Régionale de l'ANVAR
15, rue des Francs Bourgeois
67000 Strasbourg - Tél. 88.32.66.21

Aquitaine (Dordogne, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne et Pyrénées-Atlantiques)
Délégué Régional : Daniel Moers
Délégué Adjoint : Patrick Fieffe-Prevost
Délégation Régionale de l'ANVAR
11, rue Boudet - 33000 Bordeaux
Tél. 56.81.82.82

Auvergne (Allier, Cantal, Haute-Loire et Puy-de-Dôme)
Délégué Régional : Jean Pierre Girardier
Délégué Adjoint : Emmanuel Dubois
Délégation Régionale de l'ANVAR
12, rue Maurice Weiss
63000 Clermont-Ferrand - Tél. 73.93.53.74

Bourgogne (Côte-d'Or, Nièvre, Saône-et-Loire et Yonne)
Délégué Régional : Gérard Massacrier
Délégué Adjoint : Patrick Parayre
Délégation Régionale de l'ANVAR
12, rue Jean-Renaud - 21000 Dijon
Tél. 80.30.71.50

Bretagne (Côte-du-Nord, Finistère, Ille-et-Vilaine et Morbihan)
Délégué Régional : Gérard Mantel
Délégué Adjoint : Claude Sautour
Délégation Régionale de l'ANVAR
9, rue du Clos Courtel - 35700 Rennes
Tél. 99.38.45.45 - Télex 740.431 F

Centre (Cher, Eure-et-Loir, Indre, Indre-et-Loir, Loiret et Loir-et-Cher)
Délégué Régional : Jean-Louis Rémy
Délégué Adjoint : Richard Malik
Délégation Régionale de l'ANVAR
10, rue Etienne Dolet - 45000 Orléans
Tél. 38.68.03.05

Champagne-Ardenne (Ardennes, Aube, Haute-Marne et Marne)
Délégué Régional : Jean-Yves Renaud
Déléguée Adjointe : Eliane Buttung
Délégation Régionale de l'ANVAR
2, rue Grenet-Tellier
51000 Châlons-sur-Marne
Tél. 26.65.18.51 - Télex 830.469 F

Corse (Haute-Corse et Corse-du-Sud)
Délégué Régional : Toussaint Folacci
Délégation Régionale de l'ANVAR
14, cours Napoléon - BP 314
20182 Ajaccio Cedex
Tél. 95.21.38.67 - Télex 460.200 F

Franche-Comté (Belfort, Doubs, Haute-Saône et Jura)
Délégué Régional : Pierre Michaud
Délégué Adjoint : Joël Chabert
Délégation Régionale de l'ANVAR
26, rue Proudhon - 25000 Besançon
Tél. 81.83.30.44

Ile-de-France (Essonne, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-d'Oise, Seine, Seine-et-Marne, Val-de-Marne et Yvelines)
Délégué Régional : Eugène Quemeneur
Délégué Adjoint : Gilbert Santini
Délégation Régionale de l'ANVAR
43, rue Caumartin - 75436 Paris Cedex 09
Tél. 40.17.85.85

Languedoc-Roussillon (Aude, Gard, Hérault, Lozère et Pyrénées-Orientales)
Délégué Régional : Pierre Courtillat
Délégation Régionale de l'ANVAR
1, rue Cité Benoît - 34000 Montpellier
Tél. 67.64.49.27

Limousin (Corrèze, Creuse et Haute-Vienne)
Délégué Régional (p.i) : Jean-Pierre Escribe
Délégation Régionale de l'ANVAR
14 bis, boulevard Carnot - 87000 Limoges
Tél. 55.79.10.68

Lorraine (Meuse, Meurthe-et-Moselle, Moselle et Vosges)
Délégué Régional : Claude Gaillard
1, rue Eugène Schneider - 57045 Metz Cedex
Tél. 87.30.02.81 - Télex 860.352 F
Délégation Régionale de l'ANVAR
93, rue de Metz - 54042 Nancy Cedex
Tél. 83.37.45.58 - Télex 961.398 F

Midi-Pyrenées (Ariège, Aveyron, Gers, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Lot, Tarn, Tarn-et-Garonne)
Délégué Régional : Paul Jauffret
Délégué Adjoint : Gilbert Goulette
Délégation Régionale de l'ANVAR
Le Pré Catelan - 97, rue Riquet
31000 Toulouse
Tél. 61.63.60.40 - Télex 521.325 F

Nord-Pas-de-Calais (Nord, Pas-de-Calais)
Délégué Régional : François Billon
Délégation Régionale de l'ANVAR
6, rue Jean-Roisin - 59800 Lille
Tél. 20.30.84.60 - Télex 120.351 F

Basse-Normandie (Calvados, Manche et Orne)
Délégué Régional : Alain Teissier
Délégation Régionale de l'ANVAR
Péricentre 4 - 149, rue de la Délivrande
14000 Caen - Tél. 31.95.20.09

Haute-Normandie (Eure et Seine-Maritime)
Délégué Régional : Jean-Rémi Gouze
Délégué Adjoint : André Rocca
Délégation Régionale de l'ANVAR
65, rue Orbe - 76000 Rouen
Tél. 35.71.14.71 - Télex 180.348 F

Pays de la Loire (Loire-Atlantique, Maine-et-Loire, Mayenne, Sarthe et Vendée)
Délégué Régional : Alain Charpy
Délégation Régionale de l'ANVAR
Parc Club de l'Eraudière
167, route de St Joseph - 44300 Nantes
Tél. 40.93.97.98 - Télex 700.328 F

Picardie (Aisne, Oise et Somme)
Délégué Régional : Daniel Bahurel
Délégué Adjoint : Alain Ducass
Maison Régionale de l'Innovation
et du Développement
Délégation Régionale de l'ANVAR
18, rue Cormont - 80000 Amiens
Tél. 22.91.84.67 - Télex 140.880 F

Poitou-Charentes (Charente, Charente-Maritime, Deux-Sèvres et Vienne)
Délégué Régional : Hervé Le Blanc
Délégation Régionale de l'ANVAR
37, rue Carnot - 86000 Poitiers
Tél. 49.41.58.58

Provence-Alpes-Côte-d'Azur
(Alpes de Haute-Provence, Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Hautes-Alpes, Var et Vaucluse)
Délégué Régional : Jean-Jacques Crosse
Délégation Régionale de l'ANVAR
16, bld Gaston Crémieux - 13285 Marseille Cedex 08
Tél. 91.37.25.04 - Télex 401.472 F

Rhône-Alpes (Ain, Ardèche, Drôme, Haute-Savoie, Isère, Loire, Rhône et Savoie)
Délégué Régional : René Meyzenc
Délégué Adjoint : Jean-Pierre Quinton
Délégation Régionale de l'ANVAR
Immeuble Le Britannia - Bât. C
20, bld Eugène Deruelle - 69432 Lyon Cedex 03
Tél. 78.95.42.13 - Télex 305.362 F

Délégués DOM : Guyane, Martinique, Guadeloupe
M. Eugène Trombone
D.R.I.R. Impasse Buzaré
Immeuble du Service des Mines - BP 333
97305 Cayenne
Tél. (594)30.00.06
Télex 910.550 FG

La Réunion
M. Robert Moreau
D.R.I.R. - BP 12 - 97490 Sainte-Clotilde
Tél. (262)28.08.82 - Télex 916.284 RE

Correspondants TOM : Nouvelle-Calédonie
M. Barraquand
Service de Mines et de l'Energie
Vallée du Tir - BP 465
Nouméa Nouvelle-Calédonie - Tél. 27.39.44

Polynésie Française
Service des Affaires Economiques du Commerce Extérieur et du Plan
BP 82 - Papeete Polynésie Française

c'est bon pour le pays, ça ne sert à rien, ça procure de l'emploi, les autres n'arrivent pas à en faire autant, etc... Si tous les efforts de l'évaluateur n'aboutissent pas à cette nécessaire simplification, et dans la mesure où il s'est assuré que cela ne provient pas de sa propre et relative incompétence, alors il y a lieu de s'interroger.

Le discours d'évaluation

Ce discours s'appuie sur les réponses données à des questions usuelles qui recoupent de nombreuses fois les critères de sélection arrêtés pour lancer le programme.

Ainsi, lorsqu'il s'attaque à la question de la qualité scientifique et technique d'un programme, l'évaluateur pose deux questions: est-ce que ça marche?, cela correspond-il bien à ce qui avait été prévu? La notion de "qualité", c'est-à-dire de performance scientifique et technique, est à préciser par l'équipe d'évaluation, qui doit se demander si cette qualité est mesurable, si elle est l'expression d'une opinion, si elle s'appuie sur des expériences répétitives ou non.

L'efficacité de la gestion du programme intéresse aussi l'évaluateur, qui va tenter de savoir si les délais et les prix ont été respectés et qui, dans le cas contraire, va essayer d'estimer l'importance des dérapages constatés.

L'évaluateur s'attache encore à voir quelles peuvent être les retombées du programme sur les grandes préoccupations socio-économiques des secteurs qu'il concerne directement et indirectement. Quels effets le programme a-t-il sur l'emploi direct et indirect? Quel est son impact sur la balance extérieure des paiements (achats de composants étrangers, vente de matériels à l'étranger)? L'évaluateur se penche aussi sur le facteur d'entrainement que le programme représente pour l'économie nationale (ou pour l'entreprise). Par exemple, la construction d'un centrale nucléaire a des conséquences sur l'activité du secteur du bâtiment et des travaux publics. Le transfert du savoir technique d'un secteur à un autre est également un exemple d'entraînement. Une autre retombée peut être la démultiplication de l'effort vers le secteur de la sous-traitance, de capacité ou de complémentarité, avec, dans ce dernier cas, l'apparition d'innovations.

Pratique de l'évaluation

L'évaluateur doit s'ingénier à faire réagir son interlocuteur par association et non pas par question-réponse. Les meilleures réponses sont celles qui sont données à des questions qui n'ont pas été posées.

Le choix des interlocuteurs à interroger est également une condition pratique à laquelle il faut veiller avec attention. Il est indispensable que le responsable du programme à évaluer soit prévenu de cette opération par la voie la plus officielle et au plus haut niveau hiérarchique possible. Il ne faut pas hésiter à perdre du temps au départ pour que cette condition de mise en œuvre initiale soit observée.

Il ne peut y avoir d'évaluation sans référence à des objectifs donnés aux programmes de recherche scientifique appliquée et de développement technologique. L'adéquation des résultats à ces objectifs se base sur:

- le recueil d'informations prospectives et de prévisions technologiques,
- les avis d'experts,
- la compréhension de la structure (technique, politique) de mise en œuvre des programmes,
- des jugements effectués d'après une batterie de critères du type "pertinence de la recherche appliquée vis-à-vis d'objectifs de développement en aval", ou "possibilité de valorisation d'une recherche en amont ayant abouti"...

En fait, les points importants à retenir pour les questions d'évaluation sont peu nombreux. Le préalable indispensable est de bien connaître les objectifs (les raisons) d'un programme avant d'effectuer une évaluation de ses performances. Il faut aussi faire la différence entre les impacts (l'utilité pour d'autres programmes) et la qualité (les performances intrinsèques) des programmes de recherche appliquée et de développement. Enfin, les aspects de suivi comptable et d'adéquation des résultats doivent être toujours liés à l'évaluation, mais non confondus avec elle.

Pierre-Frédéric Ténière-Buchot
Directeur de Candiz, conseil en stratégie
Professeur associé au Conservatoire National des Arts et Métiers
Professeur à l'INSTN, à Saclay

actualités

Les chimistes américains

Selon une étude de la National Science Foundation, dont les chiffres renvoient à l'année 1986, les Etats-Unis comptent 195 000 chimistes en activité, soit près de 10% de l'ensemble du personnel scientifique et technique américain. Entre 1976 et 1986, l'emploi en chimie a augmenté de 4% en moyenne, c'est-à-dire presque moitié moins que pour l'ensemble des secteurs scientifiques. Le nombre de diplômes délivrés au cours de la même période, ainsi que le nombre d'étudiants en chimie, ont augmenté dans les mêmes proportions, restant bien en-deça des taux observés pour l'ensemble des disciplines. Malgré cela, les salaires des chimistes restent élevés: 37 100 dollars annuels, alors que le salaire moyen pour le personnel scientifique et technique américain est de 34 500 dollars.

Si l'évolution de l'emploi en chimie apparaît comme relativement peu dynamique, les femmes connaissent en revanche de meilleures perspectives d'embauche. En dix ans, l'emploi des femmes chimistes a augmenté deux fois plus vite en moyenne que celui de leurs collègues masculins. Mais cela ne doit pas faire oublier que les femmes sont encore sous-représentées dans la profession. La chimie emploie 12 à 13% de femmes, alors que, tous secteurs confondus, la part des femmes atteint 25%.

22% des chimistes américains sont titulaires d'un doctorat, ce qui, globalement, est le cas de 16% de l'ensemble des personnels scientifiques et techniques. Néanmoins, en chimie comme ailleurs, ce taux décline depuis 1976. Le poids relativement élevé du doctorat en chimie explique peut-être que, par rapport à l'ensemble de leurs collègues, les chimistes sont proportionnellement plus nombreux à débuter une carrière en recherche-développement. 39% ont commencé leur carrière par des activités de R & D, 13% dans des tâches de gestion de la recherche. Pour l'ensemble des scientifiques, ces pourcentages sont respectivement de 23% et de 8%.

"Profiles-Chemistry: Human Ressources and Funding" **National Science Foundation: 1800 G Street, NW Washington - DC 20550**

Micro Surface

Micro Surface est la nouvelle société créée par plusieurs enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et de Microtechnique de Besançon (ENSMM), à laquelle s'associera prochainement l'école elle-même. Société de service spécialisée en *"materiautique"*, elle étudie à l'échelle du micron les propriétés physico-chimiques, mécaniques et rhéologiques des matériaux, et tout particulièrement leurs propriétés de surface. Elle définit surtout et met en œuvre les outils nécessaires à cette étude.

Micro Surface prolonge ainsi une nouvelle approche de l'étude des matériaux, mise en pratique au laboratoire de micro-analyse des surfaces de l'ENSMM depuis quelques années. En tant qu'interface, elle entend faciliter et amplifier le transfert de l'innovation dans le tissu industriel, notamment vers les PMI. **Contact: Claude Roques-Carmes, Laboratoire de Micro-Analyse des Surfaces, ENSMM: route de Gray, La Bouloie 25030 Besançon Cedex - Tél. 81.50.36.55**

Les jeunes scientifiques français aux Etats-Unis

Mme Dominique Martin-Rovet, du laboratoire d'évaluation et prospective internationales du CNRS, a publié une étude très intéressante sur *"La formation par la recherche des scientifiques français aux Etats-Unis"*. Au terme de son rapport, elle émet les propositions suivantes pour mieux orienter les jeunes désirant compléter leur formation scientifique à l'étranger et pour aider ceux qui reviennent à se réinsérer en France:

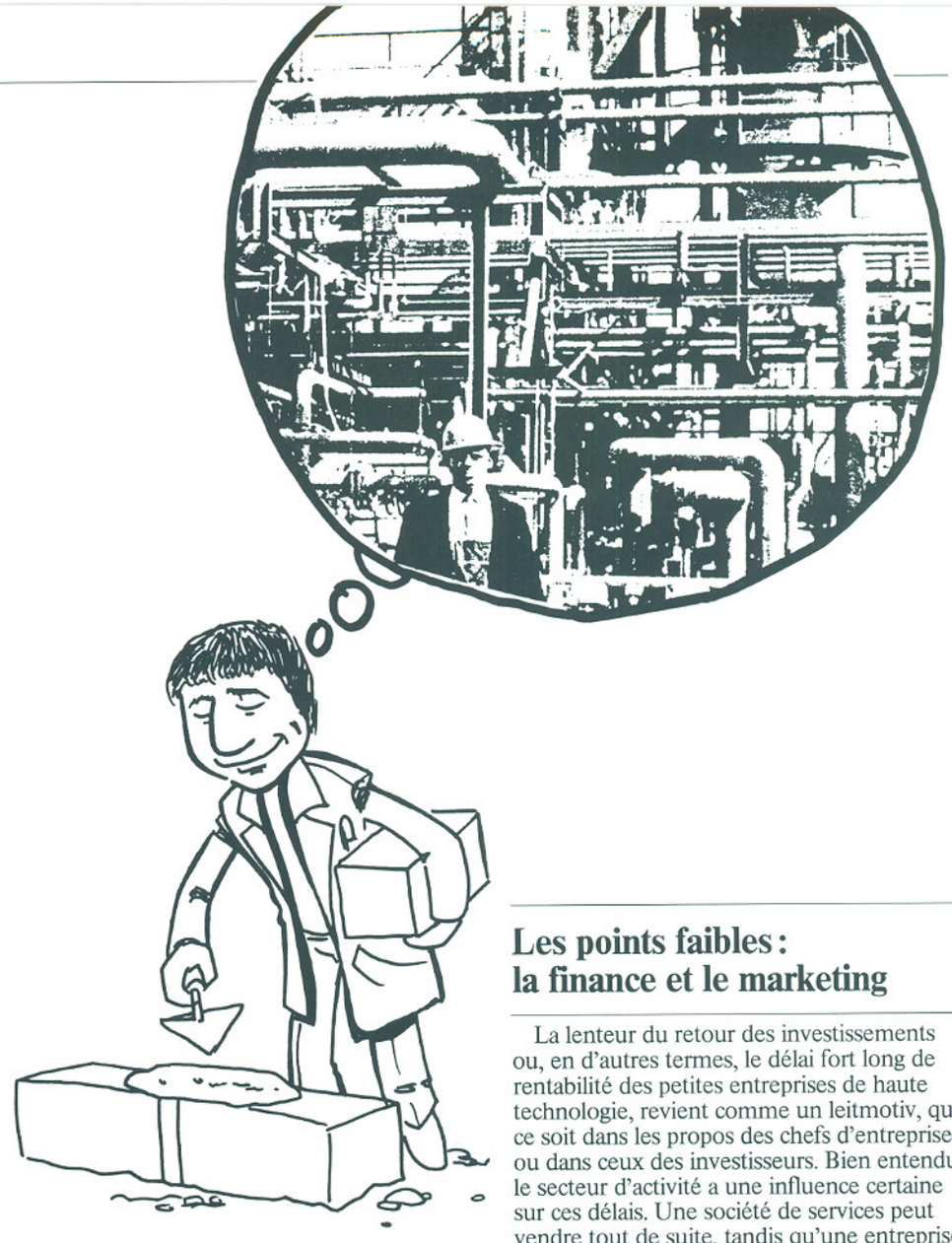
- créer un bureau d'information sur la formation par la recherche dans les pays industrialisés,
- constituer une Bourse de l'Emploi pour aider à la réinsertion professionnelle de ces jeunes scientifiques à leur retour,
- instituer une valorisation de carrière systématique pour les jeunes chercheurs des grands organismes tels que le CNRS, qui ont été compléter leur formation à l'étranger,
- ne pas perdre le contact avec ceux qui décident de rester aux Etats-Unis, car ils sont de nouveaux *"noyaux d'échanges"* franco-américains. **Mme Dominique Martin-Rovet, Laboratoire d'évaluation et de prospective internationales: 295, rue Saint-Jacques 75005 Paris - Tél. (1) 43.29.30.89**

Enquête

La création de PME de haute technologie par des chercheurs

Est-ce le courage ou l'inconscience qui pousse un chercheur à créer sa propre entreprise ? La compétence technique ne suffit pas à transformer une idée, si bonne soit-elle, en parts de marché. Une entreprise, c'est aussi de l'ingénierie financière et du marketing. A cet égard, les échecs comme les réussites sont riches d'enseignements profitables [1].

Immunotech, Cognitech... voilà qui rime parfaitement avec l'anglicisme high tech, et ce n'est sans doute pas un hasard. Ces deux sociétés, l'une de valorisation d'anticorps monoclonaux, l'autre d'intelligence artificielle, font effectivement ce qu'il est convenu d'appeler de la haute technologie. Toutes deux, également, emploient aujourd'hui moins de soixante-dix personnes. Enfin, dernier point commun, elles ont été créées par des chercheurs. Oui, des chercheurs, issus d'honorables laboratoires de recherche.



Les PME de haute technologie en France

Ce ne sont pas les seules. L'Agence nationale de valorisation de la recherche (ANVAR) voit passer chaque année dans ses délégations régionales environ 300 dossiers de création d'entreprises innovantes, dont la moitié par des chercheurs, au sens large du terme. Philippe Mustar, du Centre de Sociologie des Innovations (Ecole de Mines de Paris) procède actuellement au dépouillement d'une enquête sur le sujet, qu'il a entreprise depuis la fin de l'année 1986. Il a adressé un questionnaire à 260 entreprises françaises censées avoir été créées par des chercheurs, a reçu 185 réponses et en a retenu 122. Tous les créneaux industriels sont présents dans cet échantillon apparemment plus que simplement représentatif. Un annuaire devrait d'ailleurs être publié à l'issue de l'enquête, probablement sous l'égide du Centre de Prospective et d'Evaluation du Ministère de la Recherche, où Philippe Mustar dirige une collection d'ouvrages sur l'innovation.

Les 122 sociétés étudiées ont été créées par 247 chercheurs au total, et les trois quarts par des chercheurs issus de la recherche publique. Juridiquement parlant, on compte une majorité de sociétés anonymes dont le capital, pour 42 d'entre elles, dépasse le million de francs. Un tiers des entreprises a fait appel au capital-risque et des grands groupes industriels ont des participations dans la moitié environ des sociétés. 66 entreprises, soit la moitié de l'échantillon, sont nées au sein de "pépinières" (technopoles, campus universitaires à forte concentration industrielle...). On note enfin que 67 entreprises emploient un total de 70 thésards et 76 jeunes chercheurs bénéficiant d'une convention industrielle de formation par la recherche (CIFRE).

Au sein des organismes publics de recherche, on se penche aussi avec intérêt sur la question car, finalement, la création d'une entreprise est la phase ultime de la valorisation d'une recherche. Depuis 1982, 41 agents du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) ont participé à la création de 25 entreprises : 18 chercheurs, 20 ingénieurs et 3 techniciens. 15 agents l'ont fait directement, demandant pour cela une mise en disponibilité (3 chercheurs, 9 ingénieurs et 3 techniciens). Cette disposition permet au chercheur de se consacrer pleinement, pendant un an ou deux, à sa nouvelle activité, tout en conservant la possibilité de retrouver son poste au CNRS à l'issue de cette période. Les 26 autres agents (15 chercheurs et 11 ingénieurs) ne se sont pas autant engagés personnellement (du moins dans l'apparence des chiffres) et ont préféré participer à la création d'entreprises tout en conservant leur statut d'agent du CNRS. Contrairement à ce que l'on pourrait supposer *a priori,* ce n'est pas le secteur des Sciences Physiques pour l'Ingénieur qui arrive en tête dans ces créations d'entreprises, mais le domaine Terre-Océan-Atmosphère-Espace, dont on oublie trop souvent le rôle important dans le développement de l'instrumentation haut de gamme. 10 entreprises créées se situent sur le créneau de l'instrumentation, 5 proposent des services, 5 font de l'informatique, 2 sont spécialisées en biotechnologies, 1 en électronique, 1 en matériaux et les 2 dernières entreprises exercent des activités classées comme "diverses" [2].

Les points faibles : la finance et le marketing

La lenteur du retour des investissements ou, en d'autres termes, le délai fort long de rentabilité des petites entreprises de haute technologie, revient comme un leitmotiv, que ce soit dans les propos des chefs d'entreprises ou dans ceux des investisseurs. Bien entendu, le secteur d'activité a une influence certaine sur ces délais. Une société de services peut vendre tout de suite, tandis qu'une entreprise de biens d'équipements doit passer par une phase de développement technologique avant de lancer son premier produit sur le marché. De même, l'investissement matériel à réaliser change complètement d'ordre de grandeur selon que l'on se destine à commercialiser un logiciel, fût-il d'intelligence artificielle, ou un outil de diagnostic à base d'anticorps monoclonaux.

Immunotech, placée sur ce dernier créneau, a été déficitaire durant les cinq premières années de son existence et, selon ses propres prévisions, le bénéfice de l'exercice 1987 ne devrait pas excéder 300 000 francs. Et encore, A. Béret, son directeur, voit là une belle performance dans la mesure où, par comparaison, aucune petite entreprise américaine du secteur n'a atteint l'équilibre financier en moins de sept ans. Le prix à payer atteint néanmoins des sommes considérables. En six ans, Immunotech a engagé un total de 47 millions de francs, en comptant les fonds propres, les subventions... Le chiffre d'affaires, qui était de 2,6 millions de francs en 1982, année de démarrage, atteindra probablement 25 millions cette année. Il est clair que les délais et les sommes mis en jeu rendent indispensable la maîtrise de l'ingénierie financière et, par conséquent, la présence d'un bon professionnel de ces questions au sein de la société. Or, souvent, la petite entreprise créée par un chercheur est beaucoup trop fragile à cause, entre

autres choses, d'une sous-estimation du plan de financement. Industrialiser un produit né de la recherche coûte très cher : pour 1 franc dépensé en recherche, il en faut au moins dix fois plus pour l'industrialisation ! François Juillet, qui anime la direction scientifique de la Société Lyonnaise de Banque, met fort justement en garde les chercheurs créateurs d'entreprises contre la tentation de vouloir jouer les hommes-orchestre. Ils doivent au contraire savoir s'adjoindre à temps les compétences complémentaires à leur savoir-faire technique, particulièrement en matière de finances et de commercialisation.

Tous les investisseurs, banques, sociétés de capital-risque, grandes entreprises et organismes d'Etat, s'accordent à reconnaître que l'aspect technique est rarement la cause d'un échec de création d'entreprise de haute technologie. En revanche, nombreux sont les dossiers qui sous-estiment gravement le plan de financement, le marketing, le service après-vente. Marc Bujor, ingénieur au CNRS et créateur de SAS Matériaux [3], en fait en ce moment même la douloureuse expérience. Son entreprise, qui offre ses services en matière d'analyse des surfaces grâce à un accord passé avec le CNRS pour l'utilisation de l'appareillage - onéreux - nécessaire à cette activité, semblait n'avoir au départ aucun problème de marché, et c'est ce qui est ressorti de l'étude de marché présentée à l'ANVAR. Les surfaces concernent tout le monde, du papetier au métallurgiste, du constructeur de centrales nucléaires au carossier automobile. Constat d'évidence, mais Marc Bujor a appris sur le terrain que, parfois, un défaut de surface ne suffit pas à justifier, à lui seul, un traitement spécifique pour l'éliminer. Ne parvenant pas à faire décoller de manière significative son chiffre d'affaires, le directeur de SAS Matériaux a alors entrepris de développer un nouvel appareil d'analyse de surfaces, d'après un prototype réalisé dans un laboratoire de Besançon, espérant bien que la vente d'un bien d'équipement parviendrait à enrayer la stagnation de l'activité de service. Le problème consiste cependant maintenant à rassembler les fonds propres nécessaires au développement industriel de l'appareil. Et ce n'est pas une mince affaire.

Une course d'obstacles

Vis-à-vis de ces questions de marchés commerciaux, les organismes de capital-risque sont très clairs. Les pertes inévitables sur ce type de projets doivent être compensées par des taux de rendement très élevés, de l'ordre de 25 à 30% par an. Dans ces conditions, souligne Bernard Daugeras, de la société Innolion (Crédit Lyonnais), *"nous n'investissons que dans des sociétés en croissance rapide et ayant des marges élevées. Le marché doit être au moins européen et, si possible, mondial"*. Le capital-risque intervient aussi, le plus souvent, alors que le développement industriel et commercial du produit est déjà engagé. *"Pratiquement aucun venture capitalist ne pourrait vivre en ne finançant que de la recherche-développement"*, dit encore Bernard Daugeras.

Ce "trou" dans le financement de la R&D est une grosse épine pour la plupart des petites entreprises de haute technologie. Curieusement, si l'on regarde de près la part de l'aide publique accordée aux jeunes sociétés, on s'aperçoit, comme le rappelle Jean Cantacuzène, directeur scientifique de la Compagnie Française des Pétroles Total, que *"plus c'est long, lourd et risqué, moins les pouvoirs publics aident l'entreprise nouvellement créée."*
Exemple : Solems, entreprise spécialisée dans les siliciums amorphes, c'est-à-dire un domaine plutôt ardu, demandant de longs travaux de R&D et de gros investissements, n'a bénéficié que de 15% d'aides publiques dans son plan de financement. Par comparaison, Immunotech et Cognitech, placées sur des créneaux plus "faciles" (biotechnologies et intelligence artificielle) ont vu leur part respective d'aides publiques atteindre 22% et 65%. Les moins favorisés se débrouillent comme ils peuvent. Immunotech équilibre sa recherche-développement grâce à des contrats "alimentaires", en attendant de pouvoir la financer entièrement sur ses marges bénéficiaires. *"Cela n'est pas très plaisant ni passionnant pour une partie de nos chercheurs, mais cela permet à la société de conserver une masse critique en recherche ainsi que les compétences et le savoir-faire qui nous sont indispensables"*, explique A. Béret.

Les aides de l'ANVAR, notamment pour la réalisation de prototypes, sont particulièrement appréciées, justement parce qu'elles permettent à l'entreprise de souffler un peu, financièrement parlant, à un moment crucial du développement d'un produit. Suffisent-elles pour autant ? Non, bien entendu. M. Biberian, physicien, qui a à son actif deux créations d'entreprises et, à son passif, deux dépôts de bilan correspondants, plaide haut et fort, d'après son expérience personnelle, pour une diminution des aides directes au profit d'une amélioration des aides fiscales. Les nouvelles mesures d'aménagement du crédit d'impôt recherche, spécialement en faveur des petites entreprises en création, sont une réponse qui va dans ce sens. Mais nombre de nouveaux entrepreneurs dans les domaines de la haute technologie ont le sentiment que, quelque part, le jeu est faussé d'avance. *"Finalement,* estime M. Biberian, *ceux qui peuvent réussir sont soit des ingénieurs de grands groupes qui partent avec tout un savoir-faire en poche, soit des chercheurs qui ont déjà développé leur produit aux frais de leur organisme de recherche. De toutes façons, ce sont des gens qui ont compris comment fonctionne le système et qui savent en profiter pleinement."* L'opinion est sans doute extrême, mais elle ne fait que s'inscrire dans un débat qui existe bel et bien quant au fond. Les grandes compagnies n'en sont d'ailleurs pas exclues ; d'aucuns les soupçonnent de laisser les petites entreprises essuyer tous les risques technologiques de l'innovation, se gardant la possibilité de racheter ensuite les sociétés qui auront réussi.

René-Luc Bénichou

1/ Cet article rend compte d'une journée organisée le 29 octobre 1987 par l'AVRIST (Association pour la valorisation des relations internationales scientifiques et techniques), à l'occasion de la parution de l'excellent ouvrage de Jacques Bodelle et Michel Bernon : "La Science en Amérique" (Robert Laffont, 110 F).

2/ A noter également l'existence, au sein du Commissariat à l'Energie Atomique, de l'Association des Entrepreneurs issus du CEA. La dernière édition de son annuaire recense 19 entreprises employant au total près de 170 personnes. Renseignements : M. Gourdon, AECCEA, 33, rue de la Fédération, 75752 Paris Cedex 15. Tél. (1) 40.56.24.10

3/ cf. : "Formation par la Recherche" n° 14, mars 1986.

actualités

Fuite des cerveaux en Grande-Bretagne

Près de 1000 scientifiques et ingénieurs britanniques se sont expatriés en l'espace de dix ans, dont 60% vers les Etats-Unis et 22% vers l'Europe. Tel est le constat que dressent la Royal Society et la Fellowship of Engineering, qui ont mené l'enquête pour tenter d'évaluer l'ampleur de la fuite des cerveaux entre 1975 et 1985. L'étude a été menée auprès des universités, des instituts de recherche et de l'industrie, dans cinq grands domaines : biochimie, chimie, sciences de la Terre, électronique et physique.

L'émigration aurait légèrement augmenté, sans être compensée par l'arrivée en Grande-Bretagne de chercheurs étrangers. Ceux-ci ne restent généralement que trois ans, alors que les chercheurs britanniques partent pour des postes de longue durée. Statistiquement cependant, l'émigration reste faible par rapport au nombre total de chercheurs : 0,5% pour les chercheurs occupant des postes à long terme dans les universités, 1,9% dans les groupes universitaires de recherche et 9% pour les nouveaux docteurs (PhD). Ce dernier chiffre, plus élevé, est toutefois sans commune mesure avec le taux record de 35% atteint dans les années soixante.

Les raisons qui poussent le chercheur à partir sont financières, mais tiennent aussi à des perspectives de carrière à l'étranger plus alléchantes. De plus en plus, il apparaît que ce sont les meilleurs éléments qui quittent la recherche britannique.

Une nouvelle aide aux PME : les TECH

Les petites et moyennes entreprises pourraient bénéficier bientôt d'une nouvelle aide en matière de recherche-développement, mise au point par le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur.

Inspirée de la formule des CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche), la nouvelle procédure, baptisée TECH, a pour objectif de former dans l'entreprise des techniciens supérieurs aux transferts de technologie.

Le principe est simple : l'entreprise recrute un jeune technicien, de niveau BTS ou DUT [1], sur contrat à durée indéterminée ou déterminée, et lui confie des travaux de transfert de technologie. L'Etat prendrait alors à sa charge la moitié du salaire et des charges du technicien pendant un an (il s'agit d'un salaire plancher dont le montant n'est pas encore fixé, mais qui avoisinerait les 6000 francs mensuels), ainsi qu'un complément de formation du technicien.

Une phase expérimentale devrait prochainement être mise en place, au cours de laquelle le ministère prévoit de financer 100 procédures TECH par an, pendant deux ans.

1/ BTS : Brevet de Technicien Supérieur ; DUT : Diplôme Universitaire de Technologie.

Entreprises portes ouvertes

Lithologic : une entreprise créée par trois jeunes géologues

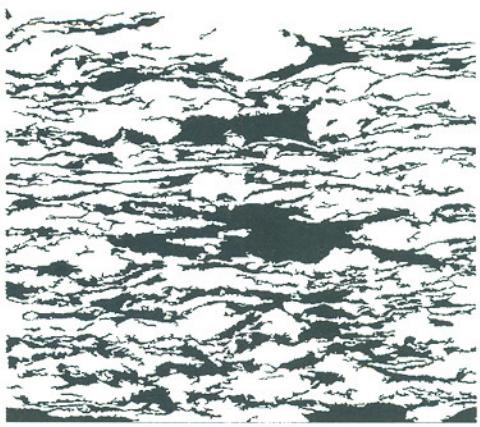
Il n'est pas facile actuellement de trouver un emploi quand on est docteur en géologie. A Rennes, trois jeunes géologues ont résolu le problème en créant leur propre entreprise : Lithologic.

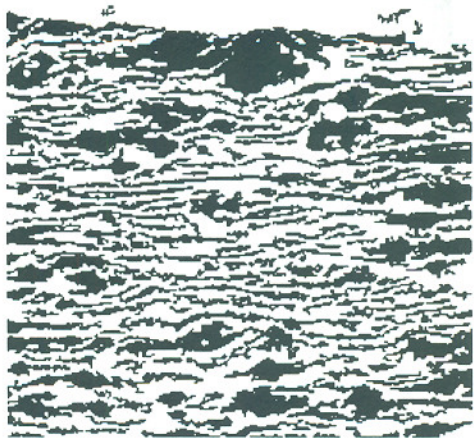
"Les entreprises minières et pétrolières ont des besoins à satisfaire qui, sans nécessiter l'embauche de géologues, constituent un marché potentiel pour un bureau d'études comme le nôtre", expliquent les fondateurs de Lithologic, dont la moyenne d'âge est de trente ans. La société, qui existe depuis novembre 1987, s'est donnée comme objectif d'appliquer les techniques les plus modernes de la recherche fondamentale aux divers secteurs de la production pétrolière et minière, focalisant ses interventions sur la géologie structurale, la modélisation expérimentale et la qualité des matériaux.

Yvon Georget, le gérant, et ses deux acolytes, Pascal Balé et Didier Marquer : trois jeunes docteurs en géologie qui, au bout d'un an de chômage, ont uni leurs compétences complémentaires et leurs efforts pour mettre sur pied leur propre bureau d'études. L'un est spécialiste de la géochimie des granitoïdes, l'autre de déformation des roches et de modélisation expérimentale tandis que le troisième est versé dans l'étude des transferts de matières associés aux déformations des roches.

La genèse

Courant 1987, contacts et rendez-vous se multiplient pour obtenir des conseils sur l'art et la manière de créer une entreprise. La boutique de gestion 35 les aide à définir leur projet et à mettre au point une stratégie cohérente de création de l'entreprise : positionnement, plan de financement, étude de faisabilité... En mai et juin 1987, l'étude de faisabilité est menée auprès d'une quarantaine de grandes entreprises françaises. Cette étude est financée à 75% par la direction régionale de l'industrie et de la recherche, dans le cadre d'une procédure CELT (création d'entreprises à partir de lieux techniques). Les prestations





Exemples d'images numériques adaptées à l'analyse texturelle et morphologique d'une roche (orthogneiss, Aar, Suisse; échelle 1 cm; clichés : T. Daniel).

imaginées au départ se précisent, s'affinent, et de nouvelles idées voient le jour. Par exemple, plusieurs entreprises contactées signalent un besoin en matière de stages de "vulgarisation" de la géologie, destinés au personnel administratif et technique qui ne connaît pas toujours le vocabulaire et les rudiments de la discipline.

C'est parti !

La société est officiellement créée en novembre 1987, sous la forme d'une SARL dont le capital de 51 000 francs est détenu, à parts égales, par les trois associés. Plusieurs aides financières leur sont accordées : une prime en faveur des chômeurs créateurs d'entreprises et un apport de la pépinière d'entreprises de Rennes-Atalante. Sont également en cours d'instruction une demande pour bénéficier de la prime régionale à la création d'entreprise ainsi qu'une aide à l'investissement CELT. Au bout du compte, Lithologic démarre avec un potentiel de 176 000 francs et s'installe dans des locaux à peine achevés, à Rennes-Atalante. Yvon Georget, que les chiffres et l'administration ne rebutent pas, est coopté pour assurer la gérance de la société. *"Il nous a fallu apprendre un certain nombre de gestes auxquels nous n'étions pas préparés. Mais ce n'est pas si compliqué. Après tout, les études longues nous habituent à toujours apprendre davantage et fournissent les bases pour comprendre rapidement ce que sont la TVA, un plan de financement et un compte d'exploitation."*.

Contourner l'obstacle de l'investissement matériel

En dehors des inévitables micro-ordinateurs, l'équipement qu'utilise Lithologic est hors de prix. Le moindre appareil revient au bas mot à un million de francs. Le bureau d'études a donc passé une convention avec le CNRS pour louer le matériel de l'Institut de Géologie de Rennes. *"Cette convention a un autre avantage, plus intellectuel"*, souligne Didier Marquer. *"Si nous voulons réussir en vendant de la matière grise, nous ne pouvons pas nous permettre de décrocher de la recherche. L'accès aux laboratoires, c'est une porte ouverte sur ce qui se fait de nouveau"*.

Et maintenant ?

Pour se démarquer des cabinets conseils régionaux, plus spécialisés dans les études d'impact, Lithologic a l'ambition de vendre de la "géologie de spécialistes" aux grandes compagnies pétrolières et minières. *"Nous ne négligeons pas l'étude d'impact, mais il est certain que les quatre ans passés en laboratoire nous ont donné l'envie d'offrir des prestations haut de gamme"*. Lithologic espère aussi attirer une clientèle de granitiers et d'exploitants de carrières de l'Ouest, auprès de qui elle souhaite développer la notion de qualité des matériaux.

Le premier contrat breton est arrivé : une étude de site et de qualité des matériaux. D'autres se dessinent, dans des régions plus lointaines. Si tout se passe bien, Lithologic devrait équilibrer ses comptes dès la fin de l'année 1988.

René-Luc Bénichou

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

Dépôt légal, 1er trimestre 88